



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

“EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA DE LECHOS DE *Eisenia foetida* (LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA) SOMETIDA A LA DESCOMPOSICIÓN DE EXCRETAS DE CANINOS TRATADOS CON FLURALANER”.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA: JENNY CAROLINA CARBO ANCHUNDIA.

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

“EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA DE LECHOS DE *Eisenia foetida* (LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA) SOMETIDA A LA DESCOMPOSICIÓN DE EXCRETAS DE CANINOS TRATADOS CON FLURALANER”.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA: JENNY CAROLINA CARBO ANCHUNDIA.

DIRECTOR: Dr. ALEX ARTURO VILLAFUERTE GAVILÁNEZ.

Riobamba – Ecuador

2023

©2023, Jenny Carolina Carbo Anchundia

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jenny Carolina Carbo Anchundia, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 7 de julio, 2023






Jenny Carolina Carbo Anchundia

C.I: 172428090-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, **EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA DE LECHOS DE *Eisenia foetida* (LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA) SOMETIDA A LA DESCOMPOSICIÓN DE EXCRETAS DE CANINOS TRATADOS CON FLURALANER**, realizado por la señorita: **JENNY CAROLINA CARBO ANCHUNDIA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación:

	FIRMA	FECHA
Ing. Santiago Fahureguy Jiménez Yáñez, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-07-07
Dr. Alex Arturo Villafuerte Gavilánez, PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-07-07
Ing. Luis Rafael Fiallos Ortega, PhD. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-07-07

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios que ha sido mi mayor fortaleza, me ha brindado salud, amor y esperanza en los momentos más difíciles de esta grandiosa etapa de mi vida. A mis padres Gabriel Carbo y Alexandra Anchundia porque nunca dejaron de alentarme con cada llamada, con cada oración que hicieron, que a pesar de estar a muchos kilómetros lejos, nunca perdieron la fe en mí. A mi hermana Gabriela Carbo por siempre estar pendiente, apoyarme a seguir con mis estudios y por enseñarme a que si lo sueño lo puedo lograr. A mi enamorado Jackson Mora por ser mi ayuda idónea a pesar de la distancia, por alentarme a seguir soñando y darme ánimos cuando sentía decaer, siempre estuvo ahí. A mi amigo Cristian Morejón por brindarme paciencia y muchos consejos cuando los necesite, y siempre alentarme a que yo podría cumplir esta meta.

Jenny

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por la vida y su inmenso amor por mí, por siempre ayudarme a lo largo de mi vida especialmente en esta etapa tan bonita y difícil. Como no agradecer a mi Director de Tesis Dr. Alex Villafuerte y a mi Asesor Dr. Luis Fiallos, por su inmensa paciencia, enseñanza y disposición, los cuales estuvieron pendientes en este maravilloso proceso de trabajo. A mis amigos por su apoyo, risas enojos, alegrías y tristezas. A esta querida institución en la cual conocí maravillosas personas que marcaron mi vida que confiaron en mí y en mis capacidades quienes compartieron sus experiencias y me ayudaron a ser mejor, impulsándome a perseguir mis sueños sin importar cuanto me cueste cumplirlos.

Jenny

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÒSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. <i>Objetivo general</i>.....	3
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>.....	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de investigación.....	5
2.2. Referencias teóricas.....	7
2.2.1. <i>Definición de lombricultura</i>.....	7
2.2.1.1. <i>Importancia de la lombricultura</i>.....	7
2.2.2.2. <i>Lombriz roja Californiana (Eisenia foetida)</i>.....	7
2.2.2. <i>Humus</i>.....	8
2.2.2.1. <i>Características del humus de lombriz</i>.....	8
2.2.2.2. <i>Beneficios del humus de lombriz</i>.....	9
2.2.3. <i>Estrategias de aprovechamiento de materia fecal</i>.....	10
2.2.4. <i>Clasificación de la fauna del suelo</i>.....	10
2.2.4.1. <i>Clasificación de la biota del suelo de acuerdo con el ancho corporal</i>.....	10
2.2.4.2. <i>Clasificación de acuerdo con la distribución vertical de los organismos del suelo</i> ...	13
2.2.4.3. <i>Clasificación de la fauna del suelo en grupos funcionales</i>.....	15
2.2.5. <i>Principales grupos taxonómicos de la fauna del suelo</i>.....	17

2.2.5.1.	<i>Phyllum Arthropoda</i>	18
2.2.5.2.	<i>Phyllum Annelida</i>	31
2.2.5.3.	<i>Phyllum Mollusca</i>	33
2.2.6.	<i>Las relaciones de la macrofauna y el hábitat</i>	33
2.2.7.	<i>Fluralaner</i>	34

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	36
3.1.	Localización y duración del experimento	36
3.2.	Unidades experimentales	36
3.3	Materiales y equipos	37
3.3.1.	<i>Materiales de campo</i>	37
3.3.2.	<i>Materiales de oficina</i>	37
3.3.3.	<i>Equipos</i>	37
3.3.4.	<i>Estructuras</i>	37
3.3.5.	<i>Instalaciones</i>	37
3.4.	Tratamientos y diseño experimental	38
3.5.	Mediciones experimentales	39
3.6.	Análisis estadístico y pruebas de significancia	39
3.7.	Procedimiento experimental	39
3.7.1.	<i>Descripción del experimento</i>	39
3.7.1.1.	<i>De campo</i>	39
3.7.1.2.	<i>De laboratorio</i>	40
3.8.	Metodología de la evaluación	40
3.8.1.	<i>Conteo de macro fauna a los 0, 15, 30, 45, 60 días, (individuos/m²)</i>	40
3.8.2.	<i>Pesaje de la producción de humus final, (kg)</i>	40
3.8.3.	<i>Análisis químico de los tratamientos</i>	41
3.8.4.	<i>Beneficio/Costo, (\$)</i>	41

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADO	42
4.1.	Comportamiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)	42
4.1.1.	<i>Conteo de la macro fauna a los 15 días, (Individuos/ m²)</i>	42
4.1.2.	<i>Conteo de la macro fauna a los 30 días, (Individuos/ m²)</i>	45

4.1.3.	<i>Conteo de la macro fauna a los 45 días, (Individuos/ m²)</i>	46
4.1.4.	<i>Conteo de la macro fauna a los 60 días, (Individuos/ m²)</i>	47
4.1.5.	<i>Análisis de regresión</i>	49
4.1.5.1.	<i>Análisis de regresión para la presencia de macro fauna del tratamiento de excretas de caninos con Fluralaner (individuos/m2)</i>	49
4.5.1.2.	<i>Análisis de regresión para la presencia de macro fauna del tratamiento de excretas de caninos sin Fluralaner (individuos/m2)</i>	50
4.5.1.3.	<i>Análisis de regresión para la presencia de macro fauna del tratamiento de excretas de conejo (individuos/m2)</i>	51
4.2.	Cantidad de producción de humus, (kg)	51
4.2.1.	<i>Peso de humus por tratamiento, (Kg)</i>	51
4.3.	Análisis químico del humus	52
4.3.1.	<i>Nitrógeno (N)</i>	52
4.3.2.	<i>Fósforo (P)</i>	53
4.3.3.	<i>Potasio (k)</i>	54
4.3.4.	<i>Calcio (Ca)</i>	55
4.3.5.	<i>Magnesio (Mg)</i>	55
4.4.	Evaluación económica por tratamiento	56
4.4.1.	<i>Beneficio/costo, (\$)</i>	56

CAPÍTULO V

5.	MARCO DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1.	Conclusiones	58
5.2.	Recomendaciones	59

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Principales grupos taxonómicos del suelo.....	17
Tabla 3-1: Condiciones meteorológicas de la zona.....	36
Tabla 3-2: Esquema del experimento.....	38
Tabla 3-3: Esquema del ADEVA.....	39
Tabla 4-1: Comportamiento de la macro fauna de los lechos de lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)	43
Tabla 4-2: Análisis químico del abono de los lechos de lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>).....	52
Tabla 4-3: Análisis económico por tratamiento	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Clasificación esquemática de la biota edáfica basado en el tamaño del cuerpo	11
Ilustración 2-2:	Relaciones de interacción entre los organismos del suelo.....	15
Ilustración 2-3:	Metamorfosis del coleóptero Scolytidae	18
Ilustración 2-4:	Morfología del saltamontes	19
Ilustración 2-5:	Aspecto general de los collembola.....	19
Ilustración 2-6:	Morfología del coleóptero Nothocolus omissus.....	21
Ilustración 2-7:	Morfología de himenóptero.....	22
Ilustración 2-8:	Casta de una colonia de termitas	23
Ilustración 2-9:	Larva de Lepidóptera	24
Ilustración 2-10:	Aspecto general de los ácaros	25
Ilustración 2-11:	Morfología del orden Araneae.	26
Ilustración 2-12:	Morfología de los arácnidos.	27
Ilustración 2-13:	Morfología de Chilopoda.	28
Ilustración 2-14:	Morfología de Diplopoda.	29
Ilustración 2-15:	Morfología Isópoda.	31
Ilustración 2-16:	Morfología externa de la lombriz de tierra.....	32
Ilustración 4-1:	Presencia de macro fauna por tratamiento a los 15 días de conteo (individuos/m ²).....	44
Ilustración 4-2:	Presencia de macro fauna por tratamiento a los 30 días de conteo (individuos/m ²).....	45
Ilustración 4-3:	Presencia de macro fauna por tratamiento a los 45 días de conteo (individuos/m ²).....	46
Ilustración 4-4:	Presencia de macro fauna por tratamiento a los 60 días de conteo (individuos/m ²).....	49
Ilustración 4-5:	Línea de tendencia de la regresión, para la presencia de macro fauna del tratamiento con excretas de caninos tratados con fluralaner. (individuos/m ²)	50
Ilustración 4-6:	Línea de tendencia de la regresión para la presencia de macrofauna del tratamiento con excretas de caninos sin fluralaner.....	50
Ilustración 4-7:	Línea de tendencia de la regresión, para la presencia de macrofauna del tratamiento con excretas de conejo	51

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A LA MACRO FAUNA (15 DÍAS)
- ANEXO B:** ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A LA MACRO FAUNA (30 DÍAS)
- ANEXO C:** ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A LA MACRO (45 DÍAS)
- ANEXO D:** ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A LA MACRO FAUNA (60 DÍAS)
- ANEXO E:** ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A HUEVOS DE LOMBRIZ (*Eisenia foetida*) A LOS 45 DÍAS
- ANEXO F:** ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A HUEVOS DE LOMBRIZ (*Eisenia foetida*) A LOS 60 DÍAS
- ANEXO G:** ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MUESTRAS A LOS 60 DÍAS
- ANEXO H:** ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO AL NITROGENO (N)
- ANEXO I:** ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO AL FÓSFORO (P)
- ANEXO J:** ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO AL POTASIO (K)
- ANEXO K:** ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO AL CALCIO (Ca)
- ANEXO L:** ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO AL MAGNESIO (Mg)
- ANEXO M:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TRATAMIENTO DE EXCRETAS DE CONEJO
- ANEXO N:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TRATAMIENTO DE EXCRETAS DE CANINOS SIN FLURALANER
- ANEXO O:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TRATAMIENTO CON EXCRETAS DE CANINOS TRATADAS CON FLURALANER.
- ANEXO P:** PROCESO DE RECOLECCIÓN Y MADURACIÓN DE HECES
- ANEXO Q:** CONSTRUCCION DE LECHOS
- ANEXO R:** IDENTIFICACIÓN DE CADA LECHO DESPUÉS DEL SORTEO.
- ANEXO S:** COLOCACIÓN DE CAPAS DE ASERRÍN, RESIDUOS VEGETALES
- ANEXO T:** COLOCACIÓN DE LAS HECES DE CONEJO
- ANEXO U:** COLOCACIÓN DE LAS HECES DE PERRO SIN FLURALANER
- ANEXO V:** COLOCACIÓN DE LAS HECES DE PERRO CON FLURALANER
- ANEXO W:** MEZCLA HOMOGÉNEA DEL MATERIAL ORGÁNICO
- ANEXO X:** INCORPORACIÓN DE UNA CAPA DE ALFALFA
- ANEXO Y:** CUBRIMIENTO CON LONAS VERDES

- ANEXO Z:** COLOCACIÓN DE LAS LOMBRICES ROJAS CALIFORNIANAS
- ANEXO AA:** RIEGO Y VOLTEO DE LAS CAMAS DE COMPOST
- ANEXO AB:** TOMA DE MUESTRAS Y CONTEO DE LA MACROFAUNA
- ANEXO AC:** IDENTIFICACIÓN DE MACROFAUNA EN LABORATORIO
- ANEXO AD:** PESAJE DEL HUMUS COSECHADO Y MUESTRAS DE HUMUS PARA EL
ANÁLISIS QUÍMICO
- ANEXO AE:** ANÁLISIS QUÍMICO DE LABORATORIO

RESUMEN

El uso de antiparasitarios en mascotas tiene un severo impacto ambiental por posibles efectos ecotoxicológicos ya que a través de las heces se elimina el 90% de la molécula en forma activa, por lo que debemos tener en cuenta las complicaciones que podrían provocar en el medio ambiente, por tal motivo el objetivo de la presente investigación fue evaluar la macrofauna de los lechos de *Eisenia foetida* (lombriz roja Californiana) sometidas a la descomposición de excretas de caninos tratados con Fluralaner, para el experimento se utilizaron tres tratamientos (heces de conejo, heces de caninos sin fluralaner, heces de caninos con fluralaner) en 12 lechos. Se aplicó, un Diseño Completamente al Azar, con 4 repeticiones por unidad experimental. El trabajo experimental tuvo una duración de 2 meses, la presencia de macrofauna se verificó cada 15 días; cada tratamiento fue regado y removido constantemente. Los resultados obtenidos de la presente investigación fueron sometidos a un análisis de varianza ADEVA, análisis de regresión y correlación y para la separación de medias de los tratamientos se aplicó la prueba de Duncan. El tratamiento (TECF) donde se utilizó excretas de caninos tratados con Fluralaner se obtuvo 256,25 individuos/m² y 3,06 kg de humus, consecuentemente no se obtuvo margen de ganancia. Por el contrario, el tratamiento donde se usó excretas de conejo (TEC) fue el mejor con 1074,37 individuos/m² donde se evidencia la mayor producción de humus con 16,6 kg y una rentabilidad de 0,32 dólares por cada dólar invertido. Se concluyó que con la utilización de las excretas de perro en los cuales se suministró fluralaner se afectó directamente tanto a la macrofauna, producción de humus y rentabilidad por lo que se recomienda no utilizar excretas de caninos si fueron tratados con Fluralaner y son destinadas a la elaboración de abono.

Palabras clave: <FLURALANER>, <ABONO>, <MACROFAUNA>, <LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA>, <EXCRETA>.


D.B.R.A.
Ing. Cristian Castillo

1587-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The use of antiparasitics in pets has a severe environmental impact due to possible ecotoxicological effects, since 90% of the active molecule is eliminated through the feces, so we must take into account the complications that could be caused in the environment. For this reason, the objective of this research was to evaluate the macrofauna of *Eisenia foetida* (Californian red worm) beds subjected to the decomposition of canine excreta treated with Fluralaner. Three treatments were used for the experiment (rabbit feces, canine feces without Fluralaner, canine feces with Fluralaner) in 12 beds. A completely randomized design was applied, with 4 replications per experimental unit. The experimental work lasted 2 months, the presence of macrofauna was verified every 15 days; each treatment was constantly watered and removed. The results obtained from the present investigation were subjected to an ADEVA analysis of variance, regression and correlation analysis and for the separation of means of the treatments the Duncan test was applied. The treatment (TECF) using canine excreta treated with Fluralaner yielded 256.25 individuals/m² and 3.06 kg of humus, and consequently no profit margin was obtained. On the contrary, the treatment where rabbit excreta (TEC) was used was the best with 1074.37 individuals/m² where the highest humus production is evidenced with 16.6 kg and a profitability of 0.32 dollars for each dollar invested. It was concluded that the use of dog excreta in which Fluralaner was used directly affected the macrofauna, humus production and profitability, so it is recommended not to use dog excreta if they were treated with Fluralaner and are destined for composting.

Keywords: <FLURALANER>, <FERTILIZER>, <MACROFAUNA>, <CALIFORNIAN RED WORM>, <EXCRETA>.



Mgs. Deysi Lucia Damián Tixi

C.I. 0602960221

1587-DBRA-UPT-2023

INTRODUCCIÓN

Gran parte de los productos farmacéuticos plantean un riesgo mínimo, puesto que no persisten en el medio ambiente y su toxicidad es baja. Sin embargo, cada vez resulta más evidente que algunos medicamentos con posibles efectos ecotoxicológicos, en concreto los parasiticidas, antimicóticos, antibióticos y (xeno)estrógenos, plantean riesgos para el medio ambiente en determinados casos (GreenFacts, 2015 p. 1).

En el ámbito legislativo, las medidas clave para superar estas limitaciones pasan principalmente por consolidar los sistemas de evaluación de los riesgos medioambientales, que podrían hacerse extensivos a los productos farmacéuticos “antiguos”. La Directiva marco del agua podría tener en cuenta de manera explícita los resultados de las EIA de los principios activos farmacéuticos. Asimismo, se podría establecer un distintivo para los fármacos ecológicos a través de mecanismos legislativos adaptados (GreenFacts, 2015 p. 1).

Fluralaner es un insecticida y acaricida sistémico de efecto prolongado, de la familia de las isoxazolinas, aprobado por la FDA para el tratamiento de pulgas y garrapatas. Actúa inhibiendo selectivamente los canales de cloro activados por el ácido γ -aminobutírico y por el L-glutamato de los artrópodos (Agrovet, 2017, p. 2).

En la actualidad los problemas de contaminación ambiental a causa de la generación exponencial de residuos sólidos y de su inadecuado manejo son de gran preocupación para todo el mundo, por eso se volvió importante concluir sobre el impacto de campo directo e indirecto y de largo plazo de los insecticidas en el medio ambiente. El uso de pesticidas está cambiando a medida que aumenta la conciencia ambiental, y cuando discutimos las principales restricciones en el uso de pesticidas, inevitablemente también nos preguntamos por qué no se pueden eliminar fácilmente.

Dentro de los residuos sólidos orgánicos poco estudiados, se encuentra la generación de heces fecales caninas, la cual se ha convertido en un grave problema de contaminación ambiental provocado por el aumento de perros, principalmente en las calles, y por la inexistencia de alternativas de manejo y de disposición final de las mismas.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad se ha visto incrementado el uso de antiparasitarios en mascotas, por lo cual debemos tener en cuenta las complicaciones que estos productos de uso veterinario provocan en el medio ambiente. Algunos productos como la ivermectina están prohibidos en algunos países debido a su toxicidad, estos residuos afectan la macrofauna, impidiendo la incorporación de las heces al suelo (Jadán 2003, citado por Carrera, 2015, p. 5).

Una de las propiedades del fluralaner es la alta unión proteica que posee por tal razón la vía de eliminación es a través de las heces por la cual se elimina el 90% de la molécula en forma activa, sin embargo, su metabolismo hepático y renal es mínimo, si bien es cierto el uso de fluralaner es exclusivo de especies domésticas como perros (*Canis Familiaris*) y gato (*felis canis*), sin embargo, existe la utilización de fluralaner en conejos (*Psoroptes cuniculi*) que han sufrido infestación de ectoparásitos (Taenzler et al., 2017, p. 1).

Se debe tener en cuenta que la biodiversidad de la fauna del suelo ha tenido una reducción considerable en los últimos años, en especial los artrópodos esto se debe a los restos de productos de uso veterinario. Ciertos organismos son más susceptibles a ciertos productos en determinados estadios de vida, los efectos indirectos de la droga sobre la mosca doméstica a evidenciado el gran espectro de acción de los productos farmacológicos, produciendo un riesgo potencial tóxico para los organismos que interactúan con la coprofauna (Rivera y Castañeda, 2017 citado por Godoy, 2019, p. 7).

1.2. Justificación

La elaboración de abonos orgánicos principalmente el del humus de la lombriz californiana, son productos ideales para rehabilitar los suelos, además no causan contaminación al medio ambiente. Pero en la actualidad existe el excesivo uso de químicos lo cual estropea el suelo y hace que pierda su valor productivo, al mismo tiempo estas sustancias afectan negativamente al medio ambiente

Las heces fecales caninas forman parte de los residuos sólidos orgánicos no aprovechables en nuestro país, y su presencia en las calles de nuestra ciudad ha aumentado considerablemente convirtiéndose en un foco infeccioso para la población ya que contiene diversos patógenos que

pueden causar enfermedades; estos residuos, que son considerados como peligrosos, debido a los riesgos ambientales y también orgánicos, deben tratarse de la manera más adecuada, ya que al aprovechar los residuos sólidos se logra reducir claramente las toneladas que se colocan en rellenos sanitarios u otro sitio de disposición final, además de, disminuir la emisión de gases, contaminación a los cuerpos hídricos y la degradación de suelos

La utilización de productos para el manejo de parásitos externos en mascotas es muy empleada en la actualidad, razón por la cual debemos hacer un análisis de las complicaciones que tenemos en el medio ambiente con la utilización de este tipo de producto, un ejemplo vivencial de este problema es la utilización de las ivermectinas que de hecho en algunos países ya se ha prohibido por su afectación a la macro fauna que no permite la incorporación de las heces al suelo. Un aspecto poco considerado es la reducción de la biodiversidad de artrópodos ocasionada por los residuos de ciertos productos farmacéuticos veterinarios.

En el caso del fluralaner es un compuesto de isoxazolina que pudiese tener afecciones similares o parecidas a la familia de las ivermectinas en el suelo, razón por la cual este estudio trata de evidenciar si existe o no existe afección de este tipo de productos en la utilización de excretas de animales tratados con fluralaner, tomando en consideración que en otros países ya se está empezando a comercializar este tipo de productos también para animales de interés zootécnico como conejos y las gallinas .

Y también brindar solución al problema del manejo de las heces de canes mediante la biotransformación de estas en humus de lombriz que puedan ser usados para el cultivo de plantas y de esta forma disminuir el impacto negativo que generan al ambiente y la salud de la población; obteniendo un beneficio económico, ambiental y en términos de salud, al poder ser empleadas en la producción de un abono orgánico que favorezca a la rehabilitación de suelos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la macrofauna de los lechos de *Eisenia foetida* (lombriz roja Californiana) sometidas a la descomposición de excretas de caninos tratados con Fluralaner.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la macrofauna de los lechos de *Eisenia foetida* (Lombriz Roja Californiana) a los 0, 15, 30, 45 y 60 días, sometidos a la descomposición de excretas de caninos tratados con Fluralaner comparados con los tratamientos de excretas de conejo y excretas de caninos tratados sin fluralaner.
- Comparar la producción de humus en los diferentes lechos.
- Determinar el análisis químico del humus.
- Efectuar el análisis beneficio/costo de la productividad de humus.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

Realizó el trabajo “Biotransformación de heces fecales de perro a humus por efecto de la lombriz roja californiana (*Eisenia fétida L.*)” el cual fue sustentado en la Universidad Autónoma Chapingo, México – Facultad de Suelos, se planteó como objetivo biotransformar las heces fecales de perro alimentados con croquetas y desperdicio de comida, así como la combinación de estas con papel y paja de maíz a humus, por efecto de la lombriz roja californiana (Atanasio, 2012 citado por Velásquez, 2017, p. 18).

Este trabajo busca plantear una solución al problema causado por el mal manejo de las heces producidas por canes. En cuanto a la metodología, se usó un cuadrante de concreto con divisiones de madera, se usaron también desechos orgánicos como las heces de perros alimentados con croquetas y desperdicios de comida, paja de maíz y papel los cuales fueron madurados por 5 meses para que obtenga condiciones de ser ingeridas por la lombriz y finalmente para la obtención de humus se utilizó a la lombriz roja californiana (Atanasio, 2012 citado por Velásquez, 2017, p. 18).

Concluyéndose que es posible biotransformar las heces fecales de canes por efecto de la lombriz roja californiana, las vermicompostas de estiércol elaborados cumplieron con los requerimientos esenciales de las plantas, sin embargo, debido a la falta de estudios de contenido de patógenos su uso es evocado a plantas ornamentales, respecto al tipo de alimentación de los canes las heces de estos alimentados con croquetas dieron mejores resultados (Atanasio, 2012 citado por Velásquez, 2017, p. 18).

La investigación “Tratamiento de heces caninas para la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en SJL”. Universidad César Vallejo – Lima (Velásquez, 2017, p. 12). Este trabajo de investigación tuvo como objeto determinar la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir de tres tratamientos con heces caninas, para ello se consideró el compostaje como un tratamiento inicial que influye positivamente (Velásquez, 2017, p. 12).

Se determinó que el tratamiento con mayor concentración de heces caninas fue la que obtuvo mejores parámetros. El trabajo consistió 11 también en comparar los resultados de sus tres

tratamientos con la Norma para Humus de México “NMX-FF-109-SCFI-2008” (Velásquez, 2017, p. 12).

Realizaron el trabajo de “Diseño de un digester para generar humus fertilizante a partir de residuos sólidos fecales caninos”, publicado en la “Revista Latinoamericana El Ambiente y las Ciencias” en Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería Química – México. Diseñaron un biodigester para uso doméstico con la finalidad de que transforme los residuos fecales caninos en humus. El trabajo propone el uso de las heces caninas como materia prima para la elaboración de abono fertilizante de suelos (Labastida, et. al 2015 citado por Godoy, 2019, p. 9).

Con respecto a la metodología, esta consistió en hacer perforaciones a un recipiente negro para mantener las condiciones aerobias, a este recipiente se la añadió una capa de hojas secas, seguida de una capa del excremento de los canes con una cubierta de cal, seguida de los desechos de cocina y de un recubrimiento de aserrín. Por último, se regó con 20 ml de agua, al finalizar los 30 días se obtuvo el humus orgánico a partir de heces caninas (Labastida, et. al 2015 citado por Godoy, 2019, p. 9).

En México, DF. el 20 de agosto de 2015. Se crea Composcan el cual es un proyecto Mexicano que busca ser un sistema integral de manejo para las heces caninas que se arrojan diariamente en la Ciudad de México, esto con el objetivo de producir energía eléctrica mediante un biodigester, se pensó en cómo desarrollar un sistema que resolviera este problema, a tal punto que se convirtiera en un beneficio para la sociedad, de esta manera, Olivares Guevara empezó a trabajar en el diseño y elaboración de un contenedor especial donde la gente pudiera depositar los desechos de su mascota, “para ello se hizo una investigación que mostro la costumbre de la gente en el cuidado higiénico de las heces de sus mascotas y la cantidad de mascotas, en la operación, Composcan se haría cargo de la recolección y proceso de los desechos que se hayan depositado en los contenedores durante el transcurso del día, donde se pudo evidenciar que las heces caninas tienden a descompensen rápidamente y generan gran cantidad de gas y se llegó a hacer incluso estimaciones que con aproximadamente dos toneladas de heces caninas se generaría energía para unas 100 viviendas Mexicanas, solo que el proyecto está en fase de pruebas y esperan que pronto puedan implementar el sistema en un espacio físico de la ciudad (Valencia, 2015 citado por Díaz, 2020, p. 21).

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Definición de lombricultura

La lombricultura es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz. Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola. La actividad de las lombrices acelera la descomposición de sustratos, proporcionando macronutrientes y micronutriente que mejoran el crecimiento de las plantas (Zambrano, 2022, p. 7)

La lombricultura es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales (Agromeat, 2017, p. 1).

2.2.1.1. Importancia de la lombricultura

Radica principalmente en dos aspectos: Desde el punto de vista ecológico permite reciclar los desechos orgánicos procedentes de las diferentes actividades que desarrolla el hombre como: Agricultura, ganadería, agroindustria y la basura de las ciudades; y desde el punto de vista económico como una actividad empresarial de baja inversión, mínimo riesgo, fácil administración y alta rentabilidad (Sales, 2020, p. 5).

Ayuda en la producción de materia orgánica, rica en nutrientes y en microorganismos que mejoran la fertilidad del suelo y por lo tanto mejora la productividad de las plantas.

2.2.2.2. Lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*)

El nombre científico de la lombriz roja californiana es *Eisenia foetia*, pertenece al orden de los oligoquetos (que significa: oligo = escaso y queto = pelo) por alusión a las diminutas filas de cerdas que recorren su cuerpo (Cabrera, 1998 citado por Rojas, 2005, p. 10).

La lombriz roja californiana es una variedad obtenida mediante cruces genéticos con diversas lombrices, es un gusano que vive sobre la superficie del suelo se alimenta de hojas secas y estiércol en descomposición. Las lombrices son hermafroditas, poseen tanto órganos femeninos como masculinos, sin embargo, los individuos deben cruzarse para intercambiar gametos. Respira por medio de la piel, no soportan la luz, no posee dientes (Cabrera, 1998 citado por Rojas, 2005, p. 10).

Es la más usada en la lombricultura debido a su rusticidad, tolerancia a los factores ambientales, alta tasa de crecimiento, alta eficiencia productiva y a su fácil manejo (López et al., 2013, p. 82). Este anélido caracterizado por ser hermafrodita puede llegar a producir grandes cantidades de lombrices por año estando en las condiciones ópticas de temperatura, humedad, pH (Cuzco, 2019, p. 2).

2.2.2. Humus

El humus de lombriz es la deyección de la lombriz “la acción de las lombrices da al fundamento un valor agregado”, así se lo valora como un abono completo y eficaz para mejorar el suelo”. El lombricompostado tiene un aspecto terroso, de color café oscuro, homogéneo e inodoro, de esta manera facilita su manipulación, se dice que el humus es uno de los fertilizantes más completos porque aportan todos los nutrientes para la dieta de las plantas, de los cuales carecen muy frecuentemente los fertilizantes químicos (Ochoa, 2003 citado por Rojas, 2005, p. 11).

El abono contiene una gran riqueza bacteriana, desarrollando su ciclo biológico en pequeños espacios, se adapta a un amplio rango de condiciones edafoclimáticas (Bravo et, al., 2018 citado por Cuzco, 2019, p. 2).

Contiene un mayor contenido mineral y un mayor número de componentes tales como: enzimas, hormonas, vitaminas, población microbiana, entre otras; hablando nutritivamente el humus de la lombriz roja californiana es más rico que el humus del suelo, ya que es cinco veces más rico en nitratos, dos veces más rico en Ca, dos puntos cinco veces más en Mg, siete veces más en P y once veces más en K que el humus de un suelo de alta calidad (Pineda, 2017 citado por Zambrano, 2022, p. 9).

Su producción en los últimos años ha tomado gran importancia, ya que mejora las características físico- químicas del suelo, pero sobre todo por ser un abono orgánico de alta pureza. El humus de lombriz es una alternativa interesante para nutrir a los cultivos, además de ser uno de los abonos orgánicos más completos e integrales que se conocen en la actualidad, cuyo manejo también es sencillo, así como su obtención (Fertilab, 2015, p. 2).

2.2.2.1. Características del humus de lombriz

- Vivifica el suelo, debido a la gran flora microbiana que contiene 2 billones de colonias de bacterias por gramo de humus de lombriz.

- La microflora permite que se realice la producción de enzimas importantes para la evolución de la materia orgánica en el suelo.
- El alto contenido de ácidos fúlvicos favorece a la asimilación casi inmediata de los nutrientes minerales por las plantas.
- Permite mejorar la estructura del suelo, favorece a la aireación, permeabilidad, retención de humedad y disminuye la compactación del suelo.
- Los agregados del humus de lombriz son resistentes a la erosión hídrica (Fertilab, 2015, p. 3).

2.2.2.2. *Beneficios del humus de lombriz*

- El humus de lombriz producido en condiciones idóneas aporta grandes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) a comparación de otros abonos orgánicos. De estos nutrientes que el humus aporta una parte se almacenan como reserva en el suelo y la otra parte absorbida por las plantas o cultivos.
- El humus de lombriz contiene gran número de microorganismos los cuales resultan beneficiosos para el suelo ya que permiten procesar mejor los nutrientes ayudando a incrementar la producción de los cultivos que se encuentran en el suelo tratado con humus de lombriz.
- Los ácidos húmicos y fúlvicos presentes en el humus de lombriz mejoran considerablemente las condiciones del suelo aumentando la capacidad de retención de agua de un 5 a 30 %. En pocas palabras el suelo tratado con humus de lombriz retiene mayor humedad.
- La absorción de calor por parte del suelo se ve incrementado a consecuencia del color oscuro del humus de lombriz, esta característica también neutraliza las sustancias contaminantes del suelo contaminado por productos químicos (insecticidas) desintoxicándolo y haciéndolo fértil.
- Este abono orgánico mejora notablemente la estructura de los suelos principalmente aquellos suelos empobrecidos por el uso excesivo de insecticidas o monocultivo.
- Contiene sustancia (humatos, rizógenos y filhormonas) que aceleran la germinación de las semillas. Asimismo, estimulan el crecimiento en los cultivos reduciendo los periodos de producción.
- Este nutriente orgánico (humus de lombriz) contiene gran variedad de microelementos. Dicho en otro modo, es un abono completo que aporta las sustancias necesarias a la planta.
- Promueve el desarrollo de las raíces y hojas, aumentando la productividad de la planta y de sus frutos.
- El uso del humus de lombriz busca reducir la aplicación de abonos artificiales o inorgánicos

de manera progresiva (Godoy, 2019, p. 21).

2.2.3. Estrategias de aprovechamiento de materia fecal

Dentro de las alternativas viables que se presentan para el aprovechamiento de los residuos orgánicos se encuentra la técnica de compostaje y lombricompostaje, debido a que residuos como: estiércol de animales, restos de cultivos o biorresiduos domésticos, son susceptibles a reincorporarse al suelo para uso en jardines ornamentales y productivos, agricultura urbana, recuperación de tierras degradadas, entre otros. En otras palabras, el compostaje y la lombricultura conforman uno de los mejores usos que se le puede dar a los residuos orgánicos, ya que su empleo como recurso primario es fundamental para la formación de la vida en plantas. Entre sus ventajas se encuentra, que son metodologías de fácil aplicación, bajo costo y que pueden ser implementadas a nivel domiciliario, multifamiliar y por pequeños productores (Martínez et al., 2014, p. 16).

Otra estrategia factible, es la implementación de un biodigestor, es un contenedor cerrado, hermético e impermeable (Llamado reactor). Al procesar el estiércol de los animales y los residuos orgánicos dentro, es posible producir combustible (biogás) y un abono orgánico de alta calidad y de fácil aplicación. El proceso de biodigestión es un método eficiente y de bajo costo para la producción de energía renovable y limpia; sin embargo, requiere de la disposición de áreas especiales para la ubicación del equipo (Becerra y Sánchez, 2020, p. 19).

2.2.4. Clasificación de la fauna del suelo

El suelo está habitado por una gran variedad de fauna, la cual se clasifica en tres principales grupos que han sido establecidos con base en su talla, los efectos que tienen en el suelo y su función dentro de la cadena trófica (de la Cruz, 2013, p. 9.)

Para reducir la complejidad de la clasificación de la fauna del suelo se han realizado varias clasificaciones que comprenden el tamaño corporal de la biota del suelo, la distribución vertical de los organismos; la función de los organismos en el suelo, y los grupos taxonómicos de la fauna del suelo (Chamorro, 2001 citado por Ortiz y Ruano, 2012, p. 18).

2.2.4.1. Clasificación de la biota del suelo de acuerdo con el ancho corporal

De acuerdo con el ancho corporal, esta clasificación se extiende de los protozoarios más pequeños de 1 – 2 μm a los megagusanos, las categorías de tamaño corporal son (Ortiz y Ruano, 2012, p. 19).

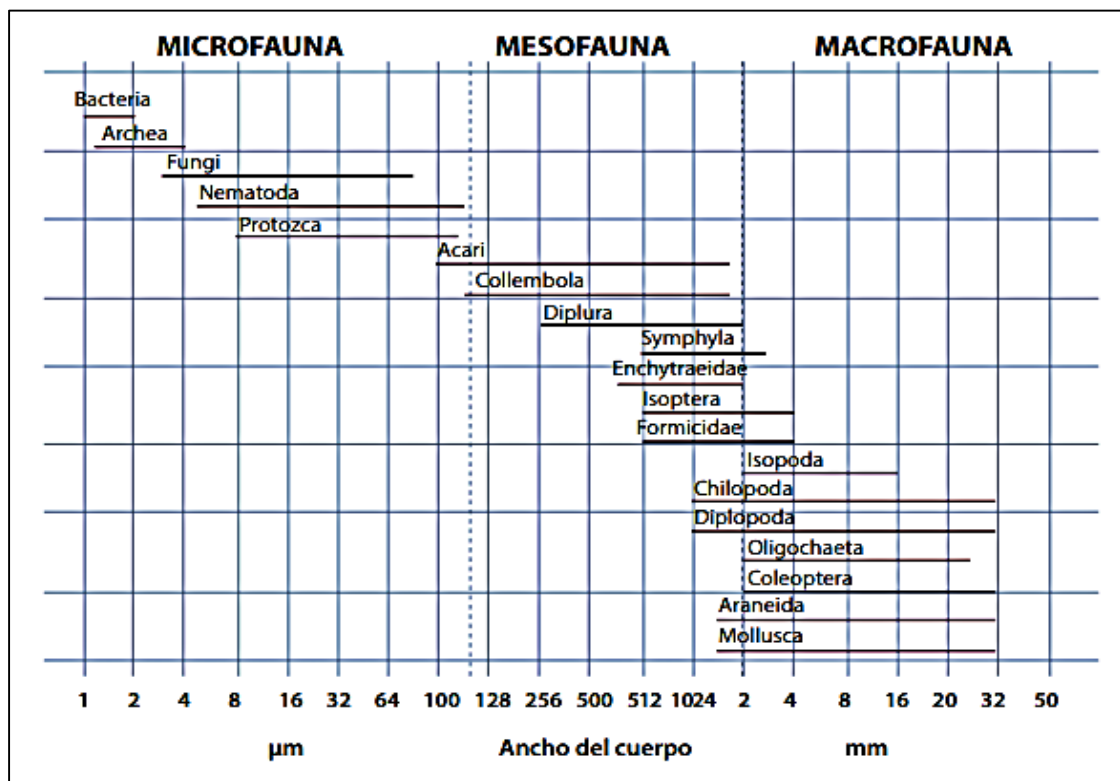


Ilustración 2-1: Clasificación esquemática de la biota edáfica basado en el tamaño del cuerpo

Fuente: (Ordúz et al., 2020, p. 30).

- *Microfauna*

Son los organismos con un ancho de cuerpo menor a 100 micras. Comprende los invertebrados (Protozoa, Nematoda y Rotifera) que viven en el agua libre y películas de agua que recubren las partículas del suelo. El movimiento de estos organismos depende de la textura del suelo, de la disponibilidad de poros y de la distribución del agua. Debido a su pequeño tamaño tienen habilidad limitada para modificar directamente la estructura del suelo y poca capacidad para desarrollar mutualismos significativos. Sin embargo, afectan la disponibilidad de nutrientes a través de sus interacciones con los microorganismos del suelo. Los nematodos son importantes componentes de este grupo y son los invertebrados más abundantes en muchos suelos (Zerbino y Altier, 2015, p. 19).

Ellos tienen diversas estrategias de alimentación, algunos se alimentan de raíces, otros de microorganismos (bacterias y hongos) o de pequeñas presas incluyendo otros nematodos. En el caso de protozoarios y nematodos que se alimentan de hongos y bacterias que viven en el suelo, la intensidad de alimentación determina que el número de microorganismos se pueda reducir o

incrementar y, con ello la velocidad de mineralización de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes (Zerbino y Altier, 2015, p. 19).

La importancia de los protozoarios en ecosistemas terrestres resulta principalmente de sus actividades de alimentación. Mientras que los hábitos de alimentación de protozoarios en el suelo son todavía inciertos, se piensa que la mayoría se alimenta de bacterias, aunque también se consideran los fungívoros, los protozoarios depredadores, y los protozoarios saprófitos que absorben compuestos solubles (Ortiz y Ruano, 2012, p. 19).

Las funciones ecológicas de los microorganismos del suelo incluyen beneficios como: mineralización de nutrientes, descomposición de la materia orgánica, degradación de tóxicos y regulación de agentes patógenos (Chamorro, 2022, p. 15). Incluye organismos acuáticos menores de 0,1 mm: nemátodos, protozoos y rotíferos, los cuales viven en el agua contenida entre las partículas del suelo (Flores, 2016, p. 47).

- *Mesofauna*

Incluye organismos que miden entre 0.1 y 2 mm de ancho corporal, estos organismos viven y se mueren en el mantillo, hendiduras del suelo y poros (Ortiz y Ruano, 2012, p. 19). Son microartrópodos (ácaros, collembolos, pequeños insectos, arañas) y pequeños oligoquetos. Tienen un ancho de cuerpo entre 100 micras y 2 mm. Se mueven libremente, constituyendo un grupo muy diverso, con diferentes estrategias de alimentación y funciones en los procesos del suelo. Pueden ser desde bacteriófagos hasta depredadores, pudiendo afectar la velocidad de descomposición y mineralización de la materia orgánica (Zerbino y Altier, 2015, p. 19).

Su efecto sobre la estructura del suelo es limitado, aunque pueden ser importantes en la formación de microagregados de algunos suelos. La mesofauna de mayor tamaño es más activa, afectando la porosidad del suelo a través de actividades de excavación y en la agregación mediante la producción de pellets fecales. Pueden colonizar todo el perfil del suelo, aunque en densidades reducidas (Zerbino y Altier, 2015, p. 19).

Los organismos de la mesofauna perciben las perturbaciones naturales y antrópicas generadas por el medio, estos ocasionan cambios en la riqueza y abundancia como pérdida y diversidad de especies generando baja estabilidad y fertilidad (Corrales, et al., 2018 citado por Chamorro, 2022, p. 26). Agrupa individuos microscópicos entre 0,2 y 2 mm: ácaros del suelo, colémbolos, proturos, dipluros, psicópteros, tisanópteros o trips, paurópodos, sínfilos y enquitreidos (Flores, 2016, p. 47).

- *Macrofauna*

Está compuesta por invertebrados que poseen una longitud igual o mayor de 10 mm y un ancho de cuerpo mayor de 2 mm, por lo que se pueden detectar a simple vista. Vive también dentro del suelo o inmediatamente sobre él (Cabrerá et al., 2017, p.2). Lo integran formicidos (hormigas), isopodos (bicho bolita), isóptera (termitas), quilópodos (cienpies), diplópodos (milpies), insectos (adultos y larvas), oligoquetos (lombrices) y moluscos (caracoles y babosas) (Zerbino y Altier, 2015, p. 19).

Operan en escalas de tiempo y espacio mucho más grandes que los grupos anteriores. La mayoría de ellos tienen un ciclo biológico largo, movimientos lentos y poca capacidad de dispersión, así como baja tasa reproductiva. Los hábitos de alimentación varían considerablemente dentro y entre grupos: fitófagos, detritívoros, depredadores y geófagos, entre otros (Zerbino y Altier, 2015, p. 19).

Estos grandes invertebrados se mueven libremente, pueden cavar el suelo y crear grandes poros. Las actividades físicas (mezcla del mantillo con el suelo, construcción de estructuras y galerías, agregación del suelo), así como sus actividades metabólicas (utilización de fuentes orgánicas disponibles, desarrollo de relaciones mutualistas y antagonistas), afectan muchos procesos del suelo. Entre éstos, mejoran la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes en la rizosfera, modifican sustancialmente la estructura del suelo a través de la formación de macroporos y agregados, lo que afecta la tasa de infiltración y de aereación (Zerbino y Altier, 2015, p. 19).

Estos procesos mejoran las propiedades funcionales del suelo, promoviendo el crecimiento de las plantas, mejorando la distribución del agua en el perfil y disminuyendo la contaminación ambiental (Zerbino y Altier, 2015, p. 19). Debido a la importancia de la macrofauna en el suelo, esta ha recibido mucha atención y se están generando más estudios en el contexto de cambio global, y se le considera como bioindicadores de la calidad del suelo ya que perciben los cambios ambientales que pueden ocasionar variación en su abundancia y composición (Machado et al., 2020 citado por Chamorro, 2022, p. 26).

2.2.4.2. Clasificación de acuerdo con la distribución vertical de los organismos del suelo

La macrofauna puede además subdividirse “en organismos epigeos, endogeos y anécicos, presentando cada categoría un papel diferente en el funcionamiento del ecosistema edáfico (Flores,

2016, p. 53). Los macroinvertebrados de acuerdo con los recursos que utilizan y su distribución vertical en tres categorías (Ortiz y Ruano, 2012, p. 20).

- *Epigéicos*

Viven y se alimentan en la superficie del suelo. Estos invertebrados afectan la fragmentación de la hojarasca y la liberación de nutrientes, pero no redistribuyen activamente materiales vegetales (aunque el material fragmentado puede ser fácilmente transportados por el viento o agua que el material del cual se derivó). Esas especies son principalmente artrópodos (miriápodos, isópodos, o lombrices pequeñas y completamente pigmentadas) (CIAT/TSBF-LAC, 2015, p. 1). La función primordial de los epigeos es fragmentar la hojarasca y promover su descomposición (Flores, 2016, p. 53).

- *Anécicos*

Los anécicos, representados por las lombrices de tierra, los termes y las hormigas, se alimentan principalmente de la hojarasca de la superficie (también pueden ingerir estiércol de ganado o excretas de otros invertebrados), pero viven en el suelo formando redes semipermanentes de galerías y a veces nidos como vivienda y lugar para acumular recursos (Flores, 2016, p. 54).

Para construir las galerías, ingieren o transportan grandes cantidades de suelo que alteran la agregación del suelo y producen galerías abiertas hacia la superficie del suelo que promueven la oxigenación e infiltración del agua. Sin embargo, el papel principal de los anécicos está en la reubicación de la hojarasca, cambiando la dinámica de su descomposición y su distribución espacial (Flores, 2016, p. 54).

Pueden distribuir cantidades considerables de suelo, elementos minerales y materia orgánica, también realizan excavaciones subterráneas y nidos que les sirven de refugio (Ortiz y Ruano, 2012, p. 20).

- *Endogéicos*

Viven en el suelo y se alimentan en su mayor parte de él (geófagos) o de raíces vivas o muertas. Representados principalmente por las lombrices de tierra geófagas y los termes, viven en el suelo y se alimentan de materia orgánica o de raíces (vivas o muertas). Debido a la baja cantidad y calidad de los recursos nutritivos del suelo, suelen seleccionar partículas más ricas en C y tienen que ingerir grandes cantidades de suelo para alimentarse, produciendo consecuentemente amplias

galerías y abundantes excretas de diferentes tamaños y composiciones físico-químicas y biológicas. Las galerías pueden llegar a ser muy profundas y representar una parte importante de la macroporosidad del suelo. Las excretas pueden estar depositadas dentro del suelo o en la superficie y a veces son concentradas en forma de nidos (Flores, 2016, p. 54).

No crean galerías permanentes, son las principales responsables de la agregación del suelo y la estabilización de la materia orgánica. Viven en el perfil del suelo, se alimentan básicamente de materia orgánica y tienen tamaños y cuerpos variados sin pigmentación (Baretta et al., 2011, p. 124).

2.2.4.3. Clasificación de la fauna del suelo en grupos funcionales

Las funciones que cumplen los invertebrados del suelo dependen, en gran medida, de la eficacia de su sistema digestivo, el cual depende a su vez, del tipo de interacción que mantiene con la microflora del suelo (Flores, 2016, p. 50). Se pueden distinguir tres grandes grupos funcionales de invertebrados.

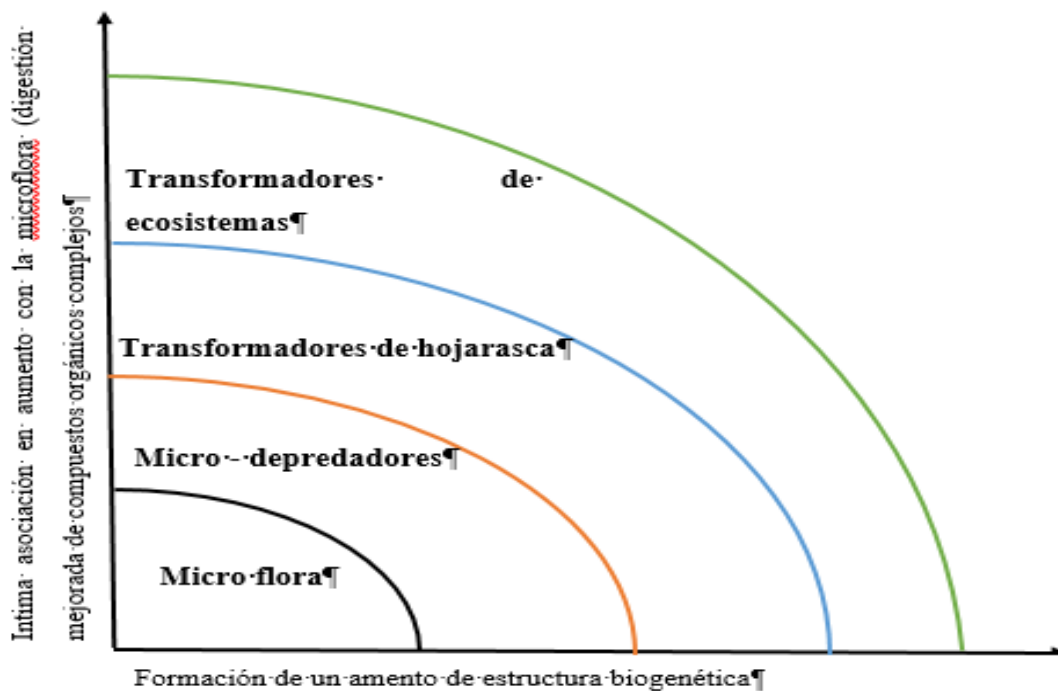


Ilustración: 1-2: Relaciones de interacción entre los organismos del suelo

Fuente: (Jiménez et al., 2013, p. 3).

- *Micro depredadores*

Este grupo incluye a los invertebrados más pequeños, los protozoos y los nematodos. Estos organismos no producen estructura órgano-mineral alguna y su efecto principal es estimular la mineralización de la materia orgánica (Jiménez et al., 2013, p. 4).

- *Transformadores de la hojarasca*

En este grupo se encuentran los representantes de la mesofauna y de parte de. Cuando estos invertebrados reingieren sus deyecciones, que sirven de incubadoras de la microflora, asimilan los metabolitos liberados por la acción microbiana (Jiménez et al., 2013, p. 4).

- *Depredadores*

Se caracterizan por alimentarse de otros invertebrados, son eslabones de la producción primaria y la descomposición, de gran impacto para los diferentes miembros del ecosistema. Se consideran depredadores a las arañas, pseudoescorpiones, ciempiés y varias familias de coleópteros (Pozo, 2021, p. 33). Modifican el equilibrio de sus poblaciones y el balance entre estas y los recursos disponibles del ecosistema (Lema, 2016, p. 9).

- *Ingenieros del ecosistema*

Son aquellos organismos que producen estructuras físicas con las cuales modifican la disponibilidad o accesibilidad de un recurso para otros organismos. Su actividad y la producción de estructuras biogénicas pueden modificar la abundancia o la estructura de otras comunidades de organismos (Flores, 2016, p. 51).

Los ingenieros existen mayormente en el interior del suelo y son responsables de la formación de poros, de la oxigenación y de la infiltración de agua, producto de las redes de galerías que construyen. También posibilitan la transformación de la materia orgánica por su interacción con algunos microorganismos. Influyen en el proceso de agregación y formación de la estructura del suelo gracias al aporte de sus heces fecales, que son el producto de la mezcla en sus intestinos de material mineral (arena y arcilla) y orgánico del suelo, constituyendo reservorios de nutrientes (Lema, 2016, p. 10).

Son responsables de la formación de poros, de la oxigenación del medio edáfico, de la infiltración de agua y de la formación de organizaciones biogénicas que ayudan a la regulación de otras poblaciones de organismos.

2.2.5. Principales grupos taxonómicos de la fauna del suelo

La edafofauna en Colombia esta agrupada en 5 Phylla entre ellos: Arthropoda, Annelida, Mollusca, Nematoda y Chordata, 11 clases, 54 órdenes y 274 familias. Los organismos más representativos tanto de la mesofauna como de la macrofauna edáfica pertenecen a los Phylla Arthropoda y Annelida, por tal razón en este documento se hará referencia a estos dos Phylla y a sus clases y ordenes distintivos. Ellos contribuyen con su trabajo al desarrollo del suelo y a la conservación de su fertilidad. A continuación, se presenta la clasificación taxonómica de la biota edáfica (Ortiz y Ruano, 2012, p. 22).

Tabla 2-1: Principales grupos taxonómicos del suelo

PHYLLUM	SUPER-CLASE	CLASE	ORDEN
		Arachnia	Araneae
			Acari
	Myriapoda	Chilopoda	
		Diplopoda	
		Crustacea	Isopoda
			Collembola
ARTHROPODA		Insecta	
			Coleoptera
			Hymenoptera
			Isóptera
			Lepidóptera
			Orthoptera
			Diptera
			Dermaptera
			Hemíptera
			Oligochaeta
ANNELIDA			
MOLLUSCA		Gastropoda	

Fuente: (Zerbino, 2010, p. 37).

2.2.5.1. Phylum Arthropoda

Son el filo más diverso de los metazoos (animales pluricelulares), con más de un millón de especies descritas. Incluyen, entre otros grupos, a las arañas, insectos, crustáceos y miriápodos. Son animales segmentados, y se caracterizan por poseer un esqueleto externo articulado compuesto de quitina, con apéndices con musculatura propia en posición ventrolateral, pareados en cada uno de los segmentos. Al ser rígido este exoesqueleto no permite el crecimiento, que se realiza mediante mudas, es decir, se desecha el exoesqueleto que se ha quedado pequeño, y se forma otro adecuado al mayor tamaño del individuo en crecimiento (Ribera et al., 2015, p. 1).

Entre las funciones de algunos Arthropoda edáficos se encuentran algunos que reingieren sus pellets para absorber los compuestos liberados por los microorganismos y, ocasionalmente, parte de la biomasa microbiana.

- *Clase insecto*

En el transcurso de su vida los insectos soportan modificaciones en su forma a este fenómeno se le conoce como metamorfosis que puede ser completa, este caso comprende diferentes estados como: huevo, ninfa, larva, pupa y adulto, se dice que son insectos holometábolos. Cuando la metamorfosis es simple o incompleta los organismos se caracterizan por que los estadios juveniles e inmaduros asemejan al adulto, en este caso son organismos hemimetábolos (Ortiz y Ruano, 2012, p. 23).



Ilustración 2-3: Metamorfosis del coleóptero Scolytidae

Fuente: (Ross, 1982, p. 215).

En los insectos adultos se distinguen tres regiones generalmente bien definidas: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza, es la primera parte del cuerpo y en ella se encuentra el aparato bucal, los ojos y las antenas. El tórax, es la segunda región del cuerpo, está formada por tres segmentos a los que se les denomina protórax, mesotórax y metatórax. En cada segmento casi siempre se

localiza un par de patas, la mayoría de los adultos cuentan con tres pares de patas articuladas que están formadas por las siguientes piezas: coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso. La función principal de las patas es la locomoción. El abdomen es la tercera sección del cuerpo y en ella se encuentra un número variable de segmentos dependiendo del orden (Ortiz y Ruano, 2012, p. 22).

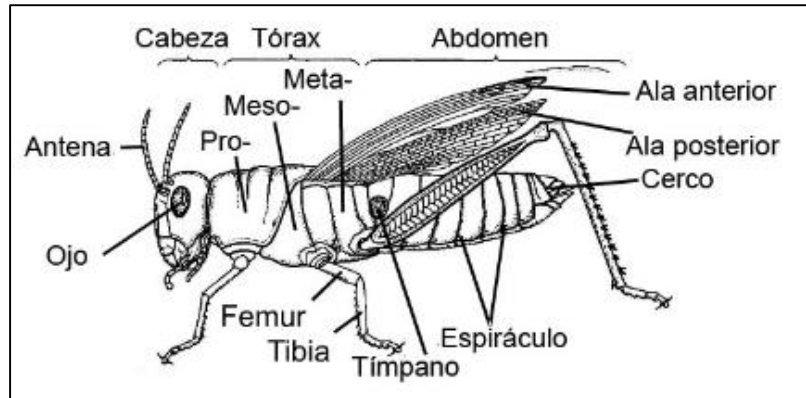


Ilustración 2-4: Morfología del saltamontes

Fuente: (Méndez, 2014, p. 1).

- *Orden Collembola*

Está constituido por pequeños artrópodos hexápodos sin alas, provistos de antenas, seis segmentos y dos apéndices abdominales particulares. Uno es la furca caudal, que actúa como un resorte o muelle que les permite saltar y tiene su propio “broche de seguridad”, el tenáculo, que se encuentra en el tercer segmento abdominal salvo en las formas sin furca. El otro es el tubo ventral o colóforo en el primer segmento abdominal que cumple funciones respiratorias, de adhesión y de captación de agua (Momo y Falco, 2015, p. 2).

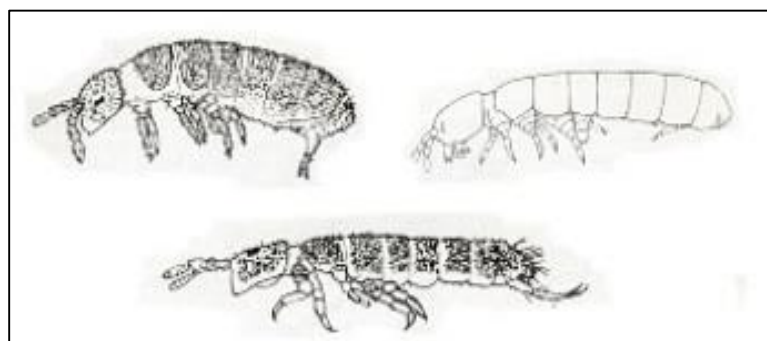


Ilustración 2-5: Aspecto general de los collembola

Fuente: (Momo y Falco, 2015, p. 1).

Los colémbolos son pequeños (rara vez sobrepasan los 8 mm de longitud), tienen ojos simples (no más de ocho a cada lado de la cabeza) y se alimentan de vegetación en putrefacción o de la

microflora del suelo (hongos y algas fundamentalmente). Existen unas 3000 especies en los suelos. Los sexos son separados y la fecundación es indirecta: el macho produce espermátóforos que son recogidos por las hembras. El desarrollo es ametábolo, es decir que no presentan metamorfosis y los juveniles son anatómicamente similares a los adultos sólo que más pequeños y generalmente sin pigmentación (Momo y Falco, 2015, p. 1).

Cualquier muestra de suelo, sobre todo dónde hay abundante hojarasca, contiene cientos de colémbolos. Es bastante sencillo separarlos por flotación ya que la presencia de sustancias hidrófobas en su cutícula hace que floten y se amontonen en manchoncitos en la superficie del agua. Las especies con furca bien desarrollada son fáciles de distinguir por sus movimientos de salto (Momo y Falco, 2015, p. 2).

Los colémbolos son insectos que viven en el suelo, por lo general, se alimentan de material vegetal en descomposición, excretas de artrópodos, polen, etc. Algunas especies se alimentan de nematodos o de microorganismos como tardígrados y rotíferos. Sus desechos influyen en procesos húmicos, mejorando las características del suelo e interviniendo los ciclos de nutrientes; sirven de alimento para escarabajos, hormigas, ácaros depredadores y arañas. Poseen una gran adaptación a diferentes ambientes permitiendo una mayor propagación en desiertos o regiones polares, también en zonas tropicales y templadas (Palacios, 2014 citado por Zambrano, 2021, p. 24).

- *Orden Coleoptera*

Los coleópteros o escarabajos poseen piezas bucales masticadoras y un caparazón duro (esclerotizado), los adultos tienen alas delanteras no funcionales para volar esclerotizadas (élitros), que sirven para la protección total o parcial del abdomen y de las alas secundarias membranosas aptas para el vuelo (Zambrano, 2021, p. 24).

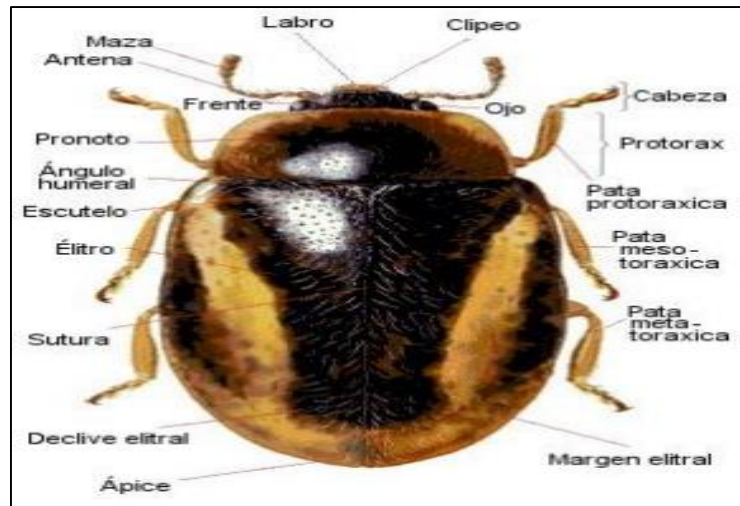


Ilustración 2-6: Morfología del coleóptero *Nothocolus omissus*

Fuente: (González, 2006, p. 25).

Los coleópteros son un orden de insectos que habitan todo tipo de ecosistema, y se alimentan de insectos y plantas. La mayoría son fitófagos se alimentan del follaje, raíces, flores o polen; otros son depredadores, carroñeros y parasitoides (Zambrano, 2021, p. 24-25). Pueden tener tamaños muy variados, desde menores de 3 mm hasta 170 mm. En la mayoría de las especies adultas de este grupo, la cabeza es redondeada, tienen una especie de “cuello” que articula la cabeza al cuerpo, los ojos están a los lados y son compuestos; aunque son bastante diferentes entre familias, todos tienen antenas bien desarrolladas y piezas bucales para masticar (Baretta et al., 2011, p. 125).

Se identifican fácilmente porque tienen élitros, alas de consistencia córnea que pueden cubrir y ser membranosas cuando están en reposo. Este grupo incluye organismos conocidos popularmente como escarabajos, luciérnagas y luciérnagas; en este último encontramos la luminiscencia que se obtiene de una reacción química. Se distribuyen por todo el mundo en los más diferentes entornos. En el suelo, los escarabajos se pueden dividir en depredadores, fitófagos y saprófagos (Baretta et al., 2011, p. 125).

También juegan un papel importante en la reducción de excretas y residuos de origen animal y vegetal, facilitando la descomposición. El popularmente conocido “escarabajo pelotero” (Coleóptera: *Scarabeidae*) juega un papel importante en la descomposición de los desechos y promueve la aireación del suelo, el transporte de materia orgánica y juega un papel importante en el control biológico, como en el caso del control de la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*), al alterar la estructura de las heces del ganado y el hábitat de las larvas de estas moscas (Baretta et al., 2011, p. 125).

La cantidad de materia orgánica incorporada al suelo está directamente relacionada con el tamaño de los individuos. Las familias de coleópteros (Scarabeidae) son los principales prestadores de servicios ambientales en los ecosistemas, como la excavación y posterior acumulación de materia orgánica, y pueden incorporarse al suelo a diferentes profundidades (Baretta et al., 2011, p. 125).

En el suelo se encuentran tanto larvas como adultos. Los escarabajos pueden desarrollar todo su ciclo de vida en el suelo o solo vivir durante su fase larval, y una vez que alcanzan el estado adulto cambiar de ambiente. Las larvas de escarabajos, en comparación con las larvas de otros insectos presentan la cabeza con sus piezas bucales de tipo masticador y los tres pares de patas bien diferenciados (Lema, 2016, p. 16).

Es importante mencionar a los coleópteros coprófagos, cuyo principal alimento es el excremento de vertebrados y en especial de mamíferos. Sin embargo, algunas familias poseen hábitos alimenticios diferentes del excremento. Por ejemplo, las especies de *Scarabidae* aprovechan carroña, además de hojarasca y frutas en descomposición. La actividad de estos coleópteros está estrechamente ligada a procesos naturales importantes en el funcionamiento de los ecosistemas. El aprovechamiento que hacen de las heces, ayuda al reciclaje de nutrientes y remoción del suelo (Ortiz y Ruano, 2012, p. 26).

- *Orden Hymenoptera*

Dentro de este orden, la familia más importante en el suelo es Formicidae, que incluye a las hormigas, las cuales, en general, no representan daños severos a los cultivos agrícolas, a excepción de algunas especies de hormigas, como las hormigas. Este grupo de organismos está organizado en una sociedad con tres posiciones jerárquicas, reinas, machos y obreras (Baretta et al., 2011, p. 126).

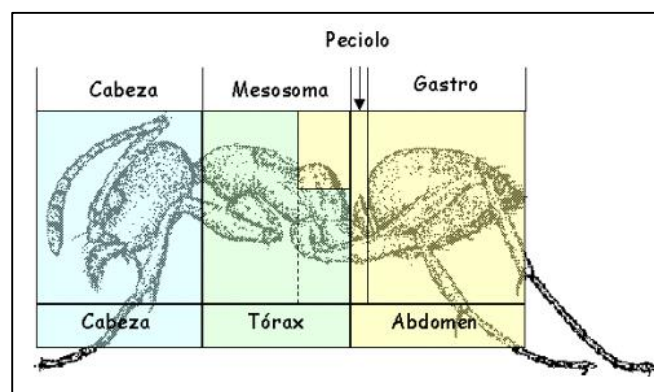


Ilustración 2-7: Morfología de himenóptero

Fuente: (Gómez et al., 2007, p. 2).

Considerados los insectos más evolucionados, tienen una cabeza bien desarrollada, separada del cuerpo y conectada al tórax por un "cuello". Las antenas están bien desarrolladas y abigarradas y las piezas bucales pueden ser del tipo masticador. Algunos de estos insectos tienen alas membranosas (Baretta et al., 2011, p. 126).

Juegan un papel importante en la estructura del suelo, construyendo hormigueros, galerías subterráneas y transportando materia orgánica desde la superficie a las capas más profundas del suelo, influyendo en el ciclo de nutrientes disponibles para las plantas y los microorganismos del suelo. El hábito de construir galerías tiene una gran influencia en la capacidad de almacenamiento y distribución del agua en el suelo. Por otro lado, el grupo se caracteriza por ser el principal depredador de microartrópodos en el suelo, pudiendo actuar en la regulación de poblaciones y control biológico (Baretta et al., 2011, p. 126).

- *Orden Isoptera*

La cabeza de estos insectos es de color oscuro y de tamaño pequeño a muy grande, piezas bucales masticadoras. Ojos compuestos bien desarrollados, pero a veces están reducidos; antenas de muchos segmentos, cortas o largas. El protórax es más pequeño que la cabeza. En las formas aladas, las alas tienen igual forma y venación, son del mismo tamaño. El insecto tira las alas cuando ya no las necesita. El abdomen tiene 10 segmentos y cerco de dos a ocho segmentos. Son de metamorfosis completa. Los Isóptera viven en colonias formadas por castas de obreras, soldados y reproductores en nidos que hacen en el suelo, en troncos y ramas de árboles (Ortiz y Ruano, 2012, p. 28).

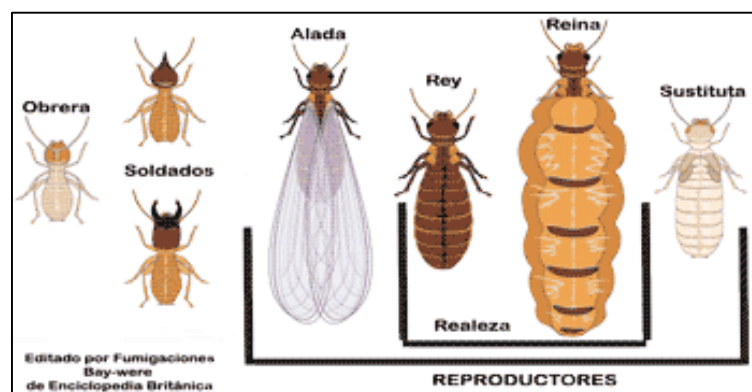


Ilustración 2-8: Casta de una colonia de termitas

Fuente: (Salazar, 2015, p. 3).

Las termitas, también conocidas como termitas o aleluyas, son uno de los grupos más importantes de la fauna del suelo, ya que influyen en la estructura del suelo. Ocurren principalmente en zonas tropicales, pero también en ambientes templados y desiertos (Baretta et al., 2011, p. 126).

Son insectos que se organizan en colonias y todos los individuos realizan una función según su especialización, morfología y fisiología. Tienen la cabeza libre, de tamaño variable y ojos compuestos. Las termitas superiores desarrollan alas (pares), tienen antenas y piezas bucales bien desarrolladas y una estructura llamada "fontanela", en la que hay una glándula que segrega un líquido espeso y viscoso que les sirve de defensa (Baretta et al., 2011, p. 126).

Considerando la respuesta de las termitas a los cambios de hábitat, estos insectos pueden ser buenos bioindicadores del uso y manejo del suelo. El manejo en agroecosistemas, en un sentido amplio, debe preservar sus efectos positivos sobre el suelo y, al mismo tiempo, prevenir problemas de daño a los cultivos (Baretta et al., 2011, p. 127).

- *Orden Lepidoptera*

Solamente los estados larva y pupa de las mariposas tienen relación directa, aunque pasiva con el ambiente edáfico, a través de sus hábitos alimenticios de tipo fitófago. Los Lepidóptera son insectos de holometábolos. Las larvas de los Lepidóptera generalmente tienen una cabeza desarrollada provista de ocelos laterales; tórax con patas segmentadas o carnosas, abdomen de 10 segmentos, llevando por el lado ventral varios pares de falsas patas. Las larvas generalmente pertenecen a las familias Sphingidae, Noctuidae y Aegeriidae, Gelechiidae, Hepialidae e Incurvaridae. Se alimentan de follaje, tallos raíces y frutos de plantas mientras algunas especies hacen túneles en tallos, frutos, hojas y se denominan minadores (Ortiz y Ruano, 2012, p. 28).

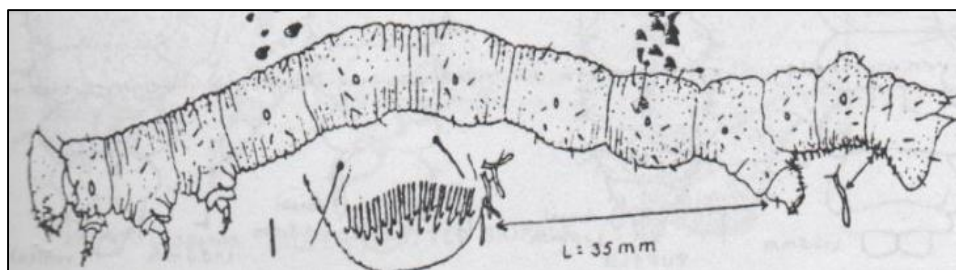


Ilustración 2-9: Larva de Lepidoptera

Fuente: (Peterson, 1960, p. 29).

- *Clase Arachnida*

Está conformada por un grupo diverso de Arthropoda y ampliamente distribuido. Incluye ácaros, arañas, Opiliones, pseudoescorpiones, escorpiones entre otros. Son depredadores de Collembola, Enchytraeidae, ácaros y muchos otros pequeños invertebrados de la hojarasca y del suelo (Momo y Falco, 2015, p. 2).

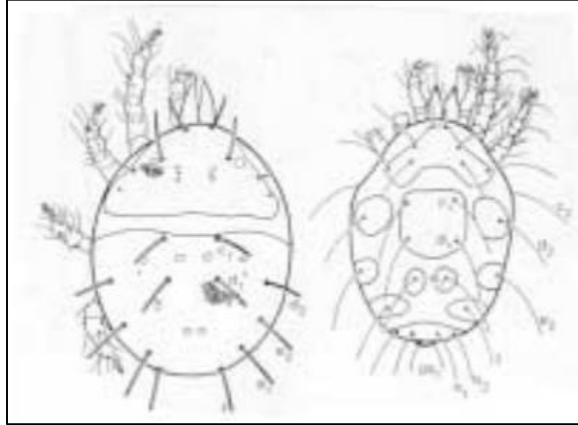


Ilustración 2-10: Aspecto general de los ácaros

Fuente: (Momo y Falco, 2015, p. 2).

Podemos ubicar al Orden Acarina, es decir los ácaros. Estos pequeños arácnidos de no más de 2 o 3 mm de longitud no presentan casi segmentación evidente, aunque se suele distinguir un gnatosoma y un idiosoma. El gnatosoma contiene las piezas bucales (quelíceros) y los pedipalpos. El idiosoma contiene entre tres y ocho pares de patas (la mayoría de las veces, cuatro) y los orificios genitales. Los estigmas traqueales, en número variable, se abren en distintas partes del cuerpo y esto permite definir y distinguir los subórdenes. Se han descrito unas 45.000 especies y se estima que éstas representan sólo el 5 % de las que existen (Momo y Falco, 2015, p. 2).

- *Orden Araneae*

Los arácnidos (arañas y escorpiones), han perpetuado una gran diversidad de ecosistemas, siendo parásitos, depredadores, fitófagos, omnívoros y necrófagos; estos organismos se caracterizan por tener hábitos diurnos y nocturnos, terrestres o acuáticos, poseen glándulas venenosas para paralizar sus presas y comprenden un amplio número de familias (Francke, 2014 citado por Zambrano, 2021, p. 27).

Los organismos de este orden se caracterizan por tener el cuerpo dividido en dos regiones: cefalotórax y abdomen, unidos entre sí por un pequeño segmento llamado pedicelo. En el

cefalotórax se alojan los órganos 21 de la visión el aparato bucal, las glándulas de veneno y pares de apéndices articulados (Baretta et al., 2011, p. 128).

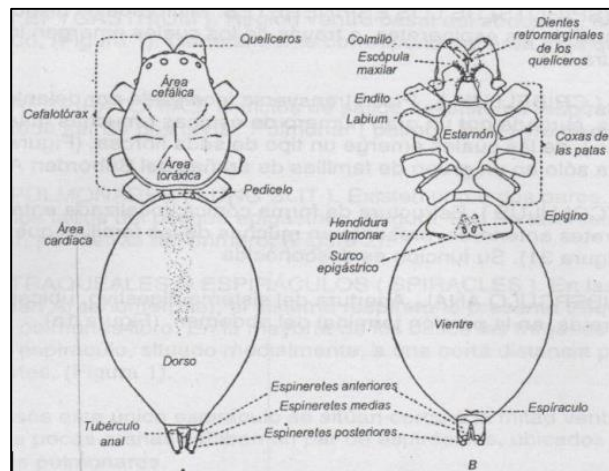


Ilustración 2-11: Morfología del orden Araneae.

Fuente: (Flores, 1996, p. 16).

Viven en diversos hábitats, desde el nivel del mar hasta las montañas más altas. Son mayoritariamente nocturnos y tienen una gran adaptabilidad. Su alimentación son casi exclusivamente insectos (Baretta et al., 2011, p. 128). La mayoría de los artrópodos de la hojarasca pueden depredar arañas en algún momento de sus vidas, y la actividad de depredación de las arañas tiene un efecto regulador potencialmente importante en la comunidad edáfica (Baretta et al., 2011, p. 128).

Algunas familias de arañas han sido reportadas en varios estudios como indicadores de la calidad del suelo. La presencia o ausencia de familias de arañas puede indicar el grado de intervención antrópica en los bosques, especialmente Araucaria (Baretta et al., 2011, p. 128)

- *Orden Acari*

El cuerpo de los Acari se puede dividir en dos regiones el protosoma y el opistisoma. La división no es clara y únicamente en algunos grupos se aprecia un surco que divide ambas partes. Uno de los depósitos más grandes e importantes de la biodiversidad en los ecosistemas terrestres es el subsistema de suelo-hojarasca. Los Acari son los invertebrados más diversos de este subsistema y un grupo funcional muy importante. Los Acari interactúan con otros elementos bióticos y abióticos (como macrofauna y microorganismos) que afectan la descomposición de materia orgánica, modifican las tasas de carbono y los flujos de nutrientes en el suelo (Ortiz y Ruano, 2012, p. 30).

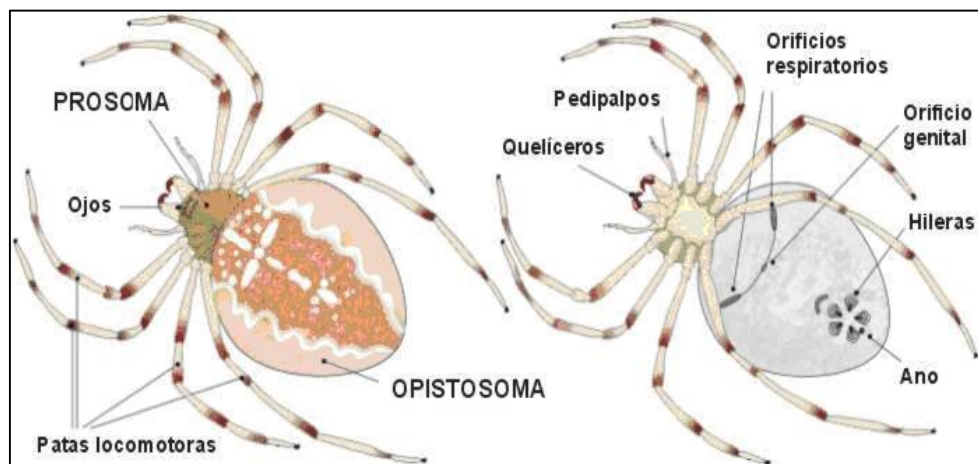


Ilustración 2-12: Morfología de los arácnidos.

Fuente: (Beltrán et al., 2016, p. 2).

- *Superclase Myriapoda*

Son Arthropoda de cuerpo alargado y dividido en dos regiones que corresponden a la cabeza y el abdomen; la primera lleva un par de antenas largas o cortas. Engloba aproximadamente unas 11000 especies de artrópodos terrestres conocidos vulgarmente como ciempiés, milpiés, cardadores, así como otras formas minúsculas. Viven, en general, en zonas húmedas, bajo piedras, entre la hojarasca, aunque algunas viven en zonas semiáridas. Su tamaño oscila entre 2 mm y 30 cm. Presentan un cuerpo formado por dos tagmas, cabeza y tronco, éste con muchos segmentos. Todos los apéndices son multiarticulados y unirrámeos. Presentan antenas, mandíbulas, maxilas y segundas maxilas, que pueden faltar (Arnaldos et al., 2014, p. 15).

- *Clase Chilopoda*

Presentan el cuerpo dividido en dos regiones: cabeza y tronco, que es aplanado, alargado y estrecho, en forma de cinta. La cabeza está formada dorsalmente por una pieza única, aunque en algunos grupos hay un surco frontal transversal situado en el tercio anterior. En las zonas lateroanteriores hay un par de antenas multiarticuladas; detrás del artejo basal de las antenas se localizan los campos ocelares. Ventralmente, la capsula cefálica queda tapada en gran parte por los apéndices del segmento forcipular, situado inmediatamente detrás de la cabeza. Este segmento, centralmente, presenta una gran placa, el coxoesternito o sincoxito, resultado de la fusión del esternito y las coxas de los apéndices (Arnaldos et al., 2014, p. 16).

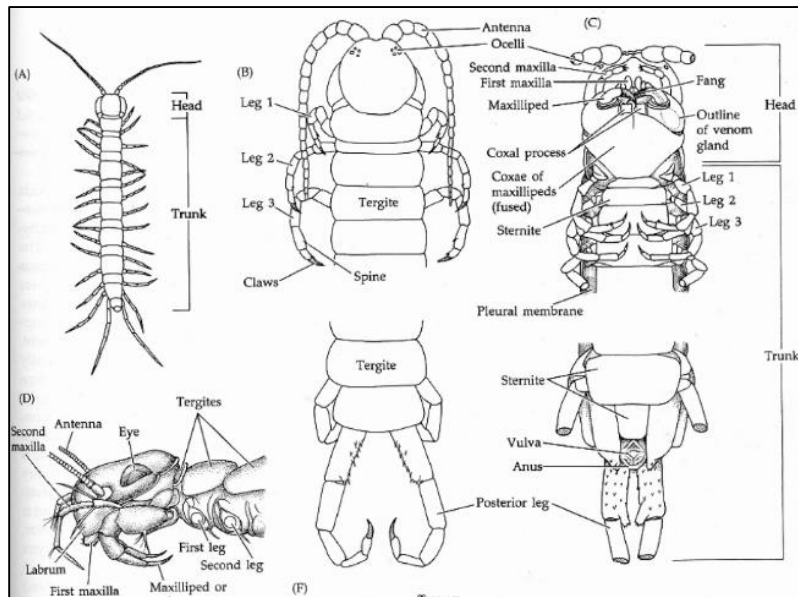


Ilustración 2-13: Morfología de Chilopoda.

Fuente: (Cóndor, 2014, p. 17).

Cada segmento del tórax consta de un terguito y un esternito unidos por pleuritos. Los terguitos pueden ser todos iguales o alternativamente grandes y pequeños. En los pleuritos abren los estigmas respiratorios. El último par de patas siempre está más desarrollado que el resto, pudiendo presentar estructuras o diferenciaciones (Arnaldos et al., 2014, p. 16-17). Conocidos popularmente como lacraias o ciempiés, tienen el cuerpo alargado y achatado, con gajos; en cada segmento, solo hay un par de patas. En la cabeza hay un par de antenas articuladas, dos pares de mandíbulas, un par de fórceps, donde se ubican las glándulas venenosas, el aguijón, que es el aparato inoculador del veneno, y un par de ojos simples. Miden de 2 a 5 cm de longitud, llegando algunos ejemplares a los 20 cm (Baretta et al., 2011, p. 130).

Son animales terrestres, de hábitos nocturnos, pasando la mayor parte del día escondidos bajo escombros húmedos, hojas y cortezas de árboles, encontrándose ocasionalmente en el interior de las casas. Se alimentan básicamente de larvas de escarabajos, lombrices, entre otros, que son capturadas vivas, inmovilizados e inoculados por veneno, ocasionalmente se alimentan de material vegetal en descomposición. La mayor abundancia y diversidad normalmente ocurre en áreas menos impactadas (Baretta et al., 2011, p. 129).

- *Clase Diplopoda*

Presentan el cuerpo dividido en dos taimas, cabeza y tronco, que es de sección circular. Este último termina en un telson desarrollado. La cabeza está protegida por una gruesa cápsula cefálica que puede llevar agrupaciones oclares laterales. El primer segmento del tronco es ápodo y

presenta un considerable desarrollo dorsal (collum). También es característica la presencia en el tronco de diplosegmentos (Arnaldos et al., 2014, p. 17).

Los representantes de esta clase son lentos, alargados, tienen un cuerpo cilíndrico o aplanado, segmentado, con dos pares de patas en cada segmento a lo largo del cuerpo, de ahí el nombre Diplopoda, son una clase de miriápodos, estos artrópodos poseen dos pares de patas articuladas, la mayor parte de especies diplopodas viven en el suelo gracias a su habilidad de excavar (Cabrera, 2014 citado por Zambrano, 2021, p. 25).

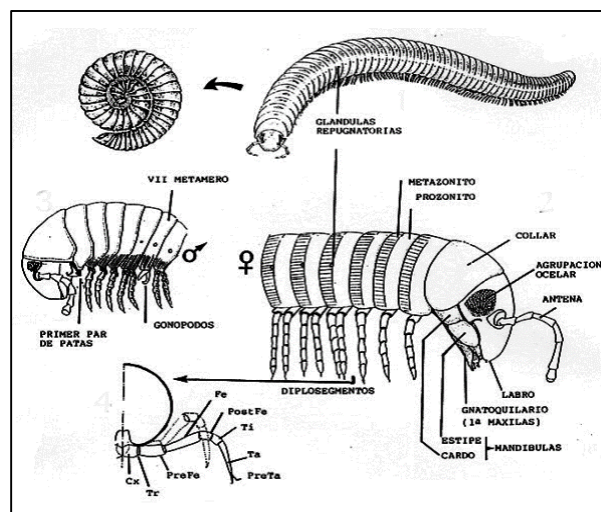


Ilustración 2-14: Morfología de Diplopoda.

Fuente: (Cabrera, 2015, p. 4).

Poseen cuerpo plano, alargado y segmentado; los más comunes son los ciempiés, los cuales son depredadores con piezas bucales modificadas que secretan un veneno para atrapar sus presas. Se encuentran en microhábitats debajo de piedras, troncos y hojarasca, son exigentes a microclimas húmedos (Cabrera, 2014 citado por Zambrano, 2021, p. 25).

Esta clase se distribuye por todo el mundo, especialmente en los trópicos. Conocidos popularmente como lacraias o ciempiés, tienen el cuerpo alargado y achatado, con gajos; en cada segmento, solo hay un par de patas. En la cabeza hay un par de antenas articuladas, dos pares de mandíbulas, un par de fórceps, donde se ubican las glándulas venenosas, el aguijón, que es el aparato inoculador del veneno, y un par de ojos simples. Miden de 2 a 5 cm de longitud, llegando algunos ejemplares a los 20 cm. Son animales nocturnos, escondiéndose de la luz del día. Solo salen de sus escondites por la noche cuando los días son lluviosos. En periodos secos viven en estado de latencia y por la noche suelen realizar migraciones y expandirse por el ambiente (Baretta et al., 2011, p. 129).

Los milpiés son un grupo muy diverso en términos de formas corporales, colores y tamaños. Esta clase tiene individuos, en promedio, con 19 segmentos corporales (Baretta et al., 2011, p. 129). Los milpiés son en su mayoría fungívoros y detritívoros, se alimentan de vegetación y madera en descomposición, desempeñando un papel importante en la descomposición de la materia orgánica y la formación del suelo. Son los mayores consumidores de fragmentos orgánicos en los bosques templados y tropicales, donde se alimentan predominantemente de material vegetal muerto (Baretta et al., 2011, p. 129).

Son considerados el principal grupo de la macrofauna apígea. Estos organismos se alimentan exclusivamente de residuos vegetales en diversos estados de descomposición, por lo que se denominan organismos sapróvoros. Se destacan por ser grandes consumidores de hojarasca y pueden excretar entre 80 y 95 % de ésta, lo cual hace a este grupo objeto de interés por el papel que pueden tener no sólo en el consumo de la hojarasca, sino en el enriquecimiento de ésta con sus propias excretas. Esto previene un sustrato de pequeñas partículas y, por tanto, de gran superficie, que facilita la actividad de otros descomponedores de la cadena trófica. Los diplópodos, son responsables en gran medida de la fragmentación y redistribución de la materia orgánica ayudando con ello a mejorar la estructura del suelo (Cabrera y Crespo, 2001, p. 7).

- *Clase crustacea*

Los Crustácea son responsables de la bioturbación en unos pocos ambientes terrestres y sus efectos son especialmente visibles en suelos tropicales. Son Artrópodos con el cuerpo dividido en tres tagmas: cabeza (céfalon), tórax (pereion) y abdomen (pleon), presentan cinco pares de apéndices cefálicos: dos pares de antenas, un par de mandíbulas y dos pares de maxilas. Tienen un modelo apendicular birrámeo con un número variable de apéndices torácicos (pereiópodos) y abdominales (pleópodos) según los diferentes grupos. Su primera larva típica se denomina nauplio. Unas 67.000 especies (García et al., 2012, p. 18).

- *Orden Isopoda*

Pueden tener desde unos pocos milímetros hasta 2 cm de longitud corporal y pesar unos pocos miligramos. El cuerpo de estos individuos es aplanado dorsoventralmente y su cabeza tiene forma de escudo. Las piezas bucales tienden a estar comprimidas y protegidas por apéndices y, durante la alimentación, el alimento es sostenido por las patas delanteras. Son saprófagos y se alimentan de materia orgánica en descomposición. Diferentes especies pueden ingerir diariamente de 0,5 a 20% de su peso vivo en materia seca (Baretta et al., 2011, p. 127).

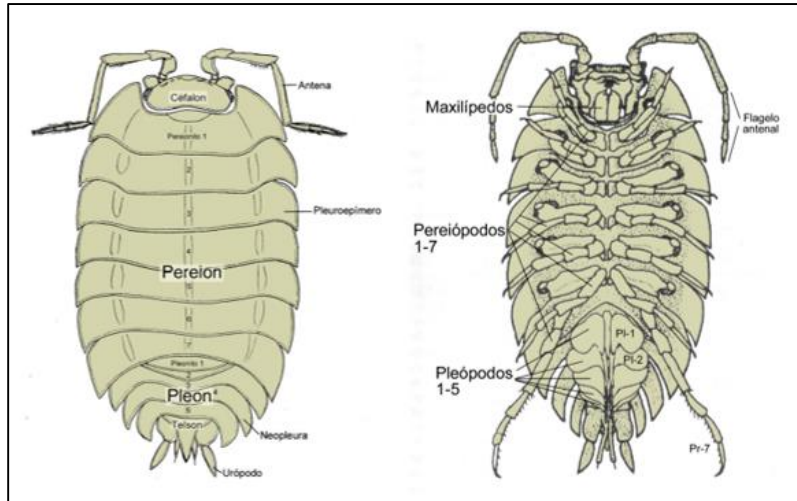


Ilustración 2-15: Morfología Isópoda.

Fuente: (García, 2016, p. 2).

Encontrados en diferentes ambientes, principalmente en aquellos con alta humedad, estos organismos son sensibles a ambientes secos, debido a su alta pérdida de agua, pero son capaces de adaptarse a ambientes que no son propicios, comenzando a tener hábitos nocturnos y disminuyendo la respiración basal. Su cuerpo les permite formar una bola para reducir el efecto de las altas temperaturas. En invierno disminuyen sus actividades, ya que también son sensibles a las bajas temperaturas (Baretta et al., 2011, p. 127). Existe una estrecha relación entre la presencia de Ca y la presencia del grupo Isópoda en el ambiente, esto puede explicarse por la estructura corporal de estos individuos (Baretta et al., 2011, p. 127).

2.2.5.2. *Phyllum Annelida*

Comprende a gusanos de cuerpo alargado y segmentado de simetría bilateral, dividido antero-posteriormente en tres partes denominadas: prostomio (anterior), soma (media) y pigidio (posterior). Una de las características más distintiva es la segmentación o metamería, que consiste en la división del cuerpo en segmentos (metámeros o somitos) similares y dispuestos a todo lo largo del eje del cuerpo. Como consecuencia de la segmentación, el celoma se encuentra dividido en una serie de cavidades. Otra particularidad es la presencia de quetas o setas utilizadas para la locomoción o el anclaje al sustrato (Lazo et al., 2016, p. 503).

- *Clase Oligochaeta*

Las lombrices son organismos que forman parte de la macrofauna y se encuentran entre los más importantes del suelo, debido a las funciones que realizan en los ecosistemas terrestres. Este grupo

de organismos juega un papel importante en el ciclo de nutrientes y su distribución en el perfil del suelo, además de interferir en la descomposición de los desechos orgánicos. Los hábitos de locomoción de las lombrices también promueven la formación de túneles, lo que facilita la locomoción de otros grupos de fauna del suelo y mejora la distribución del agua en el perfil del suelo (Baretta et al., 2011, p. 124).

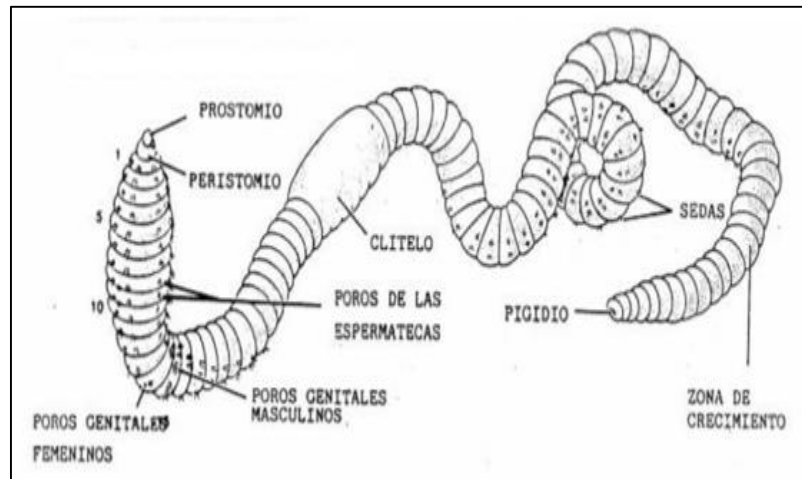


Ilustración 2-16: Morfología externa de la lombriz de tierra.

Fuente: (López, 2015, p. 7).

Tienen un cuerpo cilíndrico y unas extremidades que no se diferencian a simple vista. Su tamaño corporal puede variar desde unos pocos milímetros hasta 2 m, pero la mayoría de las especies oscilan entre 5 y 15 cm (Baretta et al., 2011, p. 124).

Hermafroditas, estadio larval ausente, desarrollo directo, a veces con reproducción asexual. Algunos tienen capacidad de regeneración. Respiración por branquias o a través de la superficie del cuerpo. Principalmente habitantes de aguas dulces o suelos húmedos hasta totalmente terrestres; algunos de ambientes marinos someros. Detritívoros, a veces comensales sobre otros organismos dulceacuícolas. Reptan sobre el sustrato o viven en galerías que realizan en el mismo (Lazo et al., 2016, p. 507).

Las lombrices son organismos clave que pueden afectar significativamente las comunidades microbianas y las propiedades físico-químicas del suelo. Por ejemplo, las lombrices entierran y redistribuyen la hojarasca en la superficie y dentro del perfil del suelo, sus desechos metabólicos tales como la orina, sustancias mucosas y tejidos mejoran la disponibilidad de carbono (C) y nitrógeno (N) (Ortiz y Ruano, 2012, p. 35).

2.2.5.3. *Phyllum Mollusca*

La importancia edáfica de estos organismos radica en el aporte de grandes cantidades de residuos vegetales desmenuzados, macerados y pre-digeridos, como un preámbulo al desarrollo de los ciclos bioedafológicos. La producción de sus abundantes secreciones mucosas propicia la formación de agregados del suelo muy bien estructurados y estables a la acción del viento y del agua; en estas condiciones el material mucoso se convierte en un medio propicio para el asentamiento y desarrollo de la microflora del suelo (Ortiz y Ruano, 2012, p. 36).

- *Clase Gastropoda*

Conforma el grupo más diversificado de los Mollusca. Se divide en tres subclases: Prosobranquia, Opistobranquia y Pulmonata. Las dos primeras son casi exclusivamente marinas, con unos pocos representantes en agua dulce y en el ambiente terrestre, en tanto que los Pulmonata son predominantemente terrestres, muchos de ellos de hábitos arborícolas y de agua dulce. Los pulmonados terrestres, la mayoría de los caracoles y babosas pertenecen al orden Stylommatophora (Ventura, 2016, p. 2).

Otros gastrópodos que viven sobre sustrato duros, se mueven rápidamente, esto lo logran por medio de ondas de contracción muscular que recorren el pie. En general el desplazamiento de los gastrópodos depende tanto del tamaño del animal y el tipo del sustrato que viva, ya que si no vive en fondos arenosos excavan, reptan, otros son sésiles o nadadores (Ventura, 2016, p. 2).

2.2.6. *Las relaciones de la macrofauna y el hábitat*

Los procesos del suelo están explicados mediante una serie de factores que están determinados, dentro de la jerarquía, por escalas de espacio y de tiempo. Todos los procesos del suelo, es probable que estén influenciados en primer lugar, por el clima y luego por las propiedades del suelo que operan en las grandes escalas, seguido de la calidad y cantidad del material producido por las comunidades de plantas, y las fuentes de energía y nutrientes que estas aportan, y finalmente por el sistema biológico de regulación, es decir una amplia asociación de macroorganismos (invertebrados) con microorganismos que operan a escalas locales. La macrofauna mostro que la estructura de los macroinvertebrados fue más compleja en ambientes edáficos mejor conservados o estructurados presentándose una mayor diversidad y abundancia de grupos depredadores, además, sustentaron la importancia ecológica de la costumbre de los agricultores de dejar descansar suelos que muestran síntomas de infertilidad (Delgado et al., 2011, p. 3).

2.2.7. Fluralaner

Fluralaner, es un miembro de la clase de isoxazolina, una nueva clase de fármacos antiparasitarios que inhibe el ácido γ -aminobutírico (GABA)- y canales de cloruro activados por glutamato con significativa selectividad para las neuronas de insectos sobre las neuronas de mamíferos. Fluralaner formulado como una tableta masticable con sabor está disponible comercialmente para la eliminación inmediata y persistente de garrapatas y pulgas en perros durante 12 semanas provocando su acción primaria a través de la actividad de alimentación (GesmbH, 2016, p. 2).

Es mucho más selectivo para los receptores de artrópodos que de mamíferos, incluidos seres humanos (de allí su gran margen de seguridad). Dicho acople a los canales de cloruro de las células nerviosas y musculares, bloquea la transmisión de los impulsos nerviosos del parásito. Pulgas, garrapatas, ácaros y otros ectoparásitos afectados quedan paralizados y mueren rápidamente (Agrovet, 2017, p. 2).

Fluralaner ha demostrado una eficacia significativamente superior a otras moléculas actualmente disponibles. De la misma manera, estudios “in vitro” demostraron que los parásitos con sensibilidad reducida a otras moléculas no poseían ninguna resistencia a la acción de fluralaner (frente a amidinas, organofosforados, ciclodienos, lactonas macrocíclicas, fenilpirazoles, benzofenil-ureas, piretroides ni carbamatos). A la fecha, no hay reportes de resistencia al fluralaner por parte de pulgas o garrapatas de los perros. Al parecer las isoxazolininas no tienen resistencia cruzada con otros antiparasitarios que actúan sobre los mismos receptores (Agrovet, 2017, p. 2).

Fluralaner se absorbe fácil y rápidamente después de la administración oral a dosis única, teniendo un periodo residual muy amplio. Debido a la reducida biodisponibilidad del fármaco en ayunas, fluralaner debe administrarse con alimentos. Fluralaner se distribuye sistémicamente y alcanza las concentraciones más altas en tejido graso, seguido por el hígado, riñón y músculo (Agrovet, 2017, p. 2).

Fluralaner es un ectoparasiticida de isoxazolina que proporciona una eficacia inmediata y persistente contra los ectoparásitos, incluidas las garrapatas y las pulgas, en perros y gatos. El tratamiento oral con fluralaner es eficaz contra la infestación de ácaros *Demodex* en perros y el tratamiento oral y tópico con fluralaner son efectivos contra *Sarcoptes scabiei* en perros, mientras que no hay informes sobre la eficacia contra los ácaros en gatos. Fluralaner (Bravecto™) está disponible comercialmente como una tableta masticable (Taenzler et al., 2017, p. 1).

Para perros o como solución puntual para gatos un lugar en la solución también tiene licencia en algunos países para su uso en perros. Fluralaner (Bravecto™) es eficaz contra otras infestaciones de ácaros cutáneos de perros, incluida la demodicosis generalizada y sarna sarcóptica (Taenzler et al., 2017, p. 2).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en la granja “Fernandita” ubicada en la vía Marcos Montalvo, perteneciente al cantón Guano, provincia de Chimborazo, la cual se encuentra ubicada en la zona Sierra Centro, en la Provincia de Chimborazo con coordenadas S 01°36`16``, W 078° 33`36``. El tiempo de duración del estudio fue de 60 días.

En la Tabla 3-1 se menciona las condiciones meteorológicas de la zona de la investigación.

Tabla 3-1: Condiciones meteorológicas de la zona

PARÁMETROS	PROMEDIO
Temperatura °C	16 °C
Humedad relativa %	63%
Viento	10 km /h.
Altitud, msnm	2720 msnm
Precipitación mm	139 mm

Fuente: (WEATHER ATLAS, 2022).

Realizado por: Carbo, Jenny, 2023.

Se distribuyó de la siguiente manera: implementación de los nichos para la elaboración de los abonos mediante la administración de las heces de caninos previamente desparasitados con Fluralaner, heces de caninos sin haber sido tratados con Fluralaner y finalmente las heces de conejo, la verificación de la presencia de macro fauna cada 15 días con la finalidad de presenciar las especies presentes en los lechos de tratamientos, toma de muestras y finalmente el análisis de las muestras.

3.2. Unidades experimentales

Para la realización de la investigación fueron utilizados 12 lechos, distribuido en 3 lechos por tratamiento frente a un testigo con 4 repeticiones.

3.3 Materiales y equipos

3.3.1. Materiales de campo

- Botas
- Overol
- Balanza
- Bolsas plásticas
- Guantes
- Lupas
- Molde metálico

3.3.2. Materiales de oficina

- Libreta de Campo
- Esferos
- Hojas de registro

3.3.3. Equipos

- Cámara Fotográfica
- Computadora
- Calculadora
- Estereoscopio

3.3.4. Estructuras

- 12 lechos de lombricultura.

3.3.5. Instalaciones

Las dimensiones de los lechos utilizados para la presente investigación presentaron las siguientes medidas 0.70 X.0.80 X 0.50 m.

3.4. Tratamientos y diseño experimental

Se evaluó la macro fauna de los lechos de lombriz mediante tres tratamientos (heces de conejo, heces de caninos sin fluralaner, heces de caninos con fluralaner. Se aplicó, un Diseño Completamente al Azar, con 4 repeticiones por unidad experimental (15 kg de excretas).

El modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor estimado de la variable

μ = Valor de la media general.

T_i = Efecto de los tratamientos.

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental

En la siguiente Tabla 2-3 se muestra el esquema del experimento.

Tabla 3-2: Esquema del experimento.

Tratamiento	Días de evaluación	Código	Repet.	T.U.E.	REP/TRAT
Excretas de conejo	0,15,30,45,60	TEC	4	1 (15 kg de excretas)	4 (60 kg de excretas Total)
Excretas de caninos sin fluralaner	0,15,30,45,60	TECS	4	1 (15 kg de excretas)	4(60 kg de excretas Total)
Excretas de caninos con fluralaner	0,15,30,45,60	TECF	4	1 (15 kg de excretas)	4(60 kg de excretas Total)
Total					12

T.U.E: Tamaño de la Unidad Experimental

Realizado por: Carbo, Jenny, 2023.

3.5. Mediciones experimentales

- Conteo de macro fauna a los 0,15, 30, 45 y 60 días, (Individuos/m²)
- Pesaje de la producción de humus final, (kg)
- Análisis químico (N, P, K, Ca, Mg)
- Análisis del beneficio/costo, (\$)

3.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los resultados obtenidos de la presente investigación fueron sometidos los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza ADEVA a un nivel de $P < 0.05$.
- Separación de medias de los tratamientos, según la prueba de Duncan a un nivel de significancia de $P < 0.05$.
- Análisis de regresión y correlación $P < 0.05$.

En la Tabla 3-3 se indica el esquema del Adeva.

Tabla 3-3: Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de Libertad
Total	11
Tratamiento	2
Error Experimental	9

Realizado por: Carbo, Jenny, 2023.

3.7. Procedimiento experimental

3.7.1. Descripción del experimento

3.7.1.1. De campo

El trabajo de campo inicio partiendo con la limpieza del lugar en el cual se alojaron las cajas de madera en las cuales se colocaron los tratamientos de experimentación. Una vez armadas las cajas se realizó una mezcla de material vegetal y se colocaron los tratamientos (60 kg) de excremento de conejo, excretas de caninos con Fluralaner y excretas de canino sin Fluralaner respectivamente.

Posteriormente se procedió a incorporar 250 lombrices adultas roja californiana (*Eisenia foetida*) por cada repetición, luego se cubrió el lecho con paja de Alfalfa (*Medicago Sativa*) y finalmente se regó con cuidado. Realizada esta actividad las lombrices se introdujeron y comenzaron a alimentarse y reproducirse

Los lechos de cada tratamiento fueron regados cada 2 a 3 días y removidas constantemente con la finalidad de oxigenar, se realizó la sencilla prueba del puño para determinar la humedad. Y cada 15 días en cada tratamiento se realizó el conteo e identificación de la macro fauna con la ayuda del estereoscopio.

Se dejó de proporcionar agua por 5 días antes de la cosecha para el debido tamizado y facilitar la recolección del humus.

3.7.1.2. De laboratorio

Una vez completado los 60 días de experimentación se llevó a cabo la recolección de muestras del abono, se lo realizó el conteo manual de los individuos por kg, el abono cosechado de cada repetición se pesó por separado y las muestras para el respectivo análisis químico se recolectaron de igual manera depositadas en un empaque hermético. Posteriormente se realizó la tabulación de los datos conseguidos y se determinó el análisis económico.

3.8. Metodología de la evaluación

3.8.1. Conteo de macro fauna a los 0, 15, 30, 45, 60 días, (individuos/m²)

Para el conteo de la macro fauna se utilizó el estereoscopio y pinzas con la finalidad de visualizar las especies edafológicas e insectos presentes en los lechos

Se empleó una técnica muy manejada en lombricultura que se trata de tomar de cada lecho una muestra de 1 kg y contar cuántas lombrices existían en cada grupo para luego hacer una relación matemática y conocer un dato aproximado del número de lombrices por Kg. (Cajas, 2009, p.49).

3.8.2. Pesaje de la producción de humus final, (kg)

Transcurrido los 60 días de experimentación se procedió a realizar el pesaje de abono de los tratamientos realizados, mediante la utilización de una báscula. (Cajas, 2009, p.50).

3.8.3. Análisis químico de los tratamientos

Mediante la recolección de las muestras se procedió a la homogeneización una muestra por tratamiento con peso de 1kg, mismo que fue enviado a laboratorio para ser analizada, y obtener la cantidad de calcio, magnesio, potasio, fósforo, nitrógeno. (Cajas, 2009, p.51).

3.8.4. Beneficio/Costo, (\$)

Para el cálculo del beneficio/costo se debe considerar los ingresos y egresos y para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

(Bonifaz, 2011, p. 22)

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales}}$$

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADO

4.1. Comportamiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

En la Tabla 1-4 se detalla el comportamiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) así como la presencia de macro fauna durante el tiempo de experimentación, así como los resultados obtenidos durante los días de conteo (0, 15, 30, 45, 60) días.

4.1.1. Conteo de la macro fauna a los 15 días, (Individuos/ m²)

En la presente investigación con respecto el conteo de la macro fauna a los 15 días, se tubo presencia de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) existieron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.0001$) entre los tratamientos con los siguientes valores; en el tratamiento con excretas de canino con fluralaner se obtuvo 19 individuos/m² con un incremento de 7,6 % siendo esta el tratamiento con menor presencia por lo que en esta fase sobrevivieron pocos individuos debido al insecticida, en el tratamiento con excretas de canino sin fluralaner se presentó 175 individuos/m² logrando un incremento de 72,5 %, finalmente en el tratamiento con excretas de conejo presentó 275 individuos/m² mostrando un incremento de 110%, siendo este el tratamiento con mayor presencia de individuos puesto que se lo considera como el de mayor concentración nutritiva sobre la materia fresca.

Con respecto a la presencia de gusano de fruta (*Thaumatotibia leucotreta* Meyrich) a los 15 días se obtuvo diferencias estadísticas ($P < 0.0083$) presentando la mayor presencia de individuos en el tratamiento con excretas de conejo con 240 individuos/m², seguido del tratamiento con excretas de canino sin fluralaner con 137.5 individuos/m², y finalmente el tratamiento con excretas de caninos con fluralaner presento un total de 68.75 individuos/m².

(Romero, 2004; citados en Cajas, 2009, p. 52). Reportó un numero de 21145 anélidos y 12643-22815 huevos/m², resultando un incremento de 130,58 % utilizando residuos de cocina en un lapso de 120 días el cual se aleja bastante de nuestros resultados, por lo que de igual manera dicha investigación se realizó en lapsos de tiempo más largos que el nuestro y utilizando residuos más nutritivos y asimilables de descomponer, influyendo de manera positiva en los resultados productivos y reproductivos de la macro fauna.

Tabla 4-1: Comportamiento de la macro fauna de los lechos de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

Evaluación de la macro fauna de lechos de (<i>Eisenia foetida</i>) Lombriz Roja Californiana.										
	VARIABLES	Excretas de Perros con fluralaner		Excretas de Perro sin fluralaner		Excretas de conejos		E.E	Prob.	Sig.
Macrofauna 15 días	Lombriz (<i>Eisenia Foetida</i>)	19	a	181.25	b	275	c	20.42	<0.0001	**
	Gusano de fruta (<i>Thaumatotibia leucotreta Meyrick</i>)	68.75	a	137.5	a	240	b	29.48	0.0083	*
Macrofauna 30 días	Lombriz (<i>Eisenia foetida</i>)	31.25	a	212.5	b	332.5	b	38.83	0.0013	*
Macrofauna 45 días	Lombriz (<i>Eisenia foetida</i>)	56.25	a	325	b	392	c	15.09	<0.0001	**
	Huevos de lombriz (<i>Eisenia foetida</i>)	68.75	a	112.75	a	228.75	b	29.91	0.0115	*
Macrofauna 60 días	Lombriz (<i>Eisenia Foetida</i>)	112.5	a	493.75	b	730.62	c	34.62	<0.0001	**
	Huevos de lombriz (<i>Eisenia foetida</i>)	143.75	a	281.25	b	343.75	b	28.36	0.0022	*

Realizado por: Carbo, J., 2023.

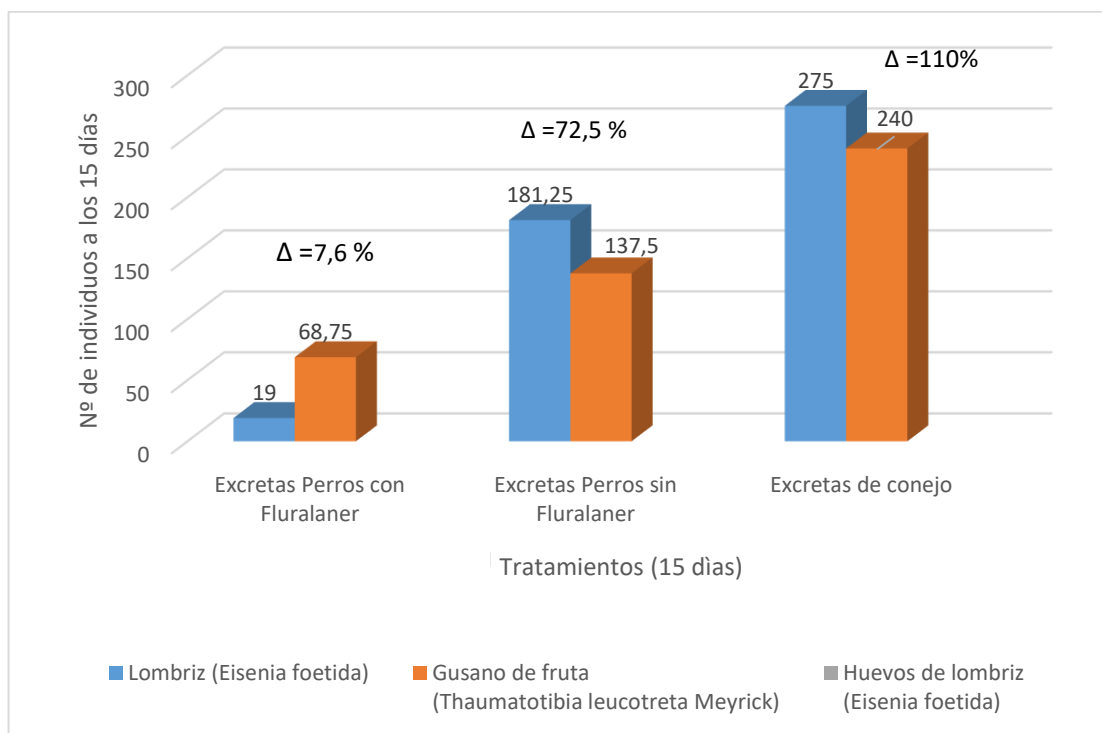


Ilustración 4-1: Presencia de macro fauna por tratamiento a los 15 días de conteo (individuos/m²)

Realizado por: Carbo, J., 2023.

No existen reportes de producción al alimentar con sustrato de perro, o con sustrato de perro con Fluralaner; sin embargo, al comparar con los reportes de Cajas (2009, p.53). quien alimentó con aserrín pulverizado combinado con estiércol Bovino (Aserrín 50% +Estiércol 50%) en un lapso de 150 días obtuvo resultados de 13093 lombrices y 25077 cápsulas, y (Aserrín 75 % +Estiércoles 25%) con 8550 lombrices y 15091 capsulas, el de Aserrín 100 % con 5117 lombrices adultas y 10491 cápsulas, por lo que podemos deducir que los datos de nuestra investigación están por debajo de los antes mencionados, debido a que posiblemente el tiempo influyó mucho en dicha investigación por lo que fue más largo y por el tipo de sustrato que se utilizó siendo el de bovino el que tiene mayor contenido de celulosa y bacterias, favoreciendo así la rápida digestión y reproducción de los individuos.

(Valdivia y Cuela, 2022, p. 20) quienes alcanzaron a los 30 días valores de 553 lombrices totales en el T1 utilizando (70% de fruta +30 % de hortalizas) y 605 lombrices en el T2 (50 % Fruta +50 % Hortalizas) con un incremento de 138,25 % superando nuestros resultados obtenidos debido a que posiblemente influyó la cantidad inicial de lombrices inoculadas que fueron 400, a diferencia de nuestros tratamientos que se inocularon 250 por lecho.

4.1.2. Conteo de la macro fauna a los 30 días, (Individuos/ m²)

A los 30 días de conteo de macrofauna se pudo observar la presencia de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en la cual se obtuvo diferencias estadísticas ($P < 0.0013$), teniendo mayor presencia de individuos en el tratamiento con excretas de conejos incrementándose a 332.5 individuos/m² reportando un incremento de 133 % , el tratamiento con excretas de caninos sin fluralaner se observó 212.5 individuos/m² con 85 % de incremento , finalmente el tratamiento con menor presencia de individuos fue con excretas de canino con fluralaner presentando 31.25 individuos/m² reportando un incremento de 12,5 % , notando un incremento muy bajo.

En la ilustración 4-2, se presenta el conteo de macro fauna a los 30 días.

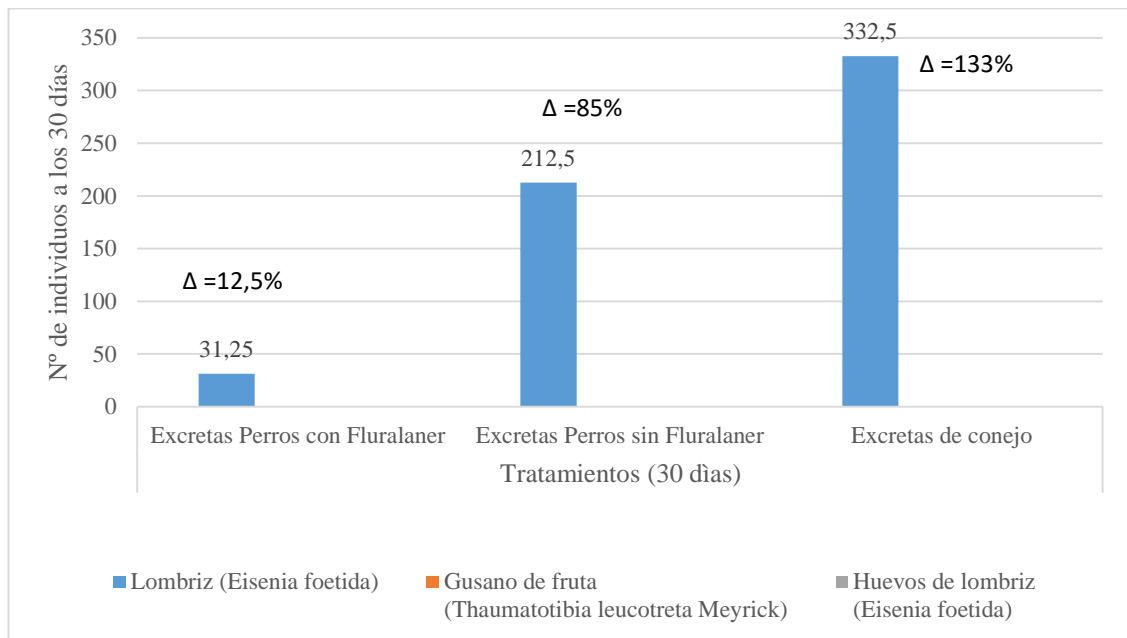


Ilustración 4-2: Presencia de macro fauna por tratamiento a los 30 días de conteo (individuos/m²)

Realizado por: Carbo, J., 2023.

Según (Riascos et al., 2019 p.31) obtuvo valores de 289,9 lombrices en total y 75 huevos de lombriz con un incremento de 144,95 % en el tratamiento 3 (100 % residuos de gallinaza) el cual está por debajo de nuestros resultados dado que la gallinaza no es muy tolerada por la lombriz por su alto contenido en proteína y acidez.

Según (Durán y Henríquez, 2019, p. 280) destacaron resultados de 13776 Lombrices totales utilizando estiércol de vacuno en un lapso de 90 días, en que se inicialmente se inocularon 600 individuos por 0.03 m³ y Guerra (2019, p.33) quien obtuvo valores de 766.33.33 Lombrices en su T1 (20kg/0.5m² estiércol de Bovino + 5 kilos de *Gliricidia sepium* + 500 lombrices) en un lapso de

120 días resultando un incremento de 153,26 % , demostrando ser valores superiores a los de nuestra investigación por lo que probablemente se debió al número de individuos inoculados y el tipo de sustrato utilizado.

4.1.3. Conteo de la macro fauna a los 45 días, (Individuos/ m²)

A los 45 días de nuestra investigación se realizó el conteo de la macrofauna , en los cuales se obtuvo diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.0001$) entre los tratamientos, en lo que se destaca la mayor presencia de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en el tratamiento con excretas de conejo con 392 individuos/m² mostrando un valor de 156,8 % de incremento, el tratamiento con excretas de canino sin fluralaner presento 325 individuos/m² con un incremento de 130 %, finalmente el tratamiento con excretas de conejo con fluralaner presento 56.25 individuos/m² mostrando un incremento de 22,5 %, siendo este el tratamiento con menor presencia de individuos a los 45 días.

Con respecto a los huevos de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a los 45 días de conteo presenta diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con ($P < 0.0115$), teniendo mayor presencia de individuos en el tratamiento de excretas de conejo con 228.75 individuos/m² , seguido de tratamiento con excretas de canino sin fluralaner, presentando 112.5 individuos/m², finalmente con la menor presencia individuos estuvo en el tratamiento con excretas de pero con fluralaner obteniendo un total de 68.75 individuos/m².

En la ilustración 3-4, se exhibe el conteo de la macrofauna a los 45 días.

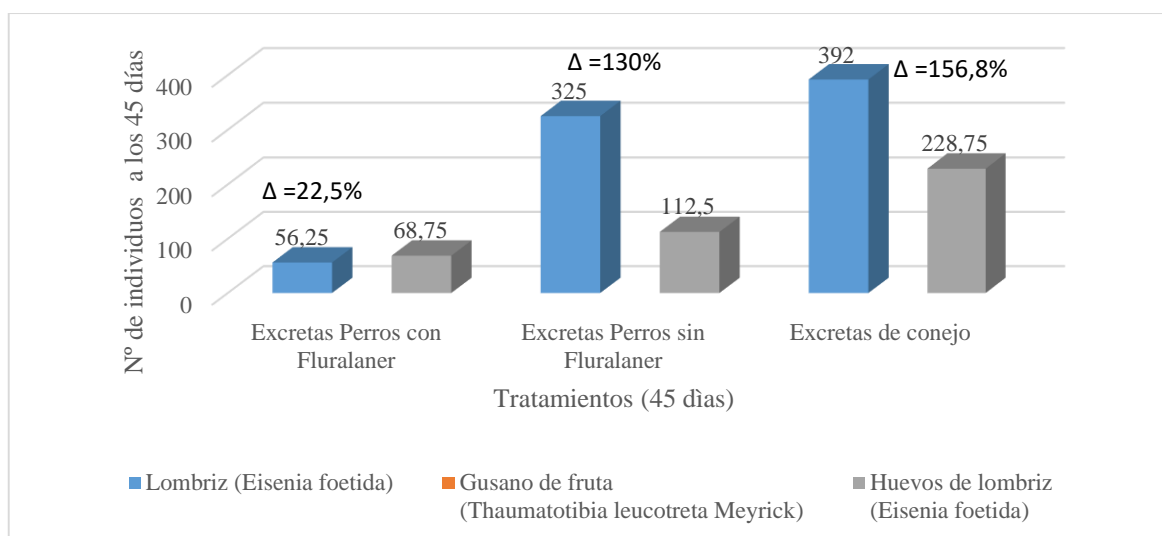


Ilustración 4-3: Presencia de macro fauna por tratamiento a los 45 días de conteo (individuos/m²)

Realizado por: Carbo, J., 2023.

(Cuzco, 2019, p. 12) quien menciona obtener un total de 613 lombrices utilizando (Estiércol de vacuno (33.34%) + estiércol de gallina (33.34%) + estiércol de cuy (33.34%) mostrando un incremento de 331,35 % en 160 días. Superando nuestros resultados debido a que posiblemente sea por la variedad de heces que se utiliza lo cual contienen altos niveles de proteína que resultan beneficiosos para la producción y reproducción de los anélidos.

(Moscoso et al., 2010, p.50) los cuales obtuvieron valores de 9562 adultos y 18345 cocones utilizando (60 % estiércol y residuos vegetales 40%) con una duración de 160 días, y Mendoza (2018, p.9). que obtuvo 1375 cocones en su T1 (Estiércol bovino 75% +aserrín 25 % +100 lombrices) con duración de 90 días, superando a los valores de la presente investigación, debido al tipo de excretas utilizadas y a la duración del experimento que fue superior.

(Riascos et al., 2019 p.31) muestra un promedio de 502,6 lombrices en el tratamiento T1 (100 % Residuo de frutas y verduras) con un incremento de 251,3 % en 28 semanas, resultando ser superiores a los valores encontrados al presente trabajo, debido a que la materia orgánica resulta más digerible y más fácil su descomposición para las lombrices.

4.1.4. Conteo de la macro fauna a los 60 días, (Individuos/ m²)

Los resultados obtenidos a los 60 días de conteo con respecto a la macro fauna presente en los nichos se mencionan a continuación; existiendo diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0001$), teniendo un mayor número de individuos en el tratamiento con excretas de conejo observando 730.62 individuos/m² reportando valores de incrementos de 292,15 %, seguido del tratamiento con excretas de caninos obteniendo 493.75 individuos/m² con 197, 5 % de incremento, finalmente en el tratamiento con excretas de canino con fluralaner presentando un total de 112.5 individuos/m² resultando tener 45 % de incrementosiendo este el tratamiento con menor número de individuos.

Con respecto a los huevos de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a los 60 días de conteo presenta diferencias significativas entre los tratamientos con ($P < 0.0022$), teniendo mayor presencia de individuos en el tratamiento de excretas de conejo con 343.75 individuos/m² , seguido de tratamiento con excretas de canino sin fluralaner, presentando 281.25 individuos/m², finalmente con la menor presencia individuos estuvo en el tratamiento con excretas de canino con fluralaner obteniendo un total de 143.75 individuos/m².finalmente con la menor presencia individuos estuvo en el tratamiento con excretas de canino con fluralaner obteniendo un total de

143.75 individuos/m².

(Cedeño, 2021, p.44) igualmente reporta datos de 259 lombrices en total en 60 días resultando tener un incremento de 221,25 %, siendo menores a los nuestros utilizando (90% de hojarasca + 10 % de cartón) y 46 cocones en su tratamiento 4 (80% residuos cáscara de maracuyá y plátano+10 % de hojarasca +10 % de cartón) esto debido a que no utilizaron excretas de ninguna especie y estas aportan altos contenidos de proteína lo cual interviene en la reproducción de las lombrices.

(Mendoza, 2018, p. 9). alcanzó valores de 932 cocones en su T2 (estiércol bovino 50 % + aserrín 50%) y 908,50 cocones en su T3 (estiércol bovino 25 % +aserrín 75 %) con una duración de 90 días, superando nuestros valores posiblemente debido al tipo de sustrato y al tiempo establecido.

(Pérez, 2002; citados en Cajas, 2009, p. 52). quien alcanzó 15563 podremos decir que los datos de esta investigación son superiores a los nuestros debidos a que el autor utilizó acelerantes como hongos, melaza, actinomicetos y bocashi por lo que de igual manera influyó a la rápida reproducción de los anélidos.

(Moscoso, 2001; citados en Cajas, 2009, p 53). reportó promedios superiores a los nuestro de 4419 lombrices adultas por lo que utilizó diferentes estimulantes como Melaza y *Streptomyses sp*, mostrando incrementos de 294,6 %, logrando así activar los microorganismos presentes ya que la melaza actúa como principal fuente de energía de los microorganismos favoreciendo la actividad microbiológica y reproducción.

En la Ilustración 4-4 se presenta el conteo de la macrofauna a los 60 días.

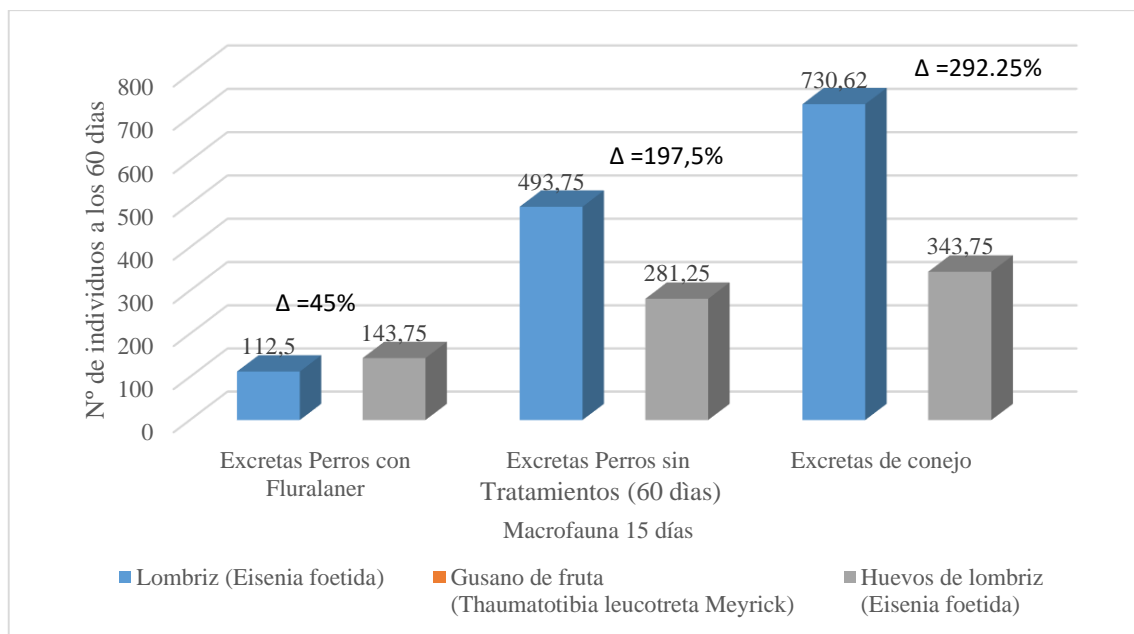


Ilustración 4-4: Presencia de macro fauna por tratamiento a los 60 días de conteo (individuos/m²)

Realizado por: Carbo, J., 2023.

4.1.5. Análisis de regresión

4.1.5.1. Análisis de regresión para la presencia de macro fauna del tratamiento de excretas de caninos con Fluralaner (individuos/m²)

En la ilustración 4-5, el análisis de regresión demuestra que el comportamiento de los individuos obtuvo una ecuación de regresión cuadrática, es decir el 81,46 % de los individuos de la macro fauna dependen de los días de evaluación, con una correlación alta correspondiente a 0,90 y una probabilidad de 6,02E-07, es decir la macro fauna disminuyó los primeros 30 días debido al efecto del Fluralaner, pero luego de ese tiempo la macro fauna comenzó a restaurarse debido a que posiblemente se perdió el efecto del insecticida comenzando desde entonces a obtener mayor número de individuos hasta llegar al día 60 con un total de 256.25 individuos/m².

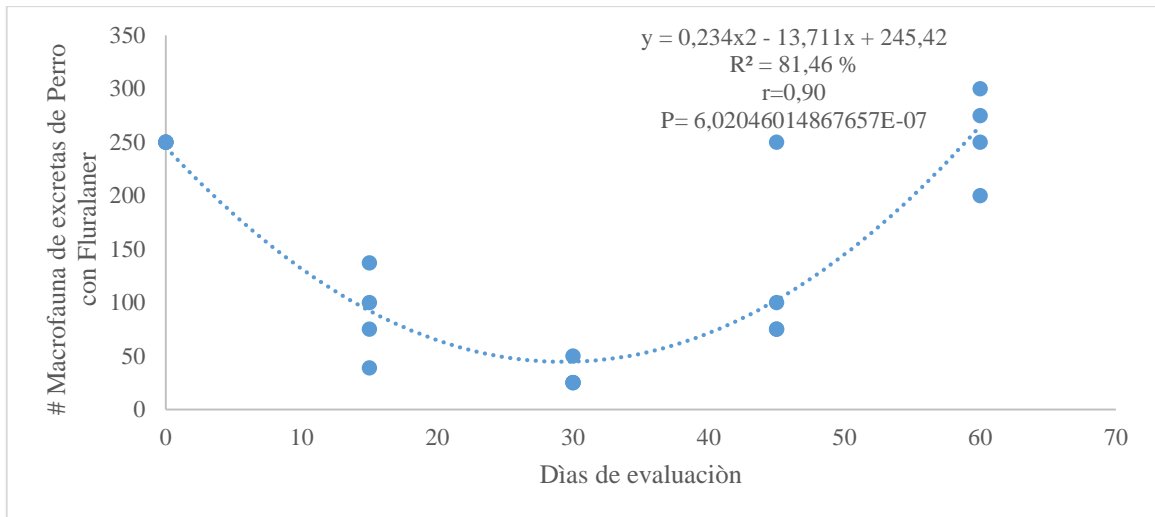


Ilustración 4-5: Línea de tendencia de la regresión, para la presencia de macro fauna del tratamiento con excretas de caninos tratados con fluralaner. (individuos/m2)

Realizado por: Carbo, J., 2023.

4.5.1.2. Análisis de regresión para la presencia de macro fauna del tratamiento de excretas de caninos sin Fluralaner (individuos/m2)

En la ilustración 4-6 se muestra con respecto a la macro fauna, el análisis de regresión, que el comportamiento de los individuos obtuvo una ecuación cuadrática, por lo que el 79,74 % del número de individuos depende de los días de evaluación, con una correlación alta correspondiente a 0,89 y una probabilidad de $1,27 E-06$, teniendo un leve decrecimiento en los primeros días esto debido a factores de adaptación, pero luego se incrementó el número de macrofauna desde el día 15 hasta tener el pico mayor a los 60 días llegando a contabilizar un total de 775 individuos totales.

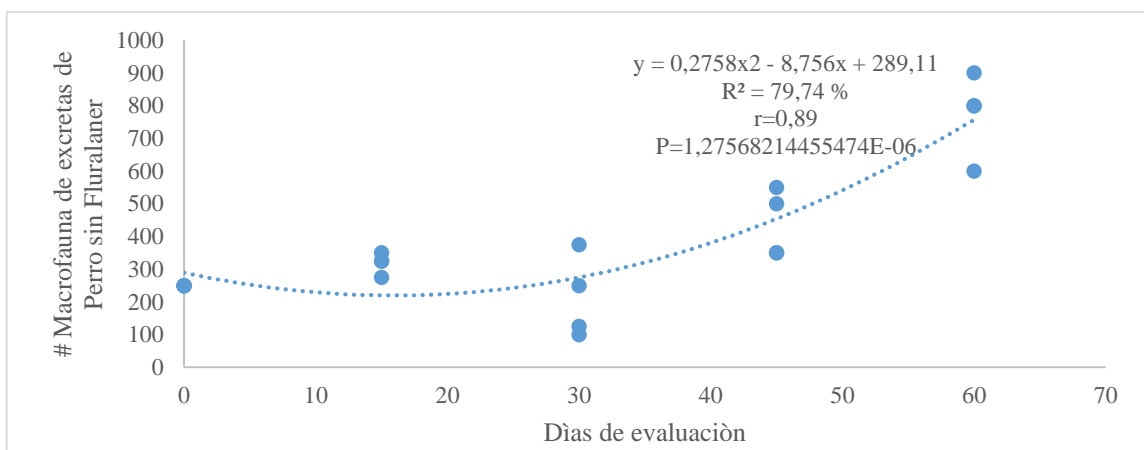


Ilustración 4-6: Línea de tendencia de la regresión para la presencia de macrofauna del tratamiento con excretas de caninos sin fluralaner.

Realizado por: Carbo, J., 2023.

4.5.1.3. Análisis de regresión para la presencia de macro fauna del tratamiento de excretas de conejo (individuos/m²)

En la ilustración 4-7 se demuestra que la línea de regresión para la presencia de macrofauna manifiesta que el comportamiento de la macrofauna determinó una ecuación de regresión cuartica, es decir que los individuos dependerán 96,28% de los días de evaluación y con una correlación alta correspondiente a 0,98 y una probabilidad de 1,55E-10, es decir los primeros 15 días se obtuvo un gran incremento debido a la buena adaptabilidad por parte de las lombrices y por presencia de gusano de fruta en el proceso de descomposición luego decreció la macro fauna a los 30 días por la sola contabilización de las lombrices rojas californianas ya que en esta fase no había presencia de gusanos de fruta, pero volviendo a incrementar el número de macro fauna a los 45 y llegando a los 60 días alcanzando su punto máximo de macrofauna con un total de 1074.37 individuos totales.

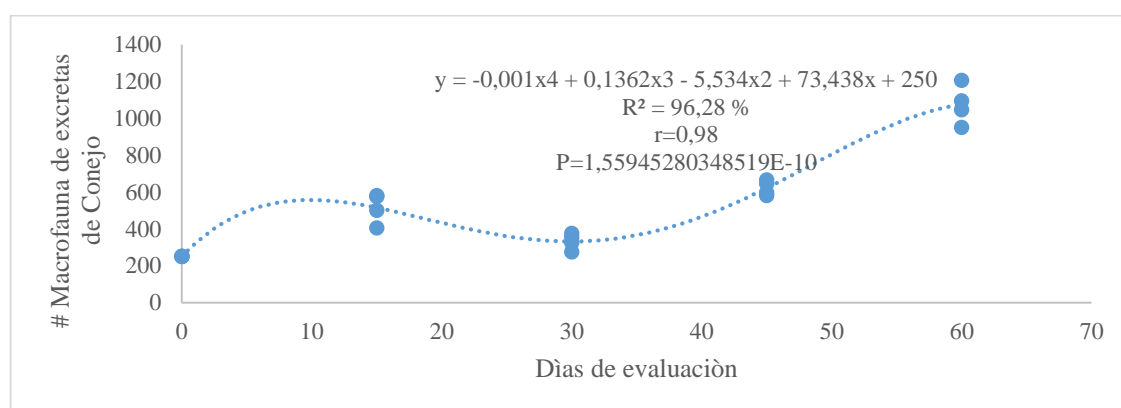


Ilustración 4-7: Línea de tendencia de la regresión, para la presencia de macrofauna del tratamiento con excretas de conejo

Realizado por: Carbo, J., 2023.

4.2. Cantidad de producción de humus, (kg)

4.2.1. Peso de humus por tratamiento, (Kg)

En la tabla 2-4 se muestra la cantidad de producción de humus la cual presenta diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$) entre los tratamientos, los mismos que se detallan a continuación, con una mayor producción de humus en el tratamiento con excretas de conejo obteniendo 16 Kg, en el tratamiento con excretas de canino sin fluralaner reporto un peso de 13.6 Kg, finalmente el tratamiento con excretas de canino con fluralaner presentó un peso de 3.05 kg, siendo este el tratamiento con menor producción de humus.

Tabla 4-2: Análisis químico del abono de los lechos de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

VARIABLES	Macrofauna 60 días							EE	Prob.	Sig.
	Excretas de Perros con Fluralaner		Excretas de Perros sin Fluralaner		Excretas de conejos					
Peso (kg)	3.05	a	13.6	b	16.6	c	0.48	<0.0001	**	
Nitrógeno (N)	1.44	a	1.56	b	1.39	a	0.03	0.019	*	
Fósforo (P)	0.03	a	0.4	b	0.65	c	0.03	<0.0001	**	
Potasio (K)	0.59	b	0.49	a	0.49	a	0.02	0.0149	*	
Calcio (Ca)	2.68	c	1.51	b	0.4	a	0.02	<0.0001	**	
Magnesio (Mg)	0.38	b	0.34	a	0.34	a	0.01	0.0104	*	

ns = no significativo ($P \geq 0.05$).
* = significativo ($P \geq 0.05$).
** = altamente significativo ($P \geq 0.05$).
Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan.

Realizado por: Carbo, J., 2023.

4.3. Análisis químico del humus

4.3.1. Nitrógeno (N)

El análisis químico realizado a los tratamientos de investigación con respecto a la presencia de nitrógeno reporta diferencias estadísticas ($P < 0.019$), reportando una mayor presencia de nitrógeno en el tratamiento sin excretas de canino con 1.56, seguido del tratamiento con excretas de canino con fluralaner con 1.44, finalmente el tratamiento con excretas de conejo presenta un valor de 1.39.

(Godoy, 2019, p. 36) menciona en su estudio a base de heces de canino con juntamente con aserrín y restos vegetales que el tratamiento tres (20% de heces de canino+80% de aserrín y vegetales) reporta un valor en nitrógeno de 1.29 siendo este el valor más alto en su investigación, dato que está por debajo de la presente investigación, esto se puede deber a que dicho autor utilizó poca cantidad de heces caninas y por la aplicación aserrín ya que este tiene un grado alto de toxicidad.

(Velásquez, 2017, p. 33) reporta un dato de 1.60 en su investigación realizado con ((1.2 kg de heces caninas +2.8kg de residuos orgánicos (1.4 kg de aserrin+1.4 kg de restos de vegetales)), dato que no es muy distante de nuestra investigación, esto se debe a la cantidad de nitrógeno presente en los vegetales utilizados en el tratamiento.

(Sorzano, 2022, p. 31) menciona según los parámetros de calidad de humus (Norma Mexicana) valores óptimos de nitrógeno de 1-4 %, encontrándose nuestros resultados dentro del rango para una buena calidad de humus.

Por lo que en nuestra investigación los 3 tratamientos también se encuentran dentro del rango según (Valdivia y Cuela, 2022, p. 9) que señala que el rango óptimo es de 0.3-1.6 % para una buena calidad de humus.

4.3.2. Fósforo (P)

Con respecto al nivel del fósforo entre los tratamientos existen diferencia significativa ($p < 0.0001$) existiendo una mayor cantidad de fósforo en el tratamiento con excretas de conejos con 0.65, el tratamiento con excretas de canino sin fluralaner presenta un valor de 0.4, finalmente y con el tratamiento con menor presencia de nitrógeno fue con excretas de canino con fluralaner con un valor de 0.03.

(Atanasio, 2012, p. 47) reporta un valor de 0.19 en los vermicompostas basado en estiércol de perros alimentados con croquetas provenientes de AALTERMEX siendo estos valores inferiores a los valores que obtuvimos en nuestra investigación referente al tratamiento con excretas de conejo y excretas de perro sin fluralaner, pero superior a los valores encontrados en el tratamiento con excretas de perro tratados con fluralaner, debido a que en dicha investigación influyó mucho la alimentación de los canes y el desuso de la materia orgánica.

(Velásquez, 2017, p. 33) reporta un valor de 1.30 en su estudio según su mejor tratamiento basado en 0.8 kg de heces caninas + 3.2 kg de residuos orgánicos (1.6 kg de aserrín+1.6 kg de restos vegetales)) este dato es superior al reportado en la presente investigación, esto debido a la cantidad de aserrín que presenta en su tratamiento.

(Godoy, 2019, p. 37) reporta en su investigación un valor de fósforo de 1.14 en su mejor tratamiento (20% de heces de canino+80% de aserrín y vegetales) dato que está por encima de los datos de fósforo reportado en la presente investigación, esto se debe a que el autor mencionado en su tratamiento emplea aserrín, lo cual tiene un valor alto en fósforo, al descomponerse mantiene esta propiedad.

(Pantoja, 2018, p. 70) en su estudio utilizando (Estiércol de vacuno + microorganismos eficientes 5%) reportó valores de 0,9 % valores que superan a los nuestros debido a la utilización de los

microorganismos eficientes 5 % por lo estos mejoran la calidad del humus.

(Valdivia y Cuela, 2022, p. 9) señala que los valores medios de composición química del humus en cuanto al fósforo fluctúa entre 0,1-1 %, por lo que todos los tratamientos de la presente investigación se encuentran dentro del intervalo óptimo.

4.3.3. Potasio (k)

La presencia de calcio entre los tratamientos reporta diferencias significativas ($p < 0.0149$) con una mayor presencia de potasio en el tratamiento con excretas de canino con fluralaner presentando un valor de 0.59, mientras que el tratamiento con excretas de canino sin fluralaner y el tratamiento con excretas de conejo presentaron un valor de 0.49.

Con respecto a la cantidad de potasio Godoy (2019, p. 38) menciona en su investigación que el mejor tratamiento es con el (50% de heces caninas+50% de aserrín y vegetales) con un valor de 0.65, datos que no están muy distantes de nuestra investigación.

(Atanasio, 2012, p. 51) quien obtuvo valores de 0,35 en la que se utilizó estiércol de canes alimentados con desperdicio de comida, el cual es inferior a los valores encontrados en la presente investigación debido a que los canes utilizados en nuestra investigación provenían de criaderos los cuales se alimentaban en su mayoría de sobras y croquetas que son ricas en fosforo, potasio y calcio.

(Velásquez, 2017, p. 33) reporta en su estudio datos con respecto al potasio en el mejor tratamiento (1.2 kg de heces caninas + 2kg de residuos orgánicos (1.4kg de aserrín + 1.4kg de restos vegetales)) un valor de 0.64, dato que está por encima de los datos reportados en nuestra investigación, esto debido a la utilización del aserrín en su estudio, el cual contiene cantidades altas de potasio.

(Valdez, 2013, p. 42) muestra un valor de 1.04 utilizando 100 % estiércol bovino, el cual está por encima de nuestros valores debido a que no se utiliza materia orgánica, y posiblemente la influencia de las sales minerales suministrados a los bovinos.

Según (Valdivia y Cuela, 2022, p. 9) menciona un rango óptimo de 0,3-1 (Según, La Norma Técnica Peruana) encontrándose los resultados de nuestros tratamientos dentro del rango óptimo para una buena calidad de humus.

4.3.4. Calcio (Ca)

El calcio dentro de nuestra investigación reporta diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.001$) obteniendo una mayor presencia en el tratamiento con excretas de canino con fluralaner presentando un valor de 2.68, seguida del tratamiento de excretas de canino sin fluralaner con un valor de 1.51, finalmente el tratamiento con excretas de conejo presentó un valor de 0.4.

(López, 2016, p.81) reporta un valor de 3.62 % el cual utilizó estiércol de caprino resultando ser superior a los valores encontrados en nuestra investigación, motivo por el cual podría atribuirse a la suplementación que recibieron los caprinos que contenía sales minerales a libre acceso.

(Pantoja, B.2018,p.70) indica valores de 1.30 % en el T3 utilizando (Microorganismos eficientes y restos vegetales frescos (zanahorias, lechugas, restos de sandía, zapallo, tomate), siendo inferior a nuestros resultados probablemente se deba a factores externos y a que no se utilizó excretas de ninguna especie.

(Arce y Mori, 2020, p.74) indica según la Agencia de desarrollo Económico exterior municipio capital la Rioja valores óptimos de calcio de 2.5-8,5 % para una buena calidad de humus, al igual que (Blanco,2020) citado por (Torrez, 2022, p. 16) quien señala rangos de 2-8% , por lo que el tratamiento con excretas de caninos tratados con fluralaner se encuentre dentro del rango, no siendo así para los tratamientos con excretas de canino sin fluralaner y con excretas de conejo, esto puede deberse tal vez a la falta de maduración del humus al momento de la cosecha o de la posible lixiviación de dicho nutriente.

4.3.5. Magnesio (Mg)

En cuanto a la presencia de magnesio existió diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P < 0.0104$), obteniendo los siguientes datos, en el tratamiento con excretas de canino con fluralaner un calor de 0.38, mientras que en el tratamiento con excretas de canino sin fluralaner y excretas de conejo se obtuvo un valor de 0.34.

(Chugchilan y Zambrano, 2021, p. 28) manifiesta valores de 0,31 % en cuanto al magnesio, en su T1 utilizando (Tierra de huerto 6,81 kg+ Raquis de orito 15,90 kg + Estiércol bovino 20,45 kg + hojarasca 4,54 kg) el cual se acerca bastante a nuestros resultados.

(Pantoja, 2018, p. 70) muestra valores de 2.70 % utilizando ((lombrices alimentadas con estiércol de vacuno y adición de microorganismos eficientes al 5 % más restos vegetales frescos) logrando superar los valores obtenidos en la presente investigación, debido a que los microorganismos ayudan a acelerar el procedimiento de desintegración de materia orgánica y mejoran la tasa de degradación y la calidad del compost.

(Castillo y Díaz, 2021, p. 2021) cita valores de 0,65 % en cuanto al magnesio a partir de residuos sólidos orgánicos municipales, siendo superiores a los nuestros debido a que las acciones alimentarias de estos biosólidos son abundantes en proteínas y carbohidratos que permite rangos mayores en la calidad de humus.

(Reginaldo, 2022, p. 25) menciona un parámetro óptimo de (0.2-0.7 %) en cuanto al magnesio, tomando datos referenciados del Instituto Nacional de Calidad (INACAL-PERÚ), encontrándose todos los tratamientos dentro del rango estimado. Al igual que Méndez (2015, p.25) quién señala que el intervalo óptimo es de 0.3 - 0.81% para una buena composición del humus, concordando nuestros resultados con los de la investigación y a la vez manifestando ser de buena calidad.

4.4. Evaluación económica por tratamiento

4.4.1. Beneficio/costo, (\$)

En la tabla 3-4 se detallan valores correspondientes a egresos que se obtuvo por los costes de producción de los tres tratamientos, y los ingresos generados por las ventas de la producción de humus y de lombrices rojas Californianas (*Eisenia Foetida*).

Con respecto al beneficio costo de nuestra investigación podemos observar buena rentabilidad en el tratamiento con excremento de conejo el cual reporta un índice de BC de 1.32 dólares, no resultando de la misma manera para los tratamientos con excretas de caninos con fluralaner que se obtuvo 0,91 dólares y con excretas de caninos sin fluralaner con 0,13 dólares, deduciendo ser menos convenientes donde no se obtiene rentabilidad.

Tabla 4-3: Análisis económico por tratamiento

CONCEPTO	TRATAMIENTOS		
	Excretas con fluralaner	Excretas sin fluralaner	Excretas de conejo
EGRESOS			
Cajas de lechos 1	20	20	20
Heces 2	7	7	7
Materia Orgánica 3	10	10	10
Lombriz Californiana 4	12	12	12
Fluralaner 5	60	0	0
Transporte 6	10	10	10
Mano de obra 7	25	25	25
Servicios Básicos 8	5	5	5
Herramientas 9	20	20	20
Total Egresos (USD)	169	109	109
INGRESOS			
Venta de abono 10	4,636	20,672	26,56
Venta de lombriz 11	18	79	116,8
Total Ingresos (USD)	22,636	99,672	143,36
BENEFICO COSTO	0,13	0,91	1,32

Realizado por: Carbo, J., 2023.

1: \$ 5/Caja de lecho.

2: \$ 7/Costal de Heces.

3: \$ 10/5Costales de Materia Orgánica.

4: \$ 12/Kg de Lombriz Roja Californiana.

5: \$ 30/1 Frasco de Fluralaner (Tabletas Masticables)

6: \$ 30 Transporte

7: \$ 25/Mano de Obra

8: \$ 15/Servicios Básicos

9: \$ 60/Herramientas (Pala, martillo, fundas, lupas, clavos).

10: \$0,40/ Kg de Humus de heces conejo, y \$ 0,38/Kg de Humus de heces de canino.

11: \$ 12/Kg de Lombriz Roja Californiana.

CAPÍTULO V

5. MARCO DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Al evaluar el conteo de la macrofauna a los 15,30,45 y 60 días el tratamiento con menos cantidad de individuos, afectando a la producción y reproducción fue el tratamiento con excretas de caninos tratados con fluralaner por el efecto tóxico del insecticida, en el cual se obtuvo 256,25 individuos en total, estando así lejos de la cantidad que se obtuvo en el tratamiento de excretas de canino sin fluralaner con 775 individuos en total y el tratamiento de excretas de conejo que fue el mejor tratamiento con 1074,37 individuos totales.
- La producción de abono se ve afectada en el tratamiento con las excretas de caninos que fueron tratadas con fluralaner obteniendo un peso de 3.06 kg sin embargo, el tratamiento con mejor eficiencia en la producción de abono se presentó en el tratamiento con excretas de conejo con un peso de 16.6 kg. Sin embargo, el tratamiento con excretas de caninos sin fluralaner alcanza valores de 13,6 kg siendo una muy buena alternativa para la utilización de las excretas.
- Mediante el análisis químico de las muestras se determinó que, el mejor tratamiento con presencia de nitrógeno fue el tratamiento de excretas de caninos sin fluralaner con 1.56%, con respecto al fósforo se obtuvo gran presencia en el tratamiento con excretas de conejo presentando 0.65%, la mayor cantidad de potasio, calcio y magnesio estuvo presente en el tratamiento con excretas de canino con fluralaner con 0.59%, 2.68% y 0.38% respectivamente.
- Debido a la baja producción de abono y lombrices rojas californianas en los tratamientos con excretas de caninos se ve afectado el beneficio costo. Por el contrario del tratamiento con excretas de conejo resultó con una rentabilidad de 0,32 dólares por cada dólar invertido.

5.2. Recomendaciones

- No utilizar las excretas de los caninos si fueron tratados con Fluralaner y son destinadas a la elaboración de abono, debido al efecto tóxico que altera la producción y reproducción de la macrofauna.
- Replicar la evaluación de la macrofauna con otro ectoparasitida para caninos a fin de verificar el efecto sobre ella, de esta manera poder lograr un efecto amigable para el medio ambiente.
- Es importante considerar el tiempo de estudio, razón por la cual es aconsejable evaluar la macrofauna a los 60,75,90 y 105 días de estudio con la finalidad de poder presenciar si en algún momento se puede equiparar la cantidad de individuos por tratamiento realizado.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA RAMOS, Jeffrey Arturo. Abonos orgánicos como alternativa para el mejoramiento y conservación de suelos afectados por el incorrecto manejo de pesticidas agrícolas [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad De Ciencias Agropecuarias, Los Ríos, Ecuador. 2023. pp. 1-33. [Consulta: 2022-01-16]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13311/E-UTB-FACIAG-AGRON-000024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AGROMEAT. *La lombricultura* [en línea]. S.l.: Agromeat. 2017. [Consulta: 2023-01-18]. Disponible en: https://www.adiveter.com/ftp_public/A1261007.pdf

AGROVET. *Atrevia ® One Medium ®* [en línea]. Lima-Perú: Agrovvet. 2017. [Consulta: 2023-01-20]. Disponible en: <https://www.agrovvetmarket.com/productos-veterinarios/documento/atrevia-one-medium-fluralaner-ectoparasiticida-oral-tabletas-blandas-masticables-palatables/inserto>

ARCE ANTINORI, Hugo Angel, & MORI ALVÁN, Martha Silvana. Efecto de tres tipos de dieta alimenticia para “Lombriz roja californiana” *Eisenia foétida* a partir de residuos orgánicos domiciliarios para la obtención de humus – 2020 [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental. Chiclayo, Perú. pp. 21-53. [Consulta: 2023-01-21]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60598/Arce_AHA-Mori_AMS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ARNALDOS, Marcos; et al. Fauna entomológica involucrada y características morfoanatómicas [en línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de Murcia, España. 2014. pp. 2-30. [Consulta: 2023-01-21]. Disponible en: <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/20256/1/EFfauna%20entomologicainvolucrada.pdf>

BARETA, Dilmar; et al. *Fauna edáfica e qualidade do solo* ® [en línea]. ed. 7. S.l.: Proyecto de Fauna Edáfica, 2011. [Consulta: 2023-01-19]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/267333227_FAUNA_EDAFICA_E_QUALIDADE_DO_SOLO

BECERRA ÁVILA, Yuri Bibiana, & SÁNCHEZ SIERRA, Briyith Daniela. Aprovechamiento de materia fecal de caninos como abono orgánico para la rehabilitación de suelos [en línea]. (Trabajo de titulación). (Tecnología) Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad De Medio Ambiente y Recursos Naturales, Bogotá, Colombia. pp. 8-90 [Consulta: 2023-01-16]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25177/BecerraAvilaYuriBibiana2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CABRERA, Grisell, & CRESPO, Gabriel. “Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de pastizales”. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* [en línea], 2001, (Cuba) 35(1), pp. 2-8. [Consulta: 2023-01-18]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193014947002.pdf>

CABRERA DÁVILA, Grisel; et al. *Fauna del suelo* [en línea]. La Habana- Cuba: Editorial AMA, 2014. [Consulta: 2023-01-17]. Disponible en: https://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1454/16/254-283_Libro_Biodiversidad_Cuba_Cap%C3%ADtulo%2014.pdf

CAJAS SÁNCHEZ, Sonia Fernanda. Efecto de la utilización de aserrín en combinación con estiércol bovino como sustrato en la producción de humus de lombriz *Eisenia foétida* (lombriz roja californiana) [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, Riobamba-Ecuador. 2009. pp. 4-73. [Consulta: 2023-01-05]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/2397/1/17T1013.pdf>

CARRERA AGUIRRE, Luis Fernando. Fertilización orgánica asociada con un bioestimulante en la producción y calidad de pimiento (*Capsicum annum L.*) variedad irazú largo [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador. 2015. pp. 15-40. [Consulta: 2023-01-15]. Disponible en: https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2693/1/CD410_TESIS.pdf

CHAMORRO MARTÍNEZ, Yiseth Paola. Estructura de la macro, meso y microfauna del suelo y su relación con parámetros de calidad del suelo en unidades agrícolas del norte de Colombia: Implicaciones ecológicas [en línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de la Costa, Departamento de Civil y Ambiental, Barranquilla, Colombia. 2022. pp. 23-70. [Consulta: 2023-01-15]. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/9229/ESTRUCTURA%20DE%20LA%20>

MACRO%2C%20MESO%20Y%20MICROFAUNA%20DEL%20SUELO.pdf?sequence=3&isAllowed=y

CHUGCHILAN BARAJA, Genaro Orlando, & ZAMBRANO CAISAGUANO, Kevin Andrés. Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el Cantón La Maná Recinto San José del Estero [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera Ingeniería Agronómica. La Maná, Ecuador. 2021. pp. 1-31. [Consulta: 2023-01-17]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7726/1/UTC-PIM-000351.pdf>

CIAT/TSBF-LAC. *Protocolo de muestreo para la macrofauna del suelo* [en línea], S.l.: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 2015. [Consulta: 2023-01-19]. Disponible en: https://suelosandinos.files.wordpress.com/2015/09/ciat-tsbflac-procedimiento_muestreo-macrofauna_suelo-jun-2011.pdf

CUZCO MAS, Erik. Evaluación de diferentes sustratos en la producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), Chachapoyas – Perú [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú. 2019. pp. 15-40. [Consulta: 2023-01-16]. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1665/Cuzco%20Mas%20Erik.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DE LA CRUZ MIGUEL, Jessica. Fauna de costras biológicas y suelo de islas de recursos formadas por *Mimosa luisana*, en el valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, México [en línea]. (Trabajo de titulación). (Bióloga) Universidad Nacional Autónoma de México, Zaragoza, México, 2013. pp. 4-40. [Consulta: 2023-01-16]. Disponible en: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis_miguel_cruz.pdf

DEL CASTILLO GONZALES, Robinson., & DÍAZ REÁTEGUI, Ubaldo Elías. Elaboración de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos municipales en el Distrito de San Roque de Cumbaza Región San Martín [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú. 2021. pp. 1-34. [Consulta: 2023-06-16]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61168/DelCastillo_GR-

D%c3%adaz_RUE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DELGADO, Gilma; et al. “Evaluation of the macrofauna of the soil associated to different systems with coffee *Coffea arabica* L”. *Revista de Ciencias Agrícolas* [en línea], 2011, (Colombia) 18(1), pp. 91-106. [Consulta: 2023-01-21]. ISSN 2013-2238. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5104119.pdf>.

DÍAZ ROA, Carlos Andrés. Implementación de un biodigestor para la generación de biogás y biol en Bogotá a partir de heces caninas usando un ecocatalizador como acelerante biológico [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería, Bogotá, Colombia, 2020. pp. 5-70. [Consulta: 2023-01-18]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2202&context=ing_ambiental_sanitaria

DÍAZ, Eduardo. *Lombricultura alternativa de producción* [en línea], La Rioja: Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior. 2020. p 27. [Consulta: 2023-06-115]. Disponible en: www.academia.edu/28416586/ADEX_La_Rioja_Abril_del_2002_GUÍA_DE_LOMBRICULTURA_Para_emprendedores_y_productores_del_agro

DURÁN, Lolita., & HENRÍQUEZ, Carlos. “Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos”. *Agronomía Costarricense* [en línea], 2009, (Costa Rica) 33(2), pp. 275-281. [Consulta 11 de enero de 2023]. ISSN: 0377-9424. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43613279011>

FERTILAB. *El humus de lombriz* [en línea], S.l.: Fertilab. 2015. [Consulta: 2023-01-20]. Disponible en: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/El-Humus-de-Lombriz.pdf>

FLORES TORRES, María Elena. Estudio comparativo de indicadores físicos y químicos de la calidad del suelo y de la biodiversidad de la mesofauna edáfica en dos usos de suelo de la microcuenca del río Pomacocho, Parroquia Achupallas, Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2016. pp. 2-60. [Consulta: 2023-01-15]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3077/1/UNACH-ING-AMB-2016-014.pdf>

GARCÍA MORENO, Ana; et al. “Estudio y diversidad de los Artópodos Crustáceos”. *Reduca* [en línea], 2012, (España) 4(2), pp. 61-74. [Consulta: 2023-01-26]. ISSN 1989-3620. Disponible en: <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/840/855>

GESMBH. *Ficha técnica Bravecto* ® [en línea], S.l.: MDS. 2016. [Consulta: 2023-01-17]. Disponible en: <https://www.msd-salud-animal.mx/offload-downloads/bravecto-ficha-tecnica/>

GODOY SEGOVIA, Angélica María. Reciclaje de las heces fecales caninas en el parque Neptuno mediante la elaboración de humus usando la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) Distrito de Santiago de Surco [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Villa el Salvador, Perú, 2019. pp. 7-40 [Consulta: 2023-01-19]. Disponible en: http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/178/1/Godoy_Angelica_Trabajo_Suficiencia_2019.pdf

GREENFACTS. *Riesgos medioambientales de los productos farmacéuticos y medicinales* [blog]. España: Elina Sandoval, 26 de marzo, 2015 [Consulta: 2023-04-06]. Disponible en: <https://www.greenfacts.org/es/medio-ambiente-productos-farmaceuticos/index.htm>

JIMÉNEZ, Julián; et al. “La macrofauna del suelo: Un recurso natural aprovechable pero poco conocido”. *El Arado Natural* [en línea], 2013, (Colombia) 223(2), pp. 1-17. [Consulta: 2023-01-14]. ISSN 9781-4117. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/tsbf/pdf/arado_natural_cap1.pdf

LAZO, Darío; et al. *Annelida* [en línea], S.l.: s.n. 2016. [Consulta: 2023-01-20]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/292280058_Capitulo_17_Annelida/link/56b89e3408ae5ad3605f44b2/download

LEMA VELOZ, Nataly Cristina. Determinación de la macrofauna edáfica en distintos usos de suelo en tres agroecosistemas de la comunidad de Naubug [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador, 2016. pp. 12-30 [Consulta: 2023-01-19]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5419/1/TESIS%20MACROFAUNA.pdf>

LIMACHI MENDOZA, Edgar. “Efecto de tres dosis de sustratos en la alimentación de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con estiércol bovino y aserrín descompuesto en Sapecho, Alto Beni”. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica –UMSA* [en línea], 2018, (Bolivia) 4(2), pp. 1128-1138. [Consulta 11 de enero de 2023]. ISSN: 2519-9382. Disponible en: <https://aphapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/222/212>

LOPEZ FERNÁNDEZ, Sonia. Comparación de las características físicas y químicas de compostas elaboradas con heces de bovino, caprino, equino y ovino durante las estaciones del año [en línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Autónoma del Estado De México, Temascaltepec, México, 2016. p 81 [Consulta: 2023-06-15]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65122/MCARN-SLF-10-16-split-merge.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

LÓPEZ MÉNDEZ, David; et al. “Influence of different organic substrates one arthworm (*Eisenia foetida*)”. *TECNOCENCIA* [en línea], 2013, (México) 7(2), pp. 81-87. [Consulta: 2023-01-16]. ISSN 2580-6593. Disponible en: <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/662/707>

MARTÍNEZ, Nathaly; et al. *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura* [en línea], Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2014. [Consulta: 2023-01-16]. Disponible en: https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf

MOMO, Fernando, & FALCO, Liliana. *Biology and ecology of the soil mesofauna* [en línea], Luján: Universidad Nacional de Luján. 2015. [Consulta: 2023-01-16]. Disponible en: <https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2015/11/mesofauna-del-suelo-Momo-Falco.pdf>

MOYANO, Juan Carlos., et al. *Importancia de los ovinos tropicales en la amazonia ecuatoriana: Características productivas* [en línea], Pastaza, Ecuador: Universidad Estatal Amazónica, 2017. [Consulta: 2023-01-28]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Juan-Moyano-4/publication/325191004_Importancia_de_los_ovinos_tropicales_en_la_amazonia_ecuatoriana_-_Caracteristicas_productivas/links/5afce586458515e9a59b08f5/Importancia-de-los-ovinos-tropicales-en-la-amazonia-ecuador

ORDUZ TOVAR, Sergio Andrés; et al. “Importance of Soil Biota for Productivity Inagro-Ecosystems”. *Revista Nova* [en línea], 2020, (Colombia) 6(1), pp. 27-38. [Consulta: 2023-01-28]. ISSN 2500-4476. Disponible en: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/rnova/article/download/3681/4102/16925>

ORTIZ COLLAZOS, Zaira Wuasbledy, & RUANO MAGIN, Anjy Jenith. Estudio de mesofauna y macrofauna en parcelas fertilizadas y no fertilizadas en plantaciones de *Eucalyptus grandis* en la meseta de Popayán Cauca y Restrepo Valle del Cauca [en línea]. (Trabajo de

titulación). (Ingeniería) Universidad del Cauca, Popayán, Colombia, 2012. pp. 17-40 [Consulta: 2023-01-16]. Disponible en: <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/418/ESTUDIO%20DE%20MESOFAUNA%20Y%20MACROFAUNA%20EN%20PARCELAS%20FERTILIZADAS%20Y%20NO%20FERTILIZADAS%20EN%20PLANTACIONES%20DE%20E.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PANTOJA MEDINA, Benancio. Efecto de los microorganismos eficientes y restos vegetales en la calidad de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Sav.) en Huacrachuco, 2018 [en línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional Agraria de La Selva, Escuela de Posgrado. Tingo María, Perú. 2021. pp. 3-75. [Consulta: 2023-01-10]. Disponible en: http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1868/TS_BPM_2021_R2.pdf?sequence=10&isAllowed=y

POZO ALVARADO, Edwin Stalin. Evaluación de la edafofauna en la Parroquia Colonche, Provincia de Santa Elena [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador, 2021. pp. 3-30 [Consulta: 2023-01-21]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/47200/8561/1/UPSE-TIA-2022-0020.pdf>

REGINALDO URPAY, Leslie Digna. Caracterización y evaluación de lodo residual de la empresa ECOANDINO S.A.C. para la producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Zootecnia. Huancayo, Perú. 2022. pp. 18-131. [Consulta: 2022-11-21]. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8323/T010_76386868_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RIASCOS, Adrián Rolando; et al. “Evaluación de vermicompost con diferentes sustratos en la producción de biomasa con la lombriz roja californiana”. *Revista GIPAMA* [en línea], 2020, (Colombia) 1(1), pp. 28-35. [Consulta: 2023-01-15]. Disponible en: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/gipama/article/view/3190>

RIBERA, Ignacio; et al. “Introducción y guía visual de los artrópodos”. *Revista Ide@-SEA* [en línea], 2015, (España) 2(1), pp. 1-30. [Consulta: 2023-01-28]. ISSN 2500-7183. Disponible en: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_2.pdf

ROJAS PEÑA, Milenka. Producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetia*) elaborado con diferentes sustratos vegetales en la Comunidad de Trinidad Pampa – Coripata [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Mayor de San Andrés, la Paz, Bolivia, 2005. pp. 9-30 [Consulta: 2023-01-20]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6004/T-805.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ROMERO MANCERO, Fanny María. Estudio productivo de la Lombriz Californiana alimentada con Residuos de Cocina [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Ecuador, 2004. pp. 10-65. [Consulta: 2023-06-17]. Disponible en: <https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=40792>

SALES, Francisco. *Manual de lombricultura* [en línea], S.l.: s.n. 2020. Disponible en: <https://corpamag.gov.co/blogs/negociosverdes/wp-content/uploads/2021/02/Manual-de-lombricultura.pdf>

SAYAGO, Héctor Atanasio. Biotransformación de heces fecales de perro a humus por efecto de la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida* L.) [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad César Vallejo, Facultad de Ciencias Agropecuaria, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú. 2012. pp. 1-30. [Consulta: 2023-06-20]. Disponible en: <https://studylib.es/doc/5714167/>

SIRPA TORREZ, Milenka. Evaluación del efecto de cuatro niveles de aserrín con precompostaje de residuos orgánicos como sustrato en la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en Bajo Pampahasi en el Departamento de La Paz [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 2022. pp. 1-100. [Consulta: 2023-06-17]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/31074/T-3090.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SORZANO PABON, Alicia Marcela. Determinación de la calidad de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), en tres sustratos con frecuencia de aplicación de trichoderma en la comunidad de Villa Remedios Bajo - Chulumani - La Paz [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 2022. pp. 20-86. [Consulta: 2023-06-20]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/30513/T->

3070.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TAENZLER, Janina; et al. “Efficacy of fluralaner against *Otodectes cynotis* infestations in dogs and cats”. *Parasites & Vectors* [en línea], 2017, (Reino Unido) 10(1), pp. 8-13. [Consulta: 2023-01-28]. DOI 10.1186/s13071-016-1954-y. Disponible en: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-016-1954-y>

VALDEZ LOOR, Roque Serafin. Niveles de estiércol de bovinaza más cascara de cacao en la producción de humus de lombriz [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniería Agropecuaria, Quevedo Los Ríos, Ecuador, 2013. p. 42 [Consulta: 2023-06-15]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/537/1/T-UTEQ-0117.pdf>

VALDIVIA AYCA, Oscar Antonio., & CUELA ROJAS, Alejandro Martin. Comportamiento reproductivo de las lombrices rojas californianas en sustratos de residuos orgánicos provenientes del mercado de Ciudad Nueva, Tacna, 2022 [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Privada de Tacna, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Tacna, Perú. 2022. pp. 2-31 [Consulta: 2023-01-15]. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2672/Valdivia-Ayaca-Cuela-Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VELASQUEZ CHÁVEZ, Brenda Faride. Tratamiento de heces caninas para la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en SJL [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2017. pp. 14-35 [Consulta: 2023-01-15]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/17148/Velasquez_CB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VENTURA GERÓNIMO, Araceli. “Riqueza y abundancia de las especies de la clase Gastropoda, en el intermareal rocoso de puerto Vicente Guerrero, Tecpan de Galeana, Guerrero, México”. *Revista Tlamati Sabiduría* [en línea], 2016, (México) 7(2), pp. 1-7. [Consulta: 2023-01-25]. ISSN 3123-2836. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:j1NZiwr8hIEJ:www.vliz.be/imisdocs/publications/312328.pdf&cd=9&hl=es&ct=clnk&gl=ec>

ZAMBRANO ZAMBRANO, Angie Antonella. Evaluación de la macrofauna del suelo en plátano en las zonas de Santo Domingo y Esmeraldas [en línea]. (Trabajo de titulación).

(Ingeniería) Universidad de las Fuerzas Armadas, Santo Domingo, Ecuador, 2021. pp. 18-30
[Consulta: 2023-01-19]. Disponible en:
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/25864/1/T-ESPESD-003121.pdf>

ZAMBRANO SÁNCHEZ, Ana Meilyn. Importancia de la elaboración del humus de la lombriz californiana en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Los Ríos, Ecuador, 2022. pp. 7-13
[Consulta: 2023-01-19]. Disponible en:
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13268/E-UTB-FACIAG-AGROP-000011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ZERBINO, Stella, & ALTIER, Nora. “La biodiversidad del suelo”. *Suplemento Tecnológico* [en línea], 2015, (Uruguay) 5(2), pp. 1-2. [Consulta: 2023-01-25]. Disponible en:
http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_186.pdf



ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A LA MACRO FAUNA (15 DÍAS)

a) Análisis de varianza de lombriz (*Eisenia foetida*)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
<u>Lombrices (<i>Eisenia foetida</i>)..</u>	<u>12</u>	<u>0.90</u>	<u>0.88</u>	<u>25.78</u>

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Tratamiento	134200.17	2	67100.08	40.22	<0.0001
Error	15014.75		9	1668.31	
<u>Total</u>	<u>149214.92</u>	<u>11</u>			

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 1668.3056 gl: 9

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
EPerroconF (15 días)	19.00	4	20.42 A
EPerrosinF (15 días)	181.25	4	20.42 B
<u>Econejo (15 días)</u>	<u>275.00</u>	<u>4</u>	<u>20.42 C</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

b) Análisis de varianza con respecto al gusano de fruta (*Thaumatotibia leucotreta* Meyrick)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
<u>Gusano de fruta</u>	<u>12</u>	<u>0.65</u>	<u>0.58</u>	<u>39.64</u>

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Tratamiento	59412.50	2	9706.25	8.54	0.0083
Error	31293.75	9	3477.08		
<u>Total</u>	<u>90706.25</u>	<u>11</u>			

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 3477.0833 gl: 9

<u>Tratamiento</u>	<u>Media</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
EPerroconF (15 días)	68.75	4	29.48 A
EPerrosinF (15 días)	137.50	4	29.48 A
Econejo (15 días)	240.00	4	29.48 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO B: ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A LA MACRO FAUNA (30 DÍAS)

a) Análisis de varianza de lombriz (*Eisenia foetida*)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
<u>Lombrices (<i>Eisenia foetida</i>)..</u>	<u>12</u>	<u>0.77</u>	<u>0.72</u>	<u>40.43</u>

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Tratamiento	184004.17	2	92002.08	15.26	0.0013
Error	54268.75	9	6029.86		
<u>Total</u>	<u>238272.92</u>	<u>11</u>			

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 6029.8611 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
EPerroconF (30 días)	31.25	4	38.83 A
EPerrosinF (30 días)	212.50	4	38.83 B
E conejo (30 días)	332.50	4	38.83 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO C: ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A LA MACRO (45 DÍAS)

a) Análisis de varianza de lombriz (*Eisenia foetida*)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Lombrices (<i>Eisenia foetida</i>).	12	0.97	0.96	11.70

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	253129.17	2	126564.58	139.02	<0.0001
Error	8193.75	9	910.42		
Total	261322.92	11			

Realizado por: Carbo, J., 2022.

b) Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 910.4167 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
EPerroconF (45 días)	56.25	4	15.09 A
EPerrosinF (45 días)	325.	4	15.09 B
E conejo (45 días)	392.50	4	15.09 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO D: ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A LA MACRO FAUNA (60 DÍAS)

a) Análisis de varianza de lombriz (*Eisenia foetida*)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Lombrices (<i>Eisenia foetida</i>)	12	0.95	0.94	15.54

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	776629.17	2	388314.58	81.00	<0.0001
Error	43143.75	9	4793.75		
Total	819772.92	11			

Realizado por: Carbo, J., 2022.

b) Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 4793.7500 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
EPerroconF (60 días)	112.50	4	34.62 A
EPerrosinF (60 días)	493.75	4	34.62 B
E conejo (60 días)	730.00	4	34.62 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO E: ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A HUEVOS DE LOMBRIZ (*Eisenia foetida*) A LOS 45 DÍAS

a) Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Huevos de lombriz (<i>Eisenia f</i>)	12	0.63	0.55	43.78

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	54704.17	2	27352.08	7.64	0.0115
Error	32212.50	9	3579.17		
Total	86916.67	11			

Realizado por: Carbo, J., 2022.

b) Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 3579.1667 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
EPerroconF (45 días)	68.75	4	29.91 A
EPerrosinF (45 días)	112.50	4	29.91 A
E conejo (45 días)	228.75	4	29.91 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO F: ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO A HUEVOS DE LOMBRIZ (*Eisenia foetida*) A LOS 60 DÍAS

a) Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Huevos de lombriz (<i>Eisenia foetida</i>)	12	0.74	0.69	22.14

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	83750.00	2	41875.00	13.02	0.0022
Error	28956.25	9	3217.36		
Total	112706.25	11			

Realizado por: Carbo, J., 2022.

b) Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 3217.3611 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
EPerroconF (60 días)	143.75	4	28.36 A
EPerrosinF (60 días)	281.25	4	28.36 B
E conejo (60 días)	343.75	4	28.36 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO G: ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MUESTRAS A LOS 60 DÍAS

a) Análisis de varianza con respecto al peso, Kg

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
Peso(kg)	12	0.98	0.98	8.64

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Tratamiento	405.21	2	202.60	221.02	<0.0001
Error	8.25	9		0.92	
<u>Total</u>	<u>413.46</u>	<u>11</u>			

Realizado por: Carbo, J., 2022.

b) Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.9167 gl: 9

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
EPerroconF60	3.05	4	0.48 A
EPerrosinF60	13.60	4	0.48 B
EConejo60	16.60	4	0.48 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO H: ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO AL NITROGENO (N)

a) Análisis de varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
N	12	0.59	0.49	4.71

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Tratamiento	0.06	2	0.03	6.36	0.0190
Error	0.04	9	8E-03		
<u>Total</u>	<u>0.10</u>	<u>11</u>			

Realizado por: Carbo, J., 2022.

b) Separación de medidas de acuerdo con la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0048 gl: 9

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
EConejo60	1.39	4	0.03 A
EPerroconF60	1.44	4	0.03 A
EPerrosinF60	1.56	4	0.03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO I: ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO AL FÓSFORO (P)

a) Análisis de varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
P	12	0.97	0.96	15.21

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Tratamiento	0.78	2	0.39	131.08	<0.0001
Error	0.03	9	3.0E-03		
<u>Total</u>	<u>0.81</u>	<u>11</u>			

Realizado por: Carbo, J., 2022.

b) Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0030 gl: 9

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
EPerroconF60	0.03	4	0.03 A
EPerrosinF60	0.40	4	0.03 B
EConejo60	0.65	4	0.03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO J: ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO AL POTASIO (K)

a) Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
K	12	0.61	0.52	8.48

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0.03	2	0.01	6.96	0.0149
Error	0.02	9	2.0E-03		
Total	0.05	11			

Realizado por: Carbo, J., 2022.

b) Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0020 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
EConejo60	0.49	4	0.02 A
EPerrosinF60	0.49	4	0.02 A
EPerroconF60	0.59	4	0.02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO K: ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO AL CALCIO (Ca)

a) Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ca	12	1.00	1.00	2.88

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	10.42	2	5.21	2687.57	<0.0001
Error	0.02	9	1.9E-03		

Total 10.44 11

Realizado por: Carbo, J., 2022.

b) Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0019 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
EConejo60	0.40	4	0.02 A
EPerrosinF60	1.51	4	0.02 B
EPerroconF60	2.68	4	0.02 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO L: ANÁLISIS DE VARIANZA CON RESPECTO AL MAGNESIO (Mg)

a) Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mg	12	0.64	0.56	4.68

Realizado por: Carbo, J., 2022.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	4.3E-03	2	2.1E-03	7.92	0.0104
Error	2.4E-03	9	2.7E-04		
Total	0.01		11		

Realizado por: Carbo, J., 2022.

b) Separación de medidas de acuerdo a la prueba de Duncan ($p > 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0003 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
EConejo60	0.34	4	0.01 A
EPerrosinF60	0.34	4	0.01 A
EPerroconF60	0.38	4	0.01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO M: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TRATAMIENTO DE EXCRETAS DE CONEJO

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
				97,088306	
Regresión	4	1670242,5	417560,625	5	1,56E-10
Residuos	15	64512,5	4300,83333		
Total	19	1734755			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción								
n	250	32,7903695	7,62418977	1,5494E-06	180,108982	319,891018	180,108982	319,891018
Variable X								
1	73,4375	12,2066636	6,01618119	2,3626E-05	47,4196124	99,4553876	47,4196124	99,4553876
Variable X								
2	-5,53402778	1,02140911	-5,41803254	7,1222E-05	-7,71110975	-3,3569458	-7,71110975	-3,3569458
Variable X								
3	0,1362037	0,02721639	5,00447366	0,000157	0,07819334	0,19421406	0,07819334	0,19421406
Variable X				0,0004496		-		
4	-0,00100926	0,0002258	-4,4697547	2	-0,00149054	0,00052798	-0,00149054	-0,00052798

Realizado por: Carbo, J, 2023

ANEXO N: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TRATAMIENTO DE EXCRETAS DE CANINOS SIN FLURALANER

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	762026,786	381013,393	33,4624645	1,28E-06
Residuos	17	193566,964	11386,292		
Total	19	955593,75			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	289,107143	50,2120541	5,75772388	2,3203E-05	183,168969	395,045317	183,168969	395,045317
Variable X 1	-8,75595238	3,96534073	-2,20812106	0,04125978	-17,12209	0,38981475	-17,12209	0,38981475
Variable X 2	0,27579365	0,06337451	4,3518071	0,00043384	0,14208512	0,40950218	0,14208512	0,40950218

Realizado por: Carbo, J, 2023

ANEXO O: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TRATAMIENTO CON EXCRETAS DE CANINOS TRATADAS CON FLURALANER.

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	156286,471	78143,2357	37,3381623	6,02E-07
Residuos	17	35578,4786	2092,85168		
Total	19	191864,95			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	245,421429	21,5271261	11,4005663	2,1947E-09	200,003163	290,839695	200,003163	290,839695
					-	-	-	-
Variable X 1	-13,7111905	1,7000378	-8,06522684	3,2673E-07	17,2979567	10,1244242	17,2979567	10,1244242
Variable X 2	0,23404762	0,02717019	8,61413222	1,3145E-07	0,17672353	0,29137171	0,17672353	0,29137171

Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO P: PROCESO DE RECOLECCIÓN Y MADURACIÓN DE HECES



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO Q: CONSTRUCCION DE LECHOS



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO R: IDENTIFICACIÓN DE CADA LECHO DESPUÉS DEL SORTEO.



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO S: COLOCACIÓN DE CAPAS DE ASERRÍN, RESIDUOS VEGETALES



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO T: COLOCACIÓN DE LAS HECES DE CONEJO



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO U: COLOCACIÓN DE LAS HECES DE PERRO SIN FLURALANER



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO V: COLOCACIÓN DE LAS HECES DE PERRO CON FLURALANER



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO W: MEZCLA HOMOGÉNEA DEL MAETRIAL ORGÁNICO



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO X: INCORPORACIÓN DE UNA CAPA DE ALFALFA



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO Y: CUBRIMIENTO CON LONAS VERDES



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO Z: COLOCACIÓN DE LAS LOMBRICES ROJAS CALIFORNIANAS



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO AA: RIEGO Y VOLTEO DE LAS CAMAS DE COMPOST



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO AB: TOMA DE MUESTRAS Y CONTEO DE LA MACROFAUNA



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO AC: IDENTIFICACIÓN DE MACROFAUNA EN LABORATORIO



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO AD: PESAJE DEL HUMUS COSECHADO Y MUESTRAS DE HUMUS PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO



Realizado por: Carbo, J., 2022.

ANEXO AE: ANÁLISIS QUÍMICO DE LABORATORIO

MC-LASPA-2201-01

 <p>INIAP INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p>ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tifs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec</p>	 <p>LASPA</p>
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 23-0021

NOMBRE DEL CLIENTE:	Carbo Anchundia Jenny Carolina	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	20/01/2023
PETICIONARIO:	Carbo Anchundia Jenny Carolina	HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	12:56
EMPRESA/INSTITUCIÓN:	Carbo Anchundia Jenny Carolina	FECHA DE ANÁLISIS:	23/01/2023
DIRECCIÓN:	Riobamba	FECHA DE EMISIÓN:	09/02/2023

ANALISIS SOLICITADO:

Abono 1

N° Muestra	N	P	K	Ca	Mg	S*	B*	Zn*	Cu*	Identificación de la muestra
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	
23-0172	1,39	0,69	0,42	0,4	0,35					Trat A1R1
23-0173	1,37	0,65	0,54	0,39	0,31					Trat A1R2
23-0174	1,51	0,52	0,47	0,41	0,35					Trat A1R3
23-0175	1,29	0,73	0,52	0,38	0,34					Trat A1R4
23-0176	1,56	0,41	0,53	1,48	0,34					Trat B1R1
23-0177	1,61	0,38	0,45	1,45	0,35					Trat B1R2
23-0178	1,58	0,42	0,48	1,49	0,33					Trat B1R3
23-0179	1,49	0,39	0,5	1,61	0,33					Trat B1R4
23-0180	1,46	0,01	0,61	2,68	0,38					Trat C1R1
23-0181	1,51	0,05	0,53	2,69	0,39					Trat C1R2
23-0181	1,43	0,03	0,59	2,64	0,35					Trat C1R3
23-0182	1,37	0,02	0,63	2,7	0,39					Trat C1R4

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente



Responsable del laboratorio por:
IVAN RODRIGO
SALMERON MAI GUA



Responsable del laboratorio por:
JOSE ALONSO LUCERO
PALATRY

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

LABORATORISTA



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 15 / 08 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Jenny Carolina Carbo Anchundia
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Zootecnia
Título a optar: Ingeniera Zootecnista
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

DBRA
Ing. Cristhian Fernando Castillo



1587-DBRA-UTP-2023