

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**COMPARACIÓN DEL TIEMPO, TEMPERATURA Y pH EN
LA MORTALIDAD DE LARVAS DE MOSCA DOMÉSTICA
(*Musca domestica* L.) EN EL COMPOSTAJE UTILIZANDO
ESTIÉRCOL PORCINO Y AVÍCOLA**

JUAN ANGEL ALVARADO JERÓNIMO

Médico Veterinario

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**COMPARACIÓN DEL TIEMPO, TEMPERATURA Y pH EN LA
MORTALIDAD DE LARVAS DE MOSCA DOMÉSTICA
(*Musca domestica* L.) EN EL COMPOSTAJE UTILIZANDO
ESTIÉRCOL PORCINO Y AVÍCOLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

JUAN ANGEL ALVARADO JERÓNIMO

Al conferírsele el título profesional de

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya Pineda
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amilcar García Pimentel
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez
VOCAL V:	Br. Andrea Analy López García

ASESORES

M.A. MANUEL EDUARDO RODRÍGUEZ ZEA

M.A. JAIME ROLANDO MÉNDEZ SOSA

LIC. ZOOT. ISIDRO MIRANDA MÉNDEZ

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

COMPARACIÓN DEL TIEMPO, TEMPERATURA Y pH EN LA MORTALIDAD DE LARVAS DE MOSCA DOMÉSTICA (*Musca domestica* L.) EN EL COMPOSTAJE UTILIZANDO ESTIÉRCOL PORCINO Y AVÍCOLA

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO A

- A DIOS:** Por permitirme contemplar los seres vivos de su maravillosa Creación y por estar a mi lado en todo momento. La gloria sea para El.
- A MIS PADRES:** Ing. Agr. Juan Alvarado Gómez y M.Sc Ana Lissette Jerónimo de Alvarado. Por ser mi ejemplo de perseverancia y constancia ante los obstáculos.
- A MIS ABUELOS:** Matías Jerónimo González (+) y María de Jesús Marroquín vda. de Jerónimo (+). Por su sabiduría y su ejemplo de sacrificio para lograr los objetivos.
- A MIS HERMANOS:** Juan David Alvarado Jerónimo (+), Juan Moisés Alvarado Jerónimo y Ana Lissette Alvarado Jerónimo. Por ser mis primeros y mis mejores amigos a lo largo de los años.
- A MIS AMIGOS DE LA FACULTAD:** Fernando Reynoso, Claudia de León, Nancy Echeverría, Sergio Castro, Jermi Rodas (+), Numa Torres, Pavel Matute, Lili Sarg, Sofía Torres, Vinicio Vivar, Rafael Quintana. Por su valiosa amistad y decisivo apoyo en las diferentes etapas de mi carrera.
- A MIS AMIGOS DE CUNÉN Y NEBAJ:** Lic. Gerardo Villatoro, Cecilia Méndez de Villatoro, Robin Villatoro, Billy Villatoro, Jonathan Villatoro, Stefany Villatoro, Lidia Rivas, Karen Orozco, Any Ajcot, Rosy Ajcot, María Magdalena Cedillo, Ana Chávez, Servando Mérida, Miguel Rivera, Samuel Guzaro, Miguel Sarat y Efraín Xiloj. Por su valiosa amistad y hospitalidad durante mi Ejercicio Profesional Supervisado.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

Porque me dio la oportunidad de estudiar y prepararme para servir y ayudar al pueblo.

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA:

Porque aquí conocí la importancia que tiene esta noble profesión.

A MIS CATEDRÁTICOS:

Por sus enseñanzas y su amistad. Dr. Linares, Dr. Villeda, Dr. Alfaro, Dr. Llerena, Dr. Estrada, Lic. Pimentel, Dra. Cerezo, Dr. Vásquez, Lic. Chinchilla Dra. Zea, Dr. García, Dra. Santizo, Dr. Orellana, Dr. Figueroa, Dr. Chajón, Dra. Chang, Dra. Ari-zandieta, Dra. Villatoro, Dr. Gudiel, Dr. Guerra, Dr. S. Véliz, Dr. Valdez, Dr. Morales, Dra. Muñoz, Lic. Mendizábal, Dr. Lepe

A MIS ASESORES:

Por su amistad y apoyo en la elaboración de este trabajo. M.A. Manuel Rodríguez Zea, M.A. Jaime Méndez Sosa y Lic. Isidro Miranda.

A LA GRANJA EXPERIMENTAL:

Por permitirme trabajar esta etapa con ustedes. Lic. Edgar Polanco, Lic. Guillermo Chavarría y al personal de las diferentes unidades productivas.

A MI TRABAJADOR:

Por su noble esfuerzo en la actividad de campo de este trabajo. Señor Pablo López.

A OIRSA, MAGA Y CEPROCAL/SAVE THE CHILDREN:

Por permitirme participar en otras ramas de esta profesión. Dr. David Orellana, Dra. María Eugenia Paz, Dra. Evelyn Godoy, Dra. Jackeline de Ovalle, Lic. Sergio Tello.

**A MIS COLEGAS Y
AMIGOS EN EL
EXTRANJERO:**

Por su valioso aporte a mi formación profesional.
Dr. William Bill Knox y Dr. Bernardo Marín

**A MIS COMPAÑEROS
DE PROMOCIÓN:**

Por su amistad y por su valiosa ayuda en los diferentes momentos decisivos previos a llegar hasta aquí. Alejandra Ortiz, Oso Marroquín, Javier Vásquez, Judith Colindres, Pablo Lucero, José Fajardo, Jaqueline Gil, Horacio Dabroy.

**A LAS DIFERENTES
ESPECIES DE ANIMALES:**

Por quienes en particular estuvieron bajo mi cuidado en mi hogar, en los domicilios, en los laboratorios, en las clínicas, en las granjas y en el campo.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	2
III. OBJETIVOS	3
3.1 Objetivo General.....	3
3.2 Objetivos Específicos.....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 <i>Musca domestica</i> L.....	4
4.2 Descripción morfológica.....	4
4.3 Ciclo biológico.....	6
4.4 Importancia.....	7
4.5 Control.....	9
4.6 Compostaje.....	10
4.7 Características del proceso.....	11
4.8 Zonas de compostaje.....	12
4.9 Etapas del compostaje.....	12
4.9.1 Etapa de latencia.....	12
4.9.2 Etapa mesotérmica 1 (10-40°C).....	13
4.9.3 Etapa termogénica (40-75°C).....	13
4.9.4 Etapa mesotérmica 2.....	15
4.9.5 Etapa de maduración.....	15
4.10 Variables del proceso de compostaje.....	16
4.10.1 Relación carbono-nitrógeno (C/N).....	16
4.10.2 Humedad.....	18
4.10.3 Estructura y tamaño de las partículas.....	19
4.10.4 El pH.....	20
4.10.5 Aireación.....	20
4.10.6 Temperatura.....	21
4.11 Materiales a compostar.....	22

4.12	Procedimiento de compostaje.....	23
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
5.1	Materiales.....	25
5.1.1	Recursos humanos.....	25
5.1.2	Recursos biológicos.....	25
5.1.3	Materiales de campo.....	25
5.1.4	Materiales de laboratorio.....	26
5.1.5	Materiales de escritorio.....	27
5.2	Metodología.....	27
5.2.1	Construcción y composteras.....	27
5.2.2	Recolección de sustratos.....	28
5.2.3	Llenado de composteras.....	29
5.2.4	Toma de datos (Medición de variables).....	29
5.2.5	Interpretación y análisis de datos.....	30
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
6.1	Maduración del estiércol avícola y porcino.....	31
6.2	Compostaje.....	31
VII.	CONCLUSIONES.....	38
VIII.	RECOMENDACIONES.....	39
IX.	RESUMEN.....	40
	SUMMARY.....	41
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
XI.	ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1

Monitoreo de larvas de *M. domestica* L por kg de estiércol avícola y porcino durante el tiempo de maduración realizada en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC31

Cuadro No. 2

Temperatura promedio por tratamiento durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC32

Cuadro No. 3

Mortalidad de larvas de *M. domestica* L durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC.33

Cuadro No. 4

pH promedio por tratamiento durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC.....35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1

Temperatura promedio por tratamiento durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC.....32

Figura No. 2

Mortalidad de larvas de *M. domestica* L durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC.....33

Figura No. 3

Comparación de la temperatura promedio en el 100% de mortalidad de larvas de *M. domestica* L en el compostaje utilizando estiércol avícola (T1) y porcino (T2) en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC.....34

Figura No.4

pH promedio por tratamiento durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja de Granja Experimental, FMVZ, USAC.....36

Figura No. 5

Comparación del pH promedio en el 100% de mortalidad de larvas de *M. domestica* L en el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino del estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC.....37

Figura No. 6

Hoja de campo: Variables promedio.....46

Figura No. 7

Hoja de campo: Recuento y mortalidad de larvas de *Musca domestica* L.....47

Figura No. 8

Hoja de tabulación de campo: Tratamiento 1.....48

Figura No.9 Hoja de tabulación de campo: Tratamiento 2.....	49
Figura No. 10 Ciclo biológico de <i>Musca domestica</i> L.	50
Figura No.11 Espiráculos respiratorios posteriores en larvas.....	50
Figura No. 12 Dimensiones de una compostera.....	51
Figura No. 13 Sistema de aireación.....	51
Figura No. 14 Estratificación de materiales compostados.....	52
Figura No. 15 Maduración y desarrollo de larvas en estiércoles.....	52
Figura No. 16 Sustrato de origen vegetal utilizado.....	52
Figura No. 17 Suelo de bosque y material con alto grado de descomposición.....	53
Figura No. 18 Composteras construidas y llenas.....	53
Figura No. 19 Tubos para muestreo.....	53
Figura No. 20 Perforación con tubos para muestreo.....	53
Figura No. 21 Medición de temperatura a profundidad.....	53

Figura No. 22	
Recolección de muestra.....	54
Figura No. 23	
Medición de pH.....	54
Figura No. 24	
Muestra depositada en recipiente.....	54
Figura No. 25	
Observación de larvas en muestras.....	54
Figura No.26	
Montaje de larva recolectada.....	54
Figura No. 27	
Larva viva de <i>Musca domestica</i> L.....	55
Figura No. 28	
Larva muerta de <i>Musca domestica</i> L.....	55
Figura No. 29	
Espiráculos respiratorios posteriores.....	55
Figura No. 30	
Identificación de proyecto tras concluir el estudio.....	55

I. INTRODUCCIÓN

La actividad de crianza y manejo de animales de producción ha servido al ser humano para obtener diversos subproductos como beneficio; sin embargo, durante el desarrollo de estas actividades persiste un problema en común el cual lo constituye la presencia de moscas del género *Musca domestica* L., generando diversos problemas hacia una determinada explotación.

Uno de los problemas es el estrés que puede ocasionar a los animales, debido a su presencia, pero el problema más importante se debe al papel que juegan como diseminadores de enfermedades tales como algunas cestodosis aviarias, cólera, infecciones por protozoarios, bacterias y algunos virus, afectando tanto a los animales como al ser humano.

Muchos métodos de control fallan en ocasiones por diversos factores tales como resistencia a los insecticidas utilizados, deficiencias en la aplicación de insecticidas, falta de capacitación del personal sobre la higiene de las instalaciones, mala gestión en la eliminación de desechos y el hecho de combatir únicamente a las adultas.

El compostaje ha sido propuesto en numerosos artículos como alternativa para alcanzar dicho objetivo, sin embargo es necesaria más información sobre el tiempo, pH y temperatura para llevar un control adecuado de este proceso.

Es por ello que a continuación se presenta este proyecto de investigación en donde se va a determinar el tiempo, pH y temperatura en la mortalidad de larvas de *Musca domestica* L., al momento de realizar el compostaje de estiércol porcino y avícola.

De esta forma el estudio pretende adaptarse al proceso de compostaje a realizar en los estiércoles de las especies en las que más se ha visto este problema, esperando generar información importante para esta alternativa de control.

II. HIPÓTESIS

Uno de los compostajes que incluyen estiércol tiene efecto larvicida en menor tiempo durante la elaboración del compost.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Contribuir al conocimiento del uso de estiércoles compostados de aves y cerdos y su efecto en la mortalidad de larvas de mosca doméstica.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar el tiempo, temperatura y pH en la mortalidad de larvas de mosca doméstica en el compostaje utilizando estiércol porcino.
- Determinar el tiempo, temperatura y pH en la mortalidad de larvas de mosca doméstica en el compostaje utilizando estiércol avícola.
- Comparar el tiempo, temperatura y pH en la mortalidad de larvas de *Musca domestica* L. en los compostajes utilizando estiércol porcino y avícola.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 *Musca domestica* L.

Las moscas son insectos que pertenecen al orden Diptera, que significa "con dos alas". (Schlapbach, 2007)

Las moscas sinantrópicas asociadas con la producción animal intensiva comprenden especies de las familias Muscidae, Calliphoridae, Stratiomyidae y Syrphidae. Las más importantes son especies de la familia Muscidae, entre las que se encuentra la mosca doméstica común *Musca domestica* L. Esta última es la plaga más importante y el objetivo primario de los programas de control de moscas. (Schlapbach, 2007)

4.2 Descripción morfológica

Los machos miden de 5.8 a 6.5 mm de longitud, y las hembras de 6.5 a 7.5mm. (Soulsby, 1987)

En las alas la vena M1 + 2 se curva hacia afuera distalmente y la R5 (la primera posterior está cerrada o próxima) además la segunda está abierta ampliamente. (Quiroz, 1986)

El tórax es de color gris amarillento obscuro y tiene cuatro bandas oscuras longitudinales; igualmente anchas y se extienden hasta el borde posterior del *escutum*. El abdomen tiene la base de color amarillo y una franja oscura longitudinal que llega a ser difusa. (Quiroz, 1986)

Además de esa banda, el abdomen de las hembras va marcado a cada lado con una banda oscura difusa. La arista de las antenas es plumosa bilateralmente hasta el extremo. Las piezas bucales están adoptadas para embeber líquidos alimenticios. El *labium* se expande en su porción distal dando lugar a dos labelas, las cuales, a su vez, son capaces de extenderse de forma notable cuando la mosca se está alimentando. (Soulsby, 1987)

Los alimentos sólidos licuables, tales como el azúcar, pueden ser licuados antes de ser succionados, mediante la eyección de saliva y líquido del buche sobre ellos. A estas gotas se les llama gotas-vómito. Estos aspectos tienen importancia en relación con la capacidad de las moscas para transmitir enfermedades. (Soulsby, 1987)

El cuerpo de las larvas es afilado en su extremo anterior, y ancho en su extremo posterior, sobre el que se disponen las placas estigmáticas. (Soulsby, 1987)

La distancia entre las dos placas estigmáticas posteriores es menor que el ancho de la placa y cada una presenta tres hendiduras. En el extremo anterior del cuerpo tienen un par de ganchos conectados con el aparato cefalofaríngeo. (Quiroz 1986)

El segundo segmento corporal también lleva un par de espiráculos anteriores con forma de abanico, cada uno constituido por un pie y de cinco a ocho papilas. (Soulsby, 1987)

Las características de los espiráculos son útiles para determinar la especie y el tipo de estadio de la larva. Los espiráculos protorácicos están ausentes en el primer estadio, pero presentes en el segundo y tercero. (Asociación Entomológica de Asturias, s.f.)

Cada placa espiracular consiste de un peritremo que forma el perímetro de la placa, dos o tres hendiduras a través de las cuales hay intercambio de gases y una cicatriz remanente de la última muda. El primer y segundo estadio tienen dos hendiduras, el tercero tiene tres hendiduras. (Asociación Entomológica de Asturias, s.f.)

Una excepción es en la mosca de los cuernos que tiene tres hendiduras en el segundo y tercer estadio. La forma del peritremo, la posición de la cicatriz, y la forma y orientación de las hendiduras son de gran utilidad en la taxonomía de la larva. (Asociación Entomológica de Asturias, s.f.)

4.3 Ciclo biológico

Los estadios del ciclo biológico de la mosca doméstica común son huevo, larva, pupa y adulto. (Schlapbach, 2007)

La mosca doméstica pone de 100 a 150 huevos en cada puesta, y aproximadamente 1000 en total. Los huevos miden alrededor de 1mm de longitud, son alargados y de color blanco cremoso; por la cara dorsal presentan dos engrosamientos curvos a modo de ribetes. (Soulsby, 1987)

La larva eclosiona en un período de 12 a 24 horas, después de 3 a 7 días alcanza un tamaño de 10 a 12 mm. (Quiroz, 1986)

La larva muda dos veces, de modo que hay una primera, una segunda y una tercera fases larvianas, siendo cada una de ellas de mayor tamaño que la precedente. (Schlapbach, 2007)

Las larvas, una vez desarrolladas en su totalidad, abandonan el material en el que se han desarrollado para pupar en el suelo. (Soulsby, 1987)

La pupa ocurre dentro de una cápsula, el *puparium*, que se forma durante el proceso llamado *pupariación*, que involucra contracción y endurecimiento del integumento del tercer estadio. (Asociación Entomológica de Asturias, s.f.)

Durante el desarrollo larvario suceden tres mudas y la pupa conserva la última; es rígida y de color café. Se encuentra en el suelo y el desarrollo o metamorfosis tarda 3 a 26 días, después ocurre la fecundación y se inicia un nuevo ciclo al comenzar la postura. (Quiroz, 1986)

Fecundación y ovoposición tienen lugar unos pocos días después de que la mosca ha emergido, completándose el ciclo en ocho días aproximadamente (a 33-

35°C), por lo que puede desarrollarse un número variado de generaciones en un verano. (Soulsby, 1987)

Las moscas viven solamente unas pocas semanas durante el verano; en el tiempo frío pueden vivir más. Probablemente es infrecuente la hibernación. El desarrollo es lento, e incluso acontece durante el invierno, aunque las moscas no emergen en las regiones frías. (Soulsby, 1987)

Huevos, larvas y pupas pueden resistir un grado determinado de temperatura baja cuando están protegidas. (Soulsby, 1987)

El ciclo puede desarrollarse en 12 días en condiciones favorables. Las moscas no hibernan, pero los huevos, las larvas y las pupas pueden sobrevivir al frío del invierno. (Quiroz, 1986)

En estudios recientes, se determinó que en promedio más del 83% las larvas alcanzaron el estado de pupa a los 6 días, tanto en el estiércol de cerdo como el de gallina. Mientras que su ciclo biológico en promedio fue completado por más del 75%, a los 11 días en comparación con larvas presentes en estiércoles de otras especies. (Larraín y Salas, 2007)

4.4 Importancia

La mosca doméstica, *Musca domestica* L., es una peste de gran importancia económica en explotaciones ganaderas y avícolas, contaminando los productos animales y transmitiendo una variedad de patógenos a los animales, causando además problemas adicionales para los ganaderos al invadir las áreas residenciales vecinas a los planteles pecuarios. (Salas, C., Larraín, P. y Morales, A., 2010)

Las hembras, en particular, son atraídas hacia los materiales que contienen proteínas, ya que las necesitan para madurar sus ovarios. La mosca regurgita a intervalos frecuentes para ayudarse en la alimentación (gota-vómito), y defeca al azar. (Soulsby, 1987)

Estas actividades son las responsables de la transmisión de enfermedades, como infecciones por virus (por ejemplo, poliomielitis), infecciones bacterianas (por ejemplo, fiebre entérica, tifus, cólera, carbunco, tuberculosis, lepra, etc.), y protozoos (por ejemplo *Entamoeba*), así como los huevos de varios helmintos (por ejemplo *Enterobius*, *Ascaris*, etc.) (Soulsby, 1987)

Las moscas pueden constituir un problema en las explotaciones porcinas, dadas las facilidades que los excrementos del cerdo suponen para la cría de las mismas. (Cordero, 1999)

Las grandes concentraciones de cerdos en explotaciones con piso de listones, que permiten el paso de las deyecciones hasta fosas donde se acumulan heces y purines, son particularmente atractivas para las moscas, que disponen de abundante alimento, junto con la humedad y temperatura favorables, que ofrecen condiciones idóneas para que las poblaciones sean abundantes (pueden criarse hasta 10,000 moscas por kg de deyecciones), si no se toman medidas higiénicas y de lucha adecuadas. (Cordero, 1999)

En la cría y ceba de cerdos, las molestias de las moscas se traducen en mermas en los rendimientos cárnicos. Además, es importante el papel desempeñado en la difusión de agentes infecciosos y parasitarios, incluyendo los responsables de algunas zoonosis. (Cordero, 1999)

Musca domestica puede convertirse en plaga en la avicultura industrial, especialmente en las que utilizan baterías con varios pisos, si no se toman medidas conducentes a dificultar su cría, especialmente mediante el secado de la

gallinaza, antes de evacuarla a la fosa de recogida general del gallinero, complementando con otras medidas higiénicas y, en último caso, la utilización racional de insecticidas, en el marco de un esquema integrado de control. (Cordero, 1999)

Aparte de las molestias que ocasionan a las aves y al personal de la explotación, las moscas contribuyen a la difusión de agentes patógenos que adquieren al acudir a las deyecciones del hombre y de los animales, heridas, etc., así como por su papel de intermediarias en el ciclo de algunos cestodos aviares (*Raillietina tetragona*, *Choanotaenia infundibulum*, etc.), que pueden causar inesperadas enzootias en explotaciones aparentemente dotadas de condiciones higiénicas satisfactorias (cría en batería). (Cordero, 1999)

4.5 Control

La lucha contra las moscas implica medidas higiénicas estrictas, como la limpieza rigurosa de las instalaciones, incluyendo las rendijas donde queden restos fecales y la remoción frecuente y completa de costras húmedas sobre el purín, y el tratamiento para convertir rápidamente las deyecciones en compost. (Cordero, 1999)

Los insecticidas deben considerarse complementarios de las medidas higiénicas, por los riesgos que implican y por el peligro de aparición de resistencias, a cuyo efecto se emplean alternativamente insecticidas con distintos principios activos. (Cordero, 1999)

Es papel del veterinario el tomar medidas de control contra los criaderos de las moscas, principalmente relacionados con establos, corrales, mataderos, alcantarillas, basureros, etc. (Soulsby, 1987)

Cuando el estiércol se apila en grandes montones, fermenta, y el calor así producido mata a los gusanos, así como también a los huevos y larvas de ectoparásitos situados en las regiones centrales de la materia. Los bordes de los montones y el suelo circundante deben ser tratados con insecticidas para matar las larvas y pupas. (Soulsby, 1987)

El control de las moscas en las granjas es complicado porque implica poder manejar y eliminar considerables cantidades de materia fecal y desperdicios que se generan durante la operación de la granja, y que constituyen los criaderos de las moscas. El destino final de estos residuos es devolverlos al suelo una vez que se han degradado lo suficiente. El problema consiste en cómo manejar estos residuos mientras se degradan. (Barriga, 2002)

Se ha recomendado tratar los residuos con insecticidas que son altamente efectivos para matar las larvas de moscas. Sin embargo, es difícil mezclar el insecticida homogéneamente con toda la basura. Además, como los insecticidas se degradan, las larvas pronto se ven sometidas a cantidades subletales de la droga lo cual favorece el desarrollo de resistencia a los mismos. (Barriga, 2002)

Una alternativa es administrar a los animales ivermectina, que se elimina en las heces y que por lo tanto, matan a las larvas de mosca. Este sistema, sin embargo, también mata los organismos que degradan la basura y favorece la aparición de resistencia. (Barriga, 2002)

4.6 Compostaje

Se puede definir como un proceso dirigido y controlado de mineralización y pre-humificación de la materia orgánica, a través de un conjunto de técnicas que permiten el manejo de las variables del proceso; y que tienen como objetivo la obtención de un biofertilizante de características físico-químicas,

biológicas y microbiológicas predeterminadas, conocido como Compost. (Sztern y Pravia, 1999)

En la naturaleza se produce de forma lenta pero continua el recambio cíclico de la materia y en términos generales a esta serie de procesos se le denomina *mineralización*. Cuando nos proponemos poner en marcha una técnica de compostaje, no estamos más que tratando de reproducir en forma parcial y a escala los procesos de la mineralización de la naturaleza. (Sztern y Pravia, 1999)

4.7 Características del proceso

Una de las características principales del compostaje es que es un proceso aerobio: los organismos que intervienen en él necesitan un aporte de oxígeno constante. De esta forma los materiales no se pudren y por tanto no existen malos olores. (Composta en RED, 1999)

Durante este proceso se suceden una serie de etapas caracterizadas por la actividad de distintos organismos, existiendo una estrecha relación entre la temperatura, el pH y el tipo de microorganismos que actúa en cada fase. (Alvarez, 2008)

La biodegradación es consecuencia de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición. La consecuencia final de estas actividades vitales es la transformación de los materiales orgánicos originales en otras formas químicas. (Sztern y Pravia, 1999)

Se caracteriza por el predominio de los metabolismos respiratorios aerobios y por la alternancia de etapas mesotérmicas (10-40°C) con etapas termogénicas (40-75°C), y con la participación de microorganismos mesófilos y termófilos respectivamente. (Sztern y Pravia, 1999)

4.8 Zonas del compostaje

La zona central o núcleo de compostaje, es la que está sujeta a los cambios térmicos más evidentes, y la corteza o zona cortical que es la zona que rodea al núcleo y cuyo espesor dependerá de la compactación y textura de los materiales utilizados. (Sztern y Pravia, 1999)

4.9 Etapas del compostaje

4.9.1 Etapa de latencia

Es la etapa inicial, considerada desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperaturas, con respecto a la temperatura del material inicial. Esta etapa, es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. (Sztern y Pravia, 1999)

Si el material tiene ya un tiempo de acopio puede pasar inadvertida. La duración de esta etapa es muy variable, dependiendo de numerosos factores como la adaptación de los microorganismos presentes en los residuos, la cantidad de material putrescible y la concentración parcial de oxígeno. (Sztern y Pravia, 1999)

La pila se va poblando de bacterias que empiezan a descomponer los restos orgánicos. (Composta en RED, 1999)

Con temperatura ambiente entre los 10 y 12°C, en pilas adecuadamente conformadas, esta etapa puede durar de 24 a 72 hs. (Sztern y Pravia, 1999)

4.9.2 Etapa mesotérmica 1 (10-40°C)

En esta etapa abundan las bacterias mesofílicas (10⁸ bacterias/ g húmedo) y

hongos mesofílicos. El número de actinomicetos permanece relativamente bajo. Debido a la actividad metabólica de todos estos microorganismos la temperatura aumenta hasta 40°C, el pH disminuye desde un valor neutro hasta 5,5-6 debido a la descomposición de lípidos y glúcidos en ácidos pirúvicos y de proteínas en aminoácidos, lo que favorece la aparición de hongos mesofílicos más tolerantes a las variaciones del pH y humedad. (Rey, s.f.)

En esta etapa la relación C/N es de especial importancia ya que el carbono aportara la energía a los microorganismos y el nitrógeno es esencial para la síntesis de nuevas moléculas, por ello la relación debe estar en torno a 30, si se supera esta proporción la actividad biológica disminuye, mientras que proporciones superiores de N provocan el agotamiento rápido del oxígeno, y la pérdida del exceso en forma de amoníaco, tóxico para la población bacteriana o por lixiviados. (Rey, s.f.)

La falta de disipación del calor produce un incremento aún mayor y favorece el desarrollo de la microflora termófila que se encuentra en estado latente en los residuos. La duración de esta etapa es variable, depende también de numerosos factores como la humedad, el volumen de material a compostar, el crecimiento exponencial de los microorganismos mesófilos y su actividad biológica. (Sztern y Pravia, 1999)

4.9.3 Etapa termogénica (40-75°C)

La temperatura continua ascendiendo hasta llegar a valores de 75°C, las poblaciones de bacterias y hongos mesofílicos mueren o permanecen en estado de dormancia mientras que las bacterias termofílicas, actinomicetos y hongos termofílicos encuentran su óptimo, generando incluso más calor que los mesófilos. (Rey, s.f.)

El descenso inicial en el pH (Fase I) coincide con el paso de la fase mesofíli-

ca a la fase termofílica. Esta fase se denomina acidogénica. Se da una gran producción de CO₂ y liberación de ácidos orgánicos. (Álvarez, 2008)

Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de vapor de agua. El CO₂ se produce en volúmenes importantes que difunden desde el núcleo a la corteza. Este gas, juega un papel fundamental en el control de larvas de insectos. (Sztern y Pravia, 1999)

Es en esta etapa cuando comienza la esterilización del residuo debido a las altas temperaturas, la mayoría de las semillas y los patógenos como *Escherichia coli* mueren al estar sometidos durante días a temperaturas superiores a 55°C. (Rey, s.f.)

La corteza y más en aquellos materiales ricos en proteínas, es una zona en donde se produce la puesta de insectos. La concentración de CO₂ alcanzada resulta letal para las larvas. Conforme el ambiente se hace totalmente anaerobio, los grupos termófilos intervinientes, entran en fase de muerte. Como esta etapa es de gran interés para la higienización del material, es conveniente su prolongación hasta el agotamiento de nutrientes. (Sztern y Pravia, 1999)

Durante la fase termofílica se pasa a una liberación de amoníaco como consecuencia de la degradación de aminas procedentes de proteínas y bases nitrogenadas y una liberación de bases incluidas en la materia orgánica, resultado de estos procesos se da una subida en el pH y retoman su actividad las bacterias a pH 6-7,5 (Álvarez, 2008)

Tras este incremento del pH se da una liberación de nitrógeno por el mecanismo anteriormente citado y que es aprovechado por los microorganismos para su crecimiento, dando paso a la siguiente fase de maduración. (Álvarez, 2008)

Finalmente se da una fase estacionaria de pH próximo a la neutralidad en la que se estabiliza la materia orgánica y se dan reacciones lentas de policondensación. (Álvarez, 2008)

4.9.4 Etapa mesotérmica 2

Una vez que los nutrientes y energía comienzan a escasear, la actividad de los microorganismos termofílicos disminuye, consecuentemente la temperatura en la pila desciende desde los 75°C hasta la temperatura ambiente, provocando la muerte de los anteriores y la reaparición de microorganismos mesofílicos al pasar por los 40-45°C, estos dominarán el proceso hasta que toda la energía sea utilizada. (Rey, s.f.)

Su duración depende de numerosos factores. La temperatura descenderá paulatinamente hasta presentarse en valores muy cercanos a la temperatura ambiente. En estos momentos se dice que el material se presenta estable biológicamente y se da por culminado el proceso. (Sztern y Pravia, 1999)

4.9.5 Etapa de maduración

Es un período de fermentación lenta (puede llegar a durar 3 meses), en el que la parte menos biodegradable (la más resistente) de la materia orgánica se va degradando. (Amigos de la Tierra, s.f.)

A lo largo de la misma, la macrofauna (lombrices, coleópteros, etc.) coloniza paulatinamente el montón, a la vez que va disminuyendo la actividad microbiana. (Consejo de Agricultura y Alimentación Ecológica de Euskadi, 2013)

La temperatura y pH se estabilizan, si el pH es ácido nos indica que el compost no está aún maduro, los actinomicetos adquieren especial importancia en la formación de ácidos húmicos y son frecuentemente productores de antibióticos

que inhiben el crecimiento de bacterias y patógenos, mientras que los macroorganismos tales como nemátodos, rotíferos, escarabajos, lombrices etc. incrementan su actividad desempeñando la función de remover, excavar, moler, masticar y en general romper físicamente los materiales incrementando el área superficial de estos para permitir el acceso de los microorganismos. El color del producto final debe ser negro o marrón oscuro y su olor a tierra de bosque, además ya no debemos reconocer los residuos iniciales. (Rey, s.f.)

Se estabiliza y polimeriza el humus a temperatura ambiente, desciende el consumo de oxígeno y desaparece la fitotoxicidad. (Álvarez, 2008)

En general, no hay necesidad de aireación o humedecimiento durante esta fase. Sin embargo, en esta fase es ventajoso continuar la mezcla/revuelta y el movimiento del material para obtener un producto homogéneo e higiénico. (Röben, 2002)

4.10 Variables del proceso de compostaje

4.10.1 Relación carbono-nitrógeno (C/N)

La relación C/N, expresa las unidades de carbono por unidades de nitrógeno que contiene un material. (Sztern y Pravia, 1999)

El carbono tiene dos funciones, por una parte es una fuente de energía y por otra conforma sobre el 50% de la masa de las células microbianas como su elemento estructural básico. (Álvarez, 2008)

El nitrógeno es un componente decisivo de las proteínas. Las bacterias, cuya biomasa está formada en un 50 % por proteínas, necesitan mucho nitrógeno para su rápido desarrollo. (Álvarez, 2008)

Es importante señalar que los microorganismos asimilan 30 partes en peso de carbono por una parte de nitrógeno para formar proteínas y generar energía; por lo tanto; se recomienda que los materiales para compostas tengan una relación C/N de 30/1, con rango de variación de 26 a 35. (Torres, s.f.)

Si la relación C/N está en el orden de 10 nos indica que el material tiene relativamente más nitrógeno. Si la relación es de por ejemplo 40, manifiesta que el material tiene relativamente más carbono. (Sztern y Pravia, 1999)

Cuando hay poco nitrógeno, la población de microorganismos no crecerá a su tamaño óptimo y el proceso de compostaje será lento. Por otro lado, si existe demasiado nitrógeno se permite un crecimiento microbiano rápido y se acelera la descomposición, pero se pueden crear serios problemas de olores al disminuir el oxígeno y producirse condiciones anaerobias. (Álvarez, 2008)

Cuando hay poco nitrógeno, la población de microorganismos no crecerá a su tamaño óptimo y el proceso de compostaje será lento. Por otro lado, si existe demasiado nitrógeno se permite un crecimiento microbiano rápido y se acelera la descomposición, pero se pueden crear serios problemas de olores al disminuir el oxígeno y producirse condiciones anaerobias. (Álvarez, 2008)

Además parte de ese exceso de nitrógeno se desprenderá en forma de amoníaco que genera olores y las consiguientes pérdidas de nitrógeno al volatilizarse. Por ello, las materias primas con alto contenido en nitrógeno requieren una gestión bastante más cuidadosa. (Álvarez, 2008)

Puede suceder que el material que dispongamos no presente una relación C/N inicial apropiada para su compostaje. En este caso, debemos proceder a realizar una mezcla con otros materiales para lograr una relación apropiada. Este procedimiento se conoce como *Balance de Nutrientes*. (Sztern y Pravia, 1999)

Cuando nos referimos a partes, las mismas pueden estar representadas por unidades ponderales (Kg, Ton) o Volumétricas (Its, m³). Desde el punto de vista práctico es aconsejable manejarse con medidas volumétricas. (Sztern y Pravia, 1999)

4.10.2 Humedad

La humedad ha sido reconocida como uno de los aspectos críticos para lograr la optimización del compostaje. Siendo el compostaje un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica, la presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos que intervienen en este proceso. Esto se debe a que el agua es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células así como de los productos de desecho de esa reacción. (Álvarez, 2008)

El contenido en humedad de los desechos orgánicos crudos es muy variable, tal es el caso de las excretas y estiércoles, donde el contenido en humedad está íntimamente relacionado con la dieta. (Sztern y Pravia, 1999)

Las investigaciones científicas han concluido que el rango de humedad más favorable es de 40 a 55% para lograr condiciones aeróbicas. Sin embargo, si los materiales a digerir contienen una cantidad importante de paja y materiales fibrosos resistentes, el contenido de humedad puede ser mayor, llegando a soportar hasta un 70 a 75% sin afectar el proceso de descomposición aeróbica. (Secretaría de Desarrollo Social, 2001)

Cuando se entra en condiciones anaerobias, se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso. El exceso de humedad se corrige con el incremento de la aireación y su defecto mediante el riego o incorporación de agua. (Álvarez, 2008)

Si la humedad se sitúa en valores inferiores al 10%, desciende la actividad biológica general y el proceso se vuelve extremadamente lento. (Sztern y Pravia, 1999)

El mayor nivel de humedad se requiere durante la fase inicial del proceso de descomposición. (Torres, s.f.)

Se puede medir la humedad con un método muy simple, sin instrumentos. Se toma una pequeña cantidad del material en la mano y se aprieta el material. Si salen 2 - 5 gotas de agua, la humedad es buena. Si sale menos agua, se necesita regar; si sale más, el riego debe ser interrumpido o, si es por causa de demasiada lluvia, se debe construir un techo para la planta de compostaje. (Röben, 2002)

4.10.3 Estructura y tamaño de las partículas

Un tamaño de partícula reducido de los materiales que se van a compostar incrementa la superficie expuesta a la acción de los microorganismos, acelerando el proceso de transformación deseado. (Compostando, 2004)

Numerosos materiales pierden rápidamente su estructura física cuando ingresan al proceso de compostaje (por ej.: excretas), otros no obstante son muy resistentes a los cambios, tal es el caso de materiales leñosos y fibras vegetales en general. (Sztern y Pravia, 1999)

Cuando el material a compostar tiene una granulometría gruesa el proceso se complica, ya que los microorganismos tienen más dificultades para penetrar completamente en partículas de mayor tamaño. (Consejo de Agricultura y Alimentación Ecológica de Euskadi, 2013)

Las alternativas para este tipo de materiales leñosos y de gran tamaño es la utilización de trituradoras o chipeadoras. Para un diámetro medio máximo de

partículas de 20 mm resulta un incremento significativo de la biodisponibilidad y del tiempo de compostaje cuando se compara con partículas mayores a 80 mm, por lo que el tamaño indicado de 20 mm a 10 mm es aconsejable para este tipo de materiales. (Sztern y Pravia, 1999)

4.10.4 El pH

El rango de pH tolerado por las bacterias en general es relativamente amplio. No obstante pH cercano al neutro (pH 6,5-7,5), ligeramente ácido o ligeramente alcalino nos asegura el desarrollo favorable. (Sztern y Pravia, 1999)

El pH inicial de materiales digeribles, basura, estiércol, etc., varía normalmente de 5 a 7, a menos que contengan sustancias alcalinas en exceso. (Secretaría de Desarrollo Social, 2001)

Valores de pH inferiores a 5,5 (ácidos) inhiben el crecimiento de los microorganismos. Valores superiores a 8 (alcalinos) también son agentes inhibidores del crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos. (Sztern y Pravia, 1999)

4.10.5 Aireación

En el proceso de composteo, el oxígeno se requiere para el metabolismo aeróbico, ligado a la oxidación de moléculas orgánicas presentes en el material por descomponer. Por ello, generalmente se requiere incrementar la aireación por medio de volteos periódicos de las pilas; con estas acciones, además de suministrarse oxígeno, se disipa el calor producido dentro de la pila. (Torres, s.f.)

Para determinar algunos intervalos en días, óptimos para realizar los volteos se consideran factores como la temperatura y la humedad; así han surgido

algunas recomendaciones como la de realizar el primer volteo a los 22 días y posteriormente cada 7 ó cada 15 días; sin embargo, en la práctica esta actividad se realiza cuando la temperatura es cercana a los 70°C o la humedad es mayor de 60%. (Torres, s.f.)

Cuando como consecuencia de una mala aireación la concentración de oxígeno alrededor de las partículas baja a valores inferiores al 20% (concentración normal en el aire), se producen condiciones favorables para el inicio de las fermentaciones y las respiraciones anaeróbicas.(Sztern y Pravia, 1999)

En la práctica, esta situación se diagnostica por la aparición de olores nauseabundos, producto de respiraciones anaeróbicas (degradación por la vía de putrefacción, generación de dihidruro de azufre SH₂) o fuerte olor a amoníaco producto de la amonificación. (Sztern y Pravia, 1999)

El consumo de oxígeno es directamente proporcional a la actividad microbiana; por ello existe una relación directamente proporcional entre el oxígeno consumido y la temperatura. La mayor cantidad de oxígeno se requiere durante la fase inicial de la descomposición, debido al crecimiento de la población microbiana, el incremento en la temperatura y la gran actividad bioquímica; durante la fase de estabilización, la demanda de oxígeno decrece. (Torres, s.f.)

4.10.6 Temperatura

Esta variable es una consecuencia del proceso.La descomposición aerobia de la materia orgánica contenida en los residuos desprende gran cantidad de energía que provoca que el propio material se caliente. A medida que varía la temperatura, cambian los tipos de microorganismos que actúan. (Fundación Terra, 2003)

La temperatura resulta el parámetro más sencillo de medir y el que aporta más información para diagnosticar el buen funcionamiento del proceso. A la vez, es un buen indicador para hacer las medidas correctoras necesarias. (Fundación Terra, 2003)

La temperatura óptima para que el compostaje se lleve a cabo rápidamente se sitúa en torno a los 55°C. Si se mantiene durante 15 días por encima de este umbral, la higienización está garantizada. (Consejo de Agricultura y Alimentación Ecológica de Euskadi, 2013)

Las temperaturas altas son necesarias para la destrucción de los organismos patógenos y las semillas de diversas plantas, con lo cual se obtiene una composta de mejor calidad. (Secretaría de Desarrollo Social, 2001)

Cuando la pila no calienta es porque falta algo: volumen, humedad o nitrógeno, por ejemplo. (Consejo de Agricultura y Alimentación Ecológica de Euskadi, 2013)

Por encima de los 70°C el compost se «quema» y amenaza la supervivencia misma de los microorganismos descomponedores. (Fundación Terra, 2003)

4.11 Materiales a compostar

Para obtener un buen compost lo mejor es utilizar una gran variedad de materiales. Cuanto más triturados estén, más rápido obtendremos el compost. Toda la materia introducida debe ser orgánica. Es recomendable mezclar materiales de rápida descomposición con los de lenta. (Amigos de la Tierra, s.f.)

Materiales de rápida descomposición: hojas frescas, restos de la siega de césped, estiércol de animales de corral, malezas jóvenes. (Amigos de la Tierra, s.f.)

Materiales de descomposición lenta: pedazos de fruta y verdura, bolsas de infusiones y sedimentos de café, paja y heno viejo, restos de plantas, estiércoles pajizos (caballos, burros y vacas), flores viejas y plantas de macetas, desbroces de setos jóvenes, malezas perennes, lechos de hámster, conejos y otros animales domésticos (herbívoros) (Amigos de la Tierra, s.f.)

Descomposición muy lenta: desbroces de setos duros, ramas podadas, aserrín y virutas de madera no tratada, cáscaras de huevo, cáscaras de frutos secos, lanas e hilos naturales, pelos y plumas, huesos de frutos (melocotón, aguacate, aceitunas) (Amigos de la Tierra, s.f.)

Otros materiales: Ceniza de madera (espolvorear en cantidades pequeñas), cartón, cartones de huevos, servilletas bolsas y envases de papel, periódicos (en pequeñas cantidades) (Amigos de la Tierra, s.f.)

4.12 Procedimiento de compostaje

La experiencia ha demostrado que la altura más conveniente de la pila varía de 1.00 m como mínimo a 1.80 m como máximo. La altura debe ser mayor para climas fríos. (Secretaría de Desarrollo Social, 2001)

Para evitar una excesiva pérdida de humedad, se recomienda que las hileras de residuos tengan de 2.40 a 3.60 m de ancho en la base. (Secretaría de Desarrollo Social, 2001)

En primer lugar es conveniente fabricar un lecho o una cama de ramas, paja, o cualquier otro material que permita la aireación y no se compacte. Este lecho de aproximadamente 20 cm se situará en la base del compostador, y su función será la de facilitar la aireación y la entrada de microorganismos al mismo. (Amigos de la Tierra, s.f.)

Posteriormente se agrega una capa de 15 cm de altura de rastrojos de maíz o frijol, malezas, residuos de hortalizas, ramas, desechos de comida, bagazos, aserrín viruta, pulpa de café, según los materiales disponibles. (Torres, s.f.)

Se coloca enseguida una capa de 5 o 10 cm de altura de estiércol lo más desmenuzado posible. (Torres, s.f.)

Es muy recomendable adicionar tierra a la composta, ya que la tierra contiene microorganismos que ayudan en el proceso de descomposición. Los restos de los árboles, hojas y ramas caídas son fuente importante de material para la elaboración de compostas. Estos desechos contienen grandes cantidades de celulosa y lignina que se descomponen parcialmente en la pila de compostaje y continúan mineralizándose en el suelo después de aplicados. (Torres, s.f.)

Se continúa poniendo capas alternas sin repetir la primera capa de material grueso hasta que la composta tenga 1.5 m de altura. (Torres, s.f.)

Es conveniente mezclar materiales con altas y bajas relaciones C/N para que el nitrógeno, liberado por los materiales de baja relación de carbón-nitrógeno, pueda ser utilizado por los materiales de altas relaciones de C/N, y así los materiales se complementen desde el punto de vista de una descomposición más rápida. (Torres, s.f.)

La relación entre material húmedo y material seco es 2/1, para conseguir así el mantenimiento de la humedad durante el proceso, aunque esto no tiene por qué medirse de una manera estricta. (Amigos de la Tierra, s.f.)

También es conveniente realizar volteos generales, de toda la pila de compost, para permitir la aireación y la correcta mezcla de materiales. Cuanto más a menudo se realicen estos volteos, más rápido avanzará el proceso. (Amigos de la Tierra, s.f.)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Recursos humanos

- 3 Asesores
- 1 Tesista
- 1 Trabajador

5.1.2 Recursos biológicos

- Estiércol porcino
- Estiércol avícola
- Larvas de mosca doméstica (*Musca domestica* L.)
- Pastos Napier y Ruzi
- Plantas forrajeras Santa María, Dalia, Ramié, Morera y hojas de Pito

5.1.3 Recursos de campo

- Madera de tarimas
- Clavos
- Martillo
- Cubeta
- Tubo PVC de 3" ½ de diámetro
- Tubo de aluminio de 1" ½ de diámetro
- Tubo PVC de ½" de diámetro
- Broca
- Guantes de hule
- Overol
- Nylon
- Alambre de amarre

- Corta alambre
- Botas de hule
- Recipiente de plástico
- Machete
- Sacos
- Romana
- Cinta métrica
- Carretilla de mano
- Piocha
- Pala
- Escoba
- Azadón
- Rastrillo
- Bieldo
- Swach
- Serrucho
- Chapeadora

5.1.4 Recursos de laboratorio

- Lupa
- Guantes de látex
- Balanza
- Termómetro digital
- pH-metro
- Agua destilada
- Beacker de 100ml
- Servilleta
- Pipeta
- Bandeja

- Estereoscopio
- Cajas de Petri
- Pinzas
- Plasticina

5.1.5 Recursos de escritorio

- Calendario
- Mesa portátil
- Cuaderno
- Marcador permanente
- Cinta adherible
- Lapiceros
- Calculadora
- Hojas tamaño carta
- Computadora portátil
- Impresora

5.2 Metodología

5.2.1 Construcción de composteras

El proyecto se realizó en la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se construyeron 2 composteras, con dimensiones de un 1 mt de ancho x 1.30 mt de largo x 1.50 mt de alto. Se utilizó madera de tarimas para fabricar las paredes laterales las cuales posteriormente fueron unidas con alambre de amarre, para facilitar el volteo.

Las composteras fueron identificadas y ubicadas en un área aislada. Se utilizaron diez tubos PVC de 3" ½ , cinco para cada compostera. Las paredes de estos tubos fueron perforadas mediante una broca dejando agujeros de 1" de diámetro.

5.2.2 Recolección de sustratos

El estiércol de origen porcino se obtuvo en las instalaciones de la unidad porcina y del tanque de captación de residuos en la Granja Experimental, se recolectaron en sacos y se trasladaron al área de las composteras.

En el caso del estiércol de origen avícola, éste se obtuvo en instalaciones de granjas avícolas privadas, se recolectó en sacos y se trasladó a la Granja Experimental para ser madurados.

Los sustratos de origen vegetal correspondieron por un lado a pasto Napier y pasto Ruzi, así como las forrajeras Ramié, Morera, Dalia, Santa María y hojas de Pito. Parte de este material se encontró en el área de la Granja Experimental, luego se deshidrataron al sol y posteriormente se picó a tamaño de partícula de 5 cm. En el caso de las plantas forrajeras, estas se deshidrataron 24 horas antes de picarlas y colocarlas en las composteras.

También se recolectaron tierra de bosque y material vegetal con alto grado de descomposición en el área de la Granja Experimental y para ello se utilizaron pala, piocha, azadón y rastrillo, trasladándose al área de las composteras.

Durante el proceso de maduración, se monitorearon la presencia de larvas en el estiércol recolectados, posteriormente se tomó una muestra de un kg tanto del estiércol de aves como del estiércol porcino, para extraer 10 larvas las cuales fueron tipificadas para determinar si son de mosca doméstica mediante la

identificación del espiráculo respiratorio específico utilizando un estereoscopio, cajas de Petri y pinzas, esto se repitió cada 3 días.

5.2.3 Llenado de composteras

La siguiente descripción indica el grosor de las capas con los materiales anteriormente mencionados en su orden correspondiente. La primera capa de paja estuvo en contacto directo con el suelo. La capa de estiércol para la compostera No. 1 fue de origen avícola, y para la compostera No. 2 fue de origen porcino.

- Paja: 20 cm
- Restos de cosecha (pasto Napier, pasto Ruzi): 15 cm
- Suelo de bosque: 15 cm
- Estiércol: 30 cm
- Plantas Forrajeras (Ramié, Morera, Dalia, Santa María y hojas de Pito): 15 cm
- Suelo de bosque: 15 cm
- Estiércol: 20 cm
- Restos de cosecha (pasto Napier, pasto Ruzi): 15 cm
- Suelo de bosque: 5 cm

Los materiales recolectados con alto grado de descomposición se entremezclaron con el resto de capas, a partir de la segunda capa, de abajo hacia arriba.

5.2.4 Toma de datos (Medición de variables)

En las composteras se midieron temperatura y pH, utilizando un termómetro digital y pH-metro. Se midió la temperatura, tomando 4 datos por compostera. En los sitios en donde se tomó la temperatura, se recolectaron 250 g de material, para completar 1 kg., que se colocó en bolsas de plástico, pesados e identificados.

Posteriormente se colocó en bandejas, para recolectar y observar larvas de mosca domestica, tanto vivas como muertas. Las larvas se colocaron en cajas de Petri y se fueron tipificando, para ello se utilizó estereoscopio y pinzas, se descartaron a las larvas de otras especies, se hizo el conteo final de larvas vivas y muertas. Luego se calculó la mortalidad. En las muestras de 1 kg total se determinó el pH.

Durante la etapa de latencia, la cual inició a partir del llenado de la compostera, se midió la temperatura, el pH y el tiempo a intervalos de 3 días. Llevando simultáneamente datos de mortalidad de larvas de mosca doméstica.

Cuando la temperatura superó los 20°C, se realizó el primer volteo. Luego la medición de variables continuó cada 3 días, incluso después de superar los 40°C.

5.2.5 Interpretación y análisis de datos

Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva, estimando medias y proporciones.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Maduración del estiércol avícola y porcino

En la maduración del estiércol avícola y porcino, ambos atrajeron moscas de diversas especies, cuyas larvas se concentraron en los estratos más profundos. Esto se debió a que la superficie tuvo menor humedad por contacto de la luz solar. Por ello a los 9 días de maduración se localizan menos larvas en los bordes externos de los estiércoles apilados.

Todo ello influyó a que, durante el monitoreo, la población de larvas por kg de estiércol parece disminuir. (Ver Cuadro No. 1)

Cuadro No. 1 Monitoreo de larvas de *M. domestica* L por kg de estiércol avícola y porcino durante el tiempo de maduración realizada en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC

Día	Estiércol Avícola	Estiércol Porcino
3	372	314
6	339	280
9	178	253
12	156	150
15	112	123

Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

6.2 Compostaje

El uso de materiales con alto grado de descomposición, representa un factor que favoreció al incremento inmediato de temperatura donde al día 3, el tratamiento 1 tuvo como promedio 26.1 °C en tanto que el tratamiento 2 registró 21.5 °C, esto debido a que los microorganismos presentes en estos residuos, al ser introducidos en las composteras, encuentran condiciones muy favorables para su metabolismo por lo que se acelera el proceso de descomposición. Por lo que se

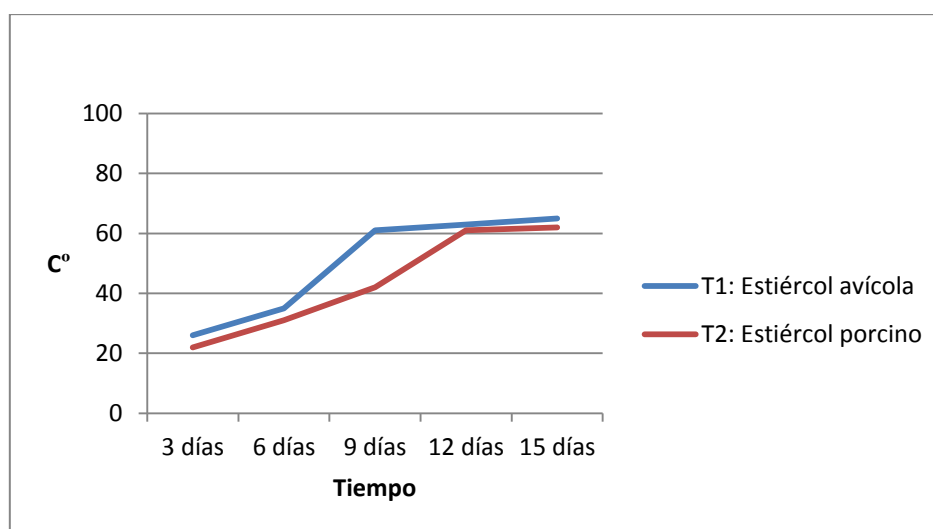
pasa de etapa de latencia a una mesotérmica inmediatamente. (Ver Cuadro No. 2 y Figura No. 1)

Cuadro No. 2 Temperatura promedio por tratamiento durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC

Día	T1: Estiércol Avícola	T2: Estiércol Porcino
3	26.1 °C	21.5°C
6	35.1 °C	31.4°C
9	60.9 °C	42.0°C
12	63.3 °C	61.4°C
15	64.9 °C	62.0°C

Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 1 Temperatura promedio por tratamiento durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Ya en la etapa mesotérmica y con los materiales homogenizados desde el día 3, la temperatura continúa su incremento a 35.1 °C y 31.4 °C en los tratamientos 1 y 2, respectivamente, para el día 6. A pesar de que la temperatura no es adversa, del día 3 al día 6, la mortalidad en larvas incrementó de 47.36% a

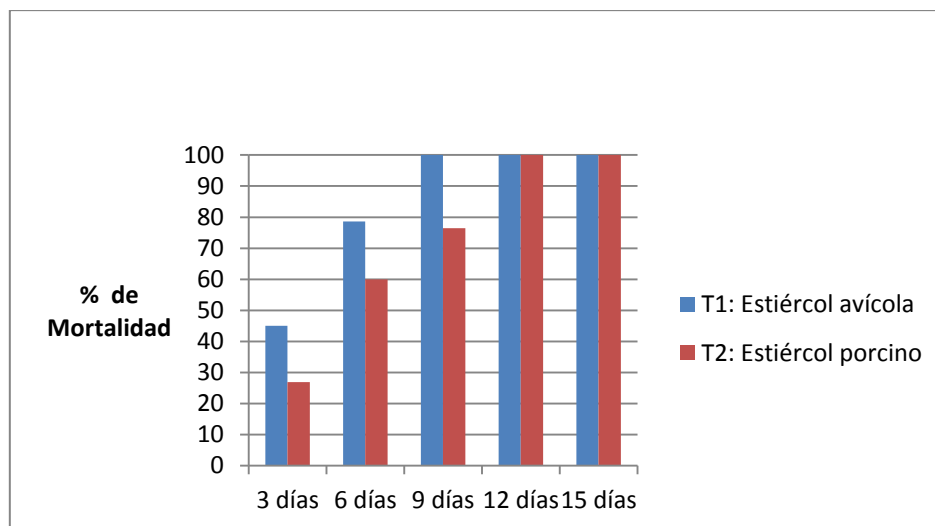
78.57% en el tratamiento 1 y de 26.92% a 60% en el tratamiento 2, debiéndose a que la disponibilidad de nutrientes va decreciendo como consecuencia de la rápida descomposición de los materiales siendo esto una característica de la actividad biológica de los microorganismos mesófilos. (Ver Cuadro No. 3 y Figura No. 2)

Cuadro No. 3 Mortalidad de larvas de *M. domestica* L durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC.

Día	T1: Estiércol Avícola	T2: Estiércol Porcino
3	47.36%	26.92%
6	78.57%	60.0%
9	100%	76.47%
12	100%	100%
15	100%	100%

Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 2 Mortalidad de larvas de *M. domestica* L durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC.



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

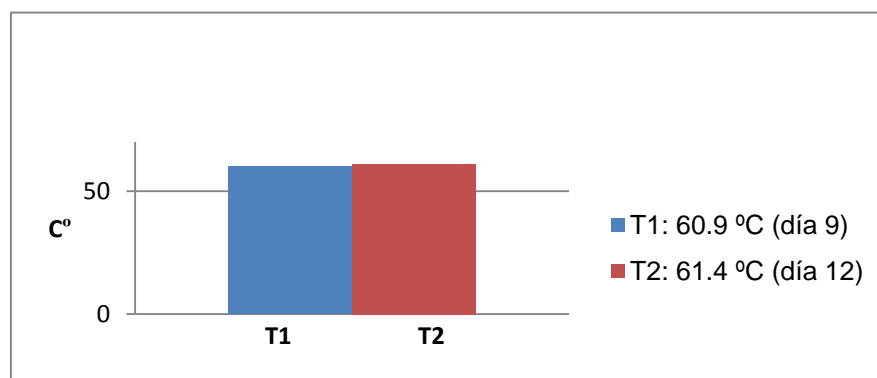
Conforme se da el aumento progresivo de temperatura, el proceso de compostaje logra alcanzar la etapa termogénica, donde los microorganismos

termófilos realizan su actividad biológica óptima; con lo cual la temperatura ya supera los 40°C. Con ello se terminan de consumir los nutrientes necesarios para las larvas presentes en los sustratos, es por ello que al día 9 el tratamiento 1 llegó a 60.9 °C con una mortalidad del 100%; aunque el tratamiento 2 aun muestra una temperatura de 42.0 °C en donde hay un 76.47% de mortalidad indicando que las larvas se encuentran en cercano al límite de estas condiciones. (Ver Cuadro No. 2 y Cuadro No. 3)

Por otro lado, Larraín y Salas (2013) están de acuerdo en su discusión en que producto del alza de temperatura en el proceso de compostaje, la humedad del material orgánico se reduce a niveles inferiores a 40%. Estos niveles de humedad no permiten el desarrollo de mosca doméstica, pues la humedad óptima para su desarrollo se encuentra en el rango de 50% a 80%.

Debido a esto es que hasta el día 12, con el incremento lento y progresivo de temperatura finalmente se alcanza el 100% de mortalidad en el tratamiento 2, con una temperatura de 61.4 °C, superando al valor registrado 3 días antes en el tratamiento 1. (Ver Figura No. 3)

Figura No. 3 Comparación de la temperatura promedio en el 100% de mortalidad de larvas de *M. domestica* L en el compostaje utilizando estiércol avícola (T1) y porcino (T2) en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Respecto al pH en la etapa mesotérmica este es ácido al inicio siendo de 6,0 para el tratamiento 1 y de 6,6 para el tratamiento 2, como consecuencia de la actividad metabólica de los diferentes grupos de microorganismos que descomponen los sustratos presentes. Esta actividad prosigue hasta que para el día 6 este valor adquiere una tendencia hacia los valores alcalinos, observación importante sobre todo en el tratamiento 1 al contener éste un estiércol muy rico en nitrógeno. (Ver Cuadro No. 4, Figura No. 4)

Álvarez (2008) explica que durante la fase termofílica se pasa a una liberación de amoníaco como consecuencia de la degradación de aminos procedentes de proteínas y bases nitrogenadas y una liberación de bases incluidas en la materia orgánica, resultado de estos procesos se da una subida en el pH.

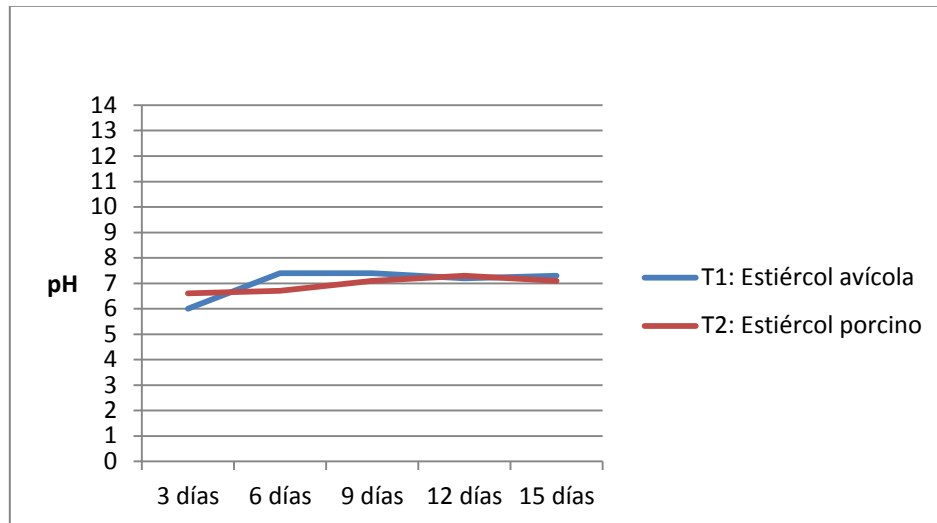
Es por ello que, la alcalinización al inicio es rápida en el caso del tratamiento 1 donde se alcanza el valor pH de 7,4 en el día 6 manteniéndose el mismo para el día 9; mientras que el pH para el tratamiento 2 se incrementa a 6,7 el día 6 para posteriormente llegar a 7,2 en el día 9 respectivamente. (Ver Cuadro No. 4, Figura No. 4)

Cuadro No.4 pH promedio por tratamiento durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC

Día	T1: Estiércol Avícola	T2: Estiércol Porcino
3	6,0	6,6
6	7,4	6,7
9	7,4	7,1
12	7,2	7,3
15	7,3	7,1

Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No.4 pH promedio por tratamiento durante el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino en el estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ, USAC



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Cuando el tratamiento 1 alcanza el 100% de mortalidad, en el día 9, el valor del pH no presenta variación; y si en el día 12 el valor fue de 7,2 el pH para el último día este vuelve a incrementarse a 7,3 lo indica que el proceso de descomposición de la etapa termogénica aún se mantiene. (Ver Cuadro No. 4, Figura No. 4)

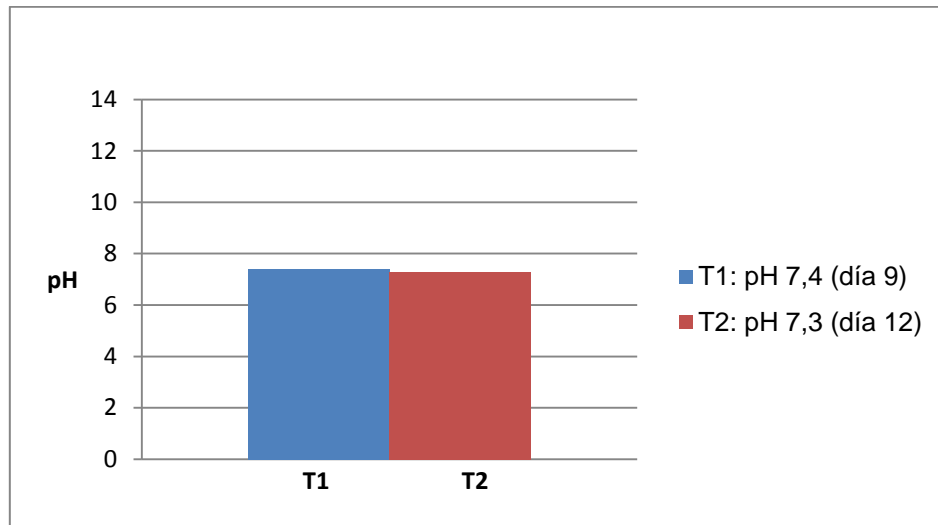
En el caso del tratamiento 2, en el día 9 ya ha superado el valor neutro con un pH de 7,1 y se incrementa para alcanzar un valor de 7,3 en el momento en que se registra el 100% de mortalidad en el día 12. Finalmente este tratamiento presenta un valor de 7,1 para el día 15, por lo que el proceso de descomposición se mantiene en la etapa termogénica siendo de característica menos alcalina que en el tratamiento 1 al final de las observaciones. (Ver Cuadro No. 4, Figura No. 4)

Por ello vemos también que cuando se alcanza el 100% de mortalidad el pH del tratamiento 1 es de 7,4 (día 9) mientras que el del tratamiento 2 se aproxima con un 7,3 (día 12) lo que indica que el pH con tendencia más alcalina es un

reflejo de una descomposición más avanzada de los sustratos por parte de los microorganismos durante la fase termogénica del compostaje. (Ver Figura No. 5)

Aunque la mortalidad del 100% de larvas se observa cuando el pH tiende a ser más alcalino, esta variable es un indicativo de una descomposición avanzada de los sustratos como consecuencia la actividad biológica de los microorganismos.

Figura No. 5 Comparación del pH promedio en el 100% de mortalidad de larvas de *M. domestica* L en el compostaje utilizando estiércol avícola y porcino del estudio realizado en las instalaciones de Granja Experimental, FMVZ. USAC



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

VII. CONCLUSIONES

- La compostera con estiércol avícola posee un efecto larvicida a los 9 días, por lo que este objetivo se alcanza en menor tiempo que en la compostera con estiércol porcino que fue a los 12 días, debido principalmente a un mayor incremento de temperatura.
- La temperatura en que se alcanza el 100% de mortalidad fue de 60.9°C al día 9 para la compostera con estiércol avícola y de 61.4 °C al día 12 para la compostera con estiércol porcino.
- Para este estudio la mortalidad en el 100% de larvas se determina cuando la temperatura tiene como promedio mínimo de 60.9°C, siendo esto posible en menor tiempo cuando en el compostaje se utilizan materiales con alto grado de descomposición.
- El pH en que se alcanza el 100% de mortalidad fue de 7,4 al día 9 para la compostera con estiércol avícola y de 7,3 al día 12 para la compostera con estiércol porcino.

VIII. RECOMENDACIONES

- Si se utiliza materiales con alto grado de descomposición, se recomienda comprobar la efectividad larvicida del compostaje con estiércoles, a partir del noveno día de haberse iniciado dicho proceso con el llenado de las composteras.
- Es importante llevar un control de temperatura y sus variaciones durante el compostaje ya que esto indica las características del proceso y si éste cumple con los objetivos de higienización de los residuos para este caso.
- De la misma forma se recomienda llevar un control del pH y sus variaciones durante el compostaje ya que indica cómo se desarrolla el proceso de descomposición por parte de los microorganismos en todas sus etapas.
- Se recomienda aplicar este tipo de estudio, en cualquier época del año ya sea como única alternativa o como parte de un control integral de mosca doméstica en sus diferentes etapas de su ciclo biológico dependiendo de la infestación.
- Aplicar este tipo de estudio exclusivamente como alternativa en programas de control de larvas de *Musca domestica L.* y de otros dípteros tales como *Stomoxys calcitrans* y *Haematobia irritans*, entre otros, los cuales al ser hematófagos afectan a los animales de producción y al ser humano.

IX. RESUMEN

Durante el manejo de especies productivas, la presencia de *Musca domestica* L., genera problemas. Su control implica manejo de materia fecal y desperdicios. El compostaje como alternativa, requiere más información de tiempo, pH y temperatura para su control. Es un proceso controlado de mineralización y pre-humificación de materia orgánica, a través de técnicas permitiendo el manejo de sus variables.

Se construyeron 2 composteras, (1 mt de ancho x 1.30 mt de largo x 1.50 mt de alto). El estiércol fue madurado 15 días, monitoreando larvas. Se cosecharon, picaron y deshidrataron pastos Napier, Ruzi, y forrajeras (Ramié, Morera, Dalia, Santa María, hojas de Pito). El orden de llenado fue: paja, restos de cosecha, suelo de bosque, estiércol, plantas forrajeras, suelo de bosque, estiércol, restos de cosecha y finalmente suelo de bosque, incluyendo materiales con alto grado de descomposición entremezclándolos con las capas, desde la segunda capa inferior.

Cada 3 días se monitoreó mortalidad y midió temperatura y pH, Se identificaron larvas por el espiráculo respiratorio específico con pinzas, estereoscopio, cajas Petri. El análisis fue por estadística descriptiva, estimando medias y proporciones. En estiércol en maduración, las larvas se alejaron de la superficie, aparentando disminución en número/kg.

En compostajes, los materiales con alto grado de descomposición incrementaron la temperatura rápidamente, el pH tiende a alcalino. Al 100% de mortalidad en tratamiento 1 (estiércol avícola) la temperatura fue de 60.9°C; pH 7,4 (día 9), objetivo alcanzado en menor tiempo y en tratamiento 2 (estiércol porcino) la temperatura fue 61.4°C; pH 7,3 (día 12)

SUMMARY

During management of productive species, the presence of *Musca domestica* L. generates problems. Control implies management of fecal matter and waste. Composting as alternative requires more information of time, pH and temperature for its control. Is a controlled process of mineralization and pre-humification of organic matter through techniques permitting variables handling.

Were built two compost bins (1 m width x 1.30 m large x 1.50 high). Manure was matured 15 days, monitoring larvae. Were harvested Napier and Ruzi pastures and forage (Ramié, Morera, Dalia, Santa María, Pito leaves). Filling the order was: haystack, crop residues, forest soil, manure, forage plants, forest soil, manure, crop residues and finally forest soil, including materials with high degree of decomposition intermixing with the layers from the lower second layer.

Every three days was monitored mortality and measured temperature and pH. Larvae were identified by specific respiratory spiracle with tweezers, stereoscope, and Petri dishes. The analysis was by descriptive statistics, estimating averages and proportions. In manure in maturation, larvae move away the surface, appearing decrease in number/kg.

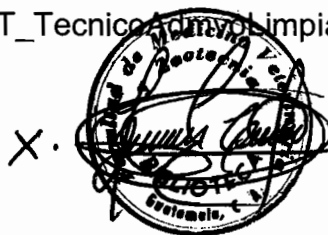
In composts, the materials with high degree of decomposition increased the temperature quickly, pH tends to alkaline. At 100% of mortality in treatment 1 (poultry manure) the temperature was de 60.9°C; pH 7,4 (day 9) objective reached in less time, in treatment 2 (porcine manure) the temperature was 61.4°C; pH 7,3 (day 12).

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarez, J. (s.f.) *Manual de compostaje para agricultura ecológica*. Recuperado de http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental_ecologica/Manual%20compostaxe.pdf
2. Amigos de la Tierra. (s.f.) *Manual de compostaje*. Recuperado de http://www.compostaenred.org/documentacion/Manuales/6Manual_Compostaje_AdT.pdf
3. Asociación Entomológica de Asturias. (s.f.) *La mosca (Muscidae)*. Recuperado de http://entomologia.net/L_Diptera/Muscidae.PDF
4. Barriga, O. (16 junio 2012) *Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos en la América Latina*. Santiago Chile: Editorial Germinal
5. Composta en RED.(s.f.) *Manual básico de compostaje y vermicompostaje doméstico*. Recuperado de <http://www.compostaenred.org/documentacion/ManualesRed/ManualBasicoCompostaenRED.pdf>
6. Compostando (24 septiembre 2014) *Manual de compostaje doméstico*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd47/compostando.pdf>
7. Consejo de Agricultura y Alimentación Ecológica de Euskadi (19 septiembre 2014) *Compostaje de estiércoles en agricultura ecológica*. Recuperado de http://www.eneek.org/descargas/dteknikoak/GU%C3%8DA%20COMPOST_ENEEK_2013.PDF
8. Cordero, M. (1999) *Parasitología veterinaria*. España: McGraw Hill Interamericana de España.



9. Fundació Terra (24 septiembre 2014) *Compostaje*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd30/pa29e.pdf>
10. Larraín, P. y Salas, C. (30 julio 2013) Desarrollo de la Mosca Doméstica (*Musca domestica* L.) (Diptera:Muscidae) en Distintos Tipos de Estiércol. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 68(2), 192-197
11. López, A. (s.f.) *Organismos que intervienen en el compostaje*. Recuperado de http://www.compostadores.com/repositorio/Organismos_intervienen_compostaj_enl.pdf
12. Quiroz, H. (1986) *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*. México: Editorial Limusa.
13. Röben, E. (24 septiembre 2014) *Manual de compostaje para municipios*. Recuperado de http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/manual_compost_.pdf
14. Salas, C., Larraín, P. y Morales, A (23 septiembre 2014) *Proyecto Implementación de estrategias de manejo integrado para el control de la mosca doméstica y otras especies de dípteros, presentes en la comuna de Arica, región de Arica y Parinacota*. Recuperado de http://platina.inia.cl/ururi/docs/proyecto7/seminario_1/d_ClaudioSalas.pdf
15. Schlapbach, F. (23 septiembre 2014) *Control integrado de moscas*. Recuperado, de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00produccion_porcina_general/73-control_moscas.pdf
16. Secretaría de Desarrollo Social (24 septiembre 2014) *Manual técnico – administrativo para el servicio de limpia municipal*. Recuperado de http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT_TecnicoAdministrativoLimpia.pdf



17. Soulsby, E. (1987) *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. México: Nueva Editorial Interamericana
18. Sztern, D., y Pravia, M. (s.f.) *Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos*. Recuperado de <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>
19. Torres, L. (s.f.) *Elaboración de composta*. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/documents/fichasaapt/elaboraci%C3%B3n%20de%20composta.pdf>



XI. ANEXOS

Figura No. 6 Hoja de campo: Variables promedio



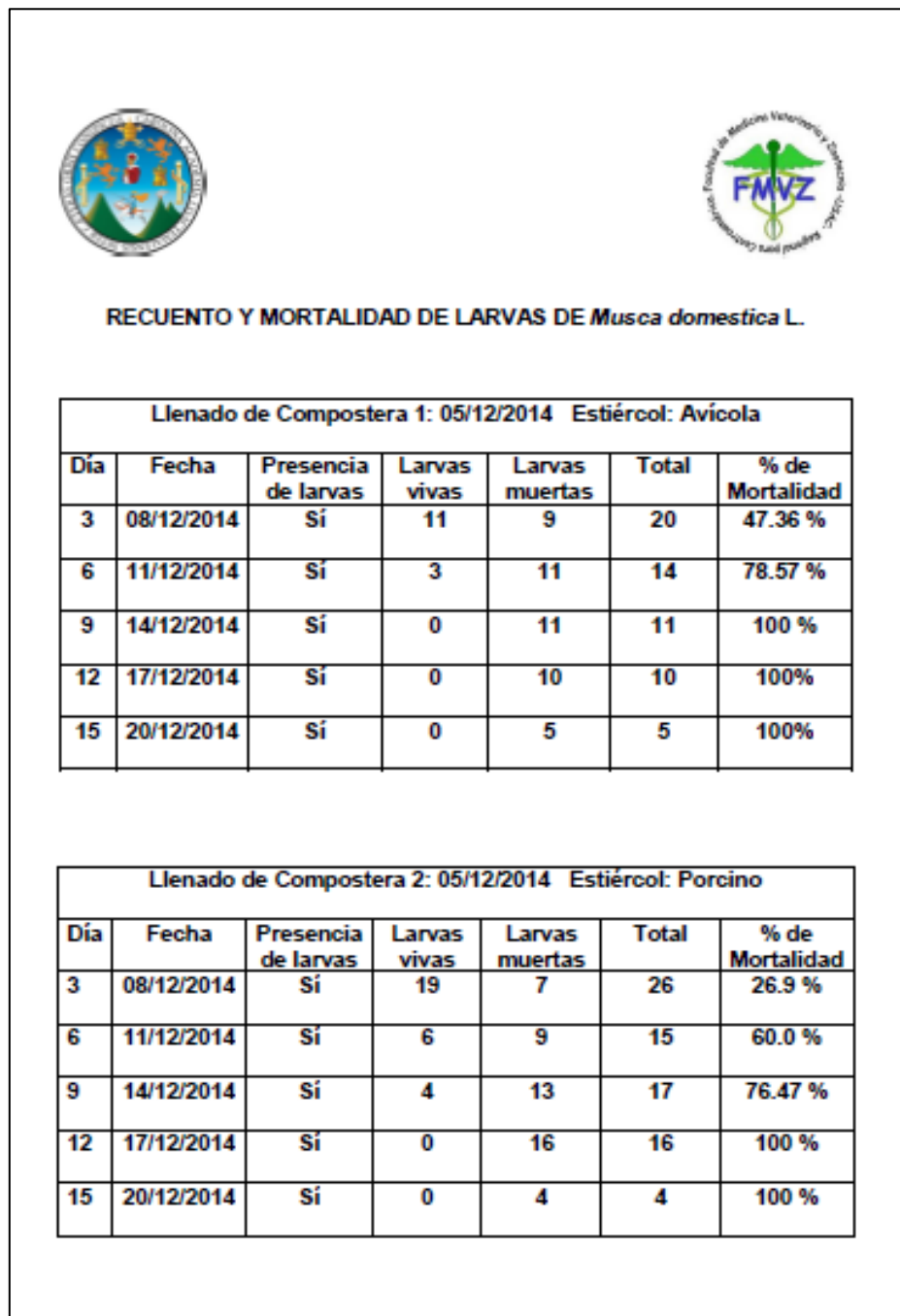
VARIABLES PROMEDIO

Llenado de Compostera 1: 05/12/2014 Estiércol: Avícola			
Día	Fecha	Temperatura promedio	pH promedio
3	08/12/2014	26.1°C	6,0
6	11/12/2014	35.1°C	7,4
9	14/12/2014	60.9°C	7,4
12	17/12/2014	63.3°C	7,2
15	20/12/2014	64.9°C	7,3

Llenado de Compostera 2: 05/12/2014 Estiércol: Porcino			
Día	Fecha	Temperatura promedio	pH promedio
3	08/12/2014	21.5°C	6,6
6	11/12/2014	31.4°C	6,7
9	14/12/2014	42.0°C	7,1
12	17/12/2014	61.4°C	7,3
15	20/12/2014	62.0°C	7,1

Fuente: Elaboración propia

Figura No. 7 Hoja de campo: Recuento y mortalidad de larvas de *Musca domestica* L.



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 8. Hoja de tabulación de campo: Tratamiento 1



TABULACIÓN DE CAMPO: TRATAMIENTO 1

Fecha: 08/12/2014 Tratamiento T1 Estiércol: Avícola				
Ubicación en compostera	Frontal	Posterior	Derecha	Izquierda
Temperatura	25.2 °C	24.3 °C	27.3 °C	27.8 °C
pH	6,2	6,0	6,0	6,0
Larvas vivas	0	3	2	6
Larvas muertas	1	4	2	2

Fecha: 11/12/2014 Tratamiento T1 Estiércol: Avícola				
Ubicación en compostera	Frontal	Posterior	Derecha	Izquierda
Temperatura	34.3 °C	33.5 °C	36.2 °C	36.4 °C
pH	7,4	7,5	7,4	7,5
Larvas vivas	1	0	2	0
Larvas muertas	5	2	1	3

Fecha: 14/12/2014 Tratamiento T1 Estiércol: Avícola				
Ubicación en compostera	Frontal	Posterior	Derecha	Izquierda
Temperatura	61.6 °C	60.8 °C	60.7 °C	60.5 °C
pH	7,5	7,5	7,5	7,4
Larvas vivas	0	0	0	0
Larvas muertas	7	2	1	1

Fecha: 17/12/2014 Tratamiento T1 Estiércol: Avícola				
Ubicación en compostera	Frontal	Posterior	Derecha	Izquierda
Temperatura	62.7 °C	62.9 °C	64.3 °C	63.5 °C
pH	7,2	7,2	7,3	7,3
Larvas vivas	0	0	0	0
Larvas muertas	4	0	1	5

Fecha: 20/12/2014 Tratamiento T1 Estiércol: Avícola				
Ubicación en compostera	Frontal	Posterior	Derecha	Izquierda
Temperatura	65.1 °C	65.3 °C	65.1 °C	64.2 °C
pH	7,3	7,3	7,3	7,3
Larvas vivas	0	0	0	0
Larvas muertas	1	1	3	0

Fuente: Elaboración propia

Figura No. 9 Hoja de tabulación de campo: Tratamiento 2



TABULACIÓN DE CAMPO: TRATAMIENTO 2

Fecha: 08/12/2014 Tratamiento T2 Estiércol: Porcino				
Ubicación en Compostera	Frontal	Posterior	Derecha	Izquierda
Temperatura	21.7 °C	23.3 °C	20.5 °C	20.8 °C
pH	6,7	6,6	6,6	6,7
Larvas vivas	2	5	9	3
Larvas muertas	0	3	0	4

Fecha: 11/12/2014 Tratamiento T2 Estiércol: Porcino				
Ubicación en Compostera	Frontal	Posterior	Derecha	Izquierda
Temperatura	30.1 °C	32.8 °C	32.4 °C	30.4 °C
pH	6,6	6,8	6,7	6,7
Larvas vivas	0	4	2	0
Larvas muertas	3	1	4	1

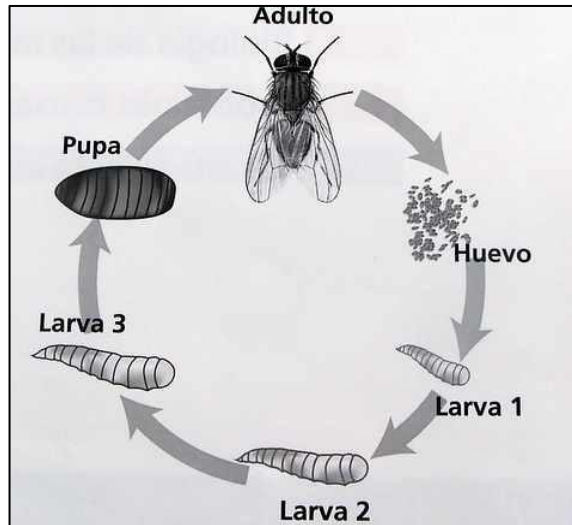
Fecha: 14/12/2014 Tratamiento T2 Estiércol: Porcino				
Ubicación en Compostera	Frontal	Posterior	Derecha	Izquierda
Temperatura	40.2 °C	40.5 °C	43.1 °C	44.4 °C
pH	7,2	7,1	7,2	7,2
Larvas vivas	4	0	0	0
Larvas muertas	6	2	4	1

Fecha: 17/12/2014 Tratamiento T2 Estiércol: Porcino				
Ubicación en Compostera	Frontal	Posterior	Derecha	Izquierda
Temperatura	60.1 °C	60.5 °C	62.4 °C	62.7 °C
pH	7,4	7,4	7,4	7,3
Larvas vivas	0	0	0	0
Larvas muertas	5	6	3	2

Fecha: 20/12/2014 Tratamiento T2 Estiércol: Porcino				
Ubicación en Compostera	Frontal	Posterior	Derecha	Izquierda
Temperatura	62.5 °C	61.4 °C	62.3 °C	61.9 °C
pH	7,1	7,2	7,2	7,2
Larvas vivas	0	0	0	0
Larvas muertas	0	2	1	1

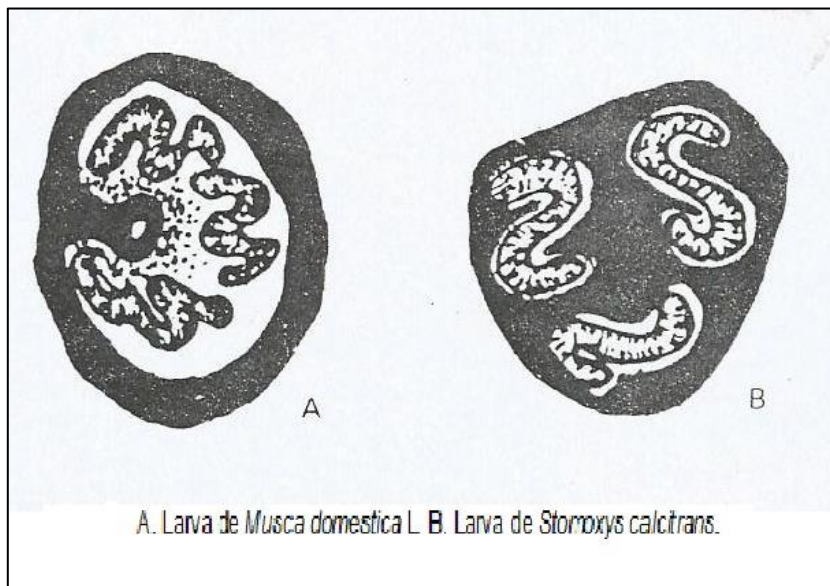
Fuente: Elaboración propia

Figura No.10 Ciclo biológico de *Musca domestica* L.



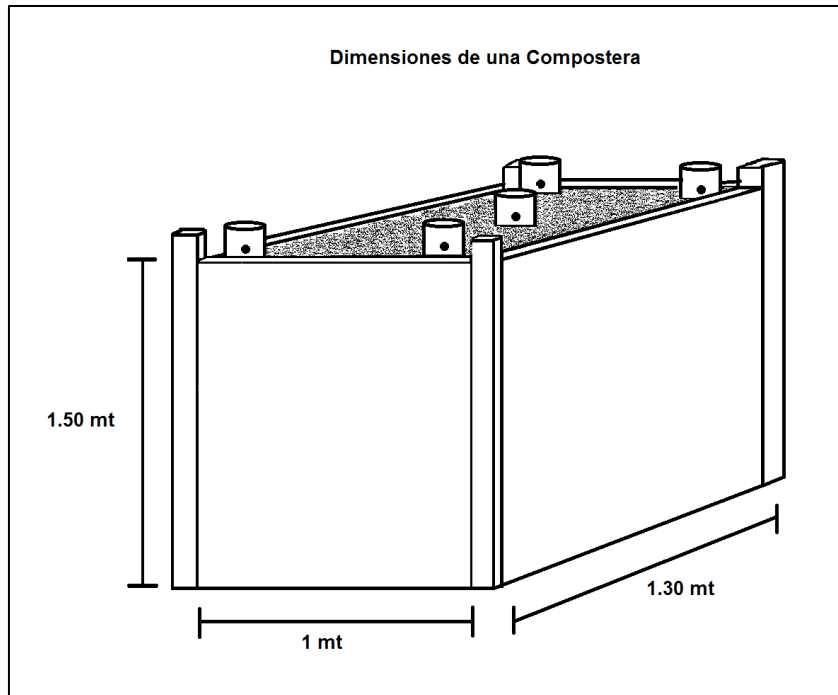
Fuente: Elaboración propia

Figura No. 11. Espiráculos respiratorios posteriores en larvas



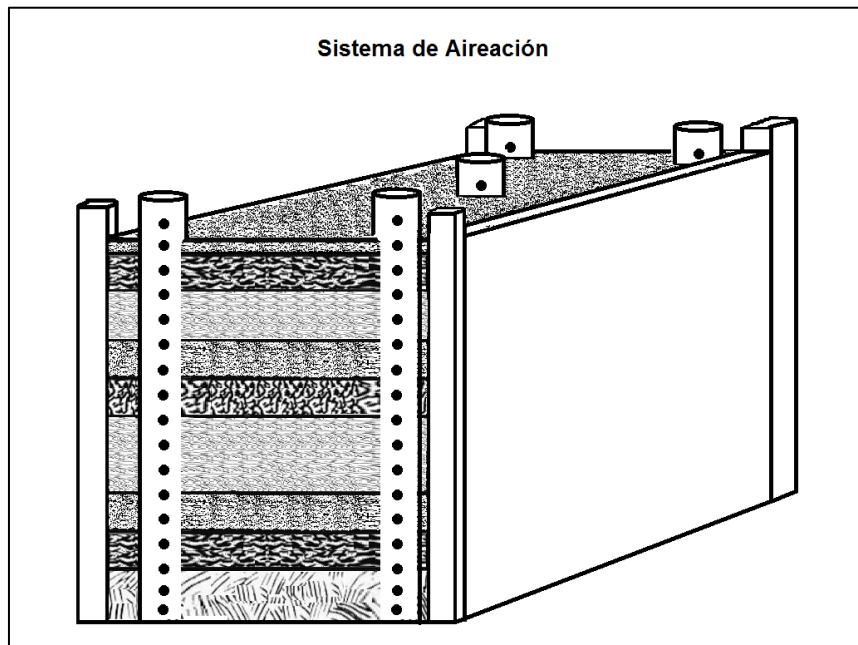
Fuente: Elaboración propia

Figura No. 12 Dimensiones de una compostera



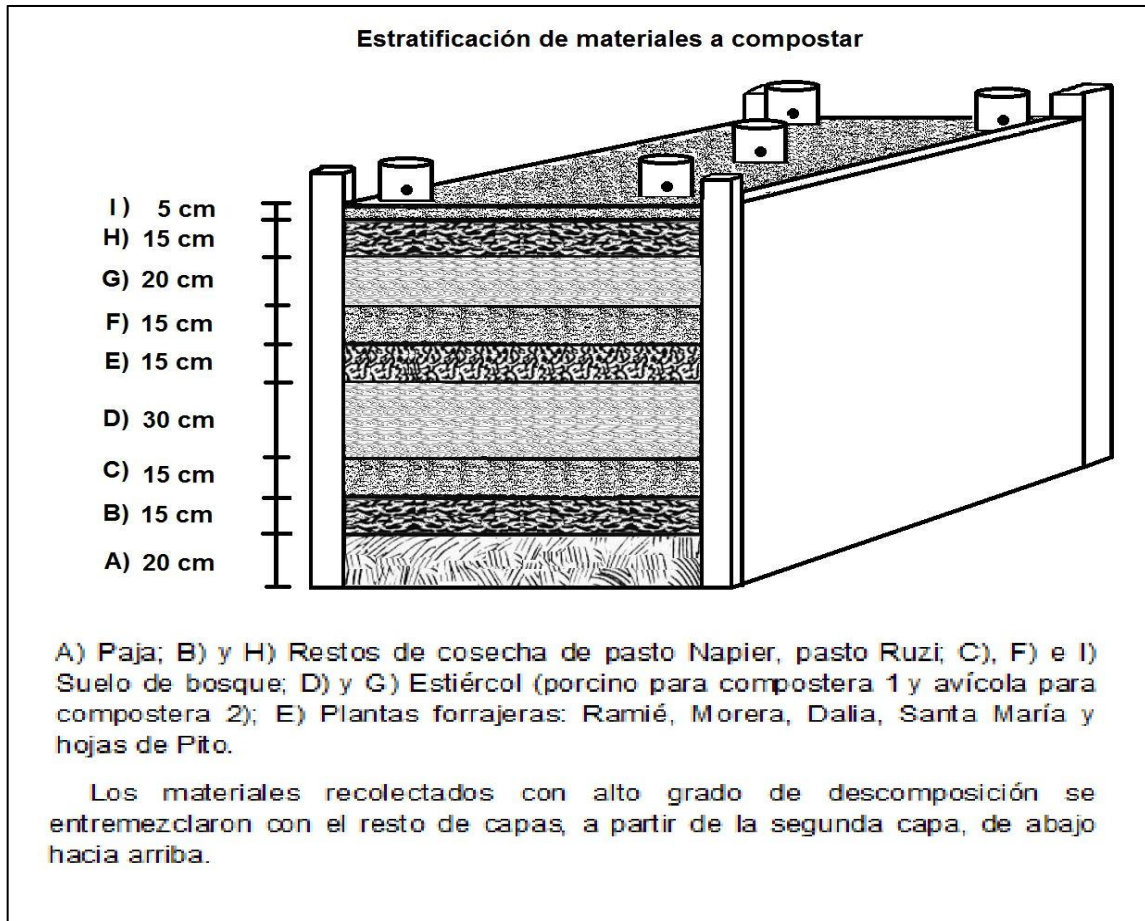
Fuente: Elaboración propia

Figura No. 13 Sistema de aireación



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 14 .Estratificación de materiales compostados



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 15 Maduración y desarrollo de larvas en estiércoles



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 16 Sustrato de origen vegetal utilizado



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 17 Suelo de bosque y material con alto grado de descomposición



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura 18. Composteras construidas y llenas



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 19 Tubos para muestreo



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 20 Perforación con tubos para muestreo



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 21 Medición de temperatura a profundidad



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 22 Recolección de muestra



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 23 Medición de pH



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 24 Muestra depositada en bandeja



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 25 Observación de larvas en muestras



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 26 Montaje de larva recolectada



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 27 Larva viva de *Musca domestica* L.



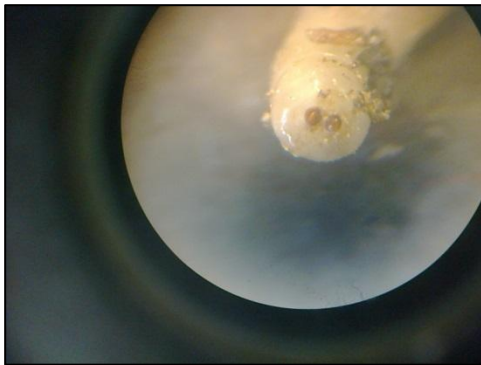
Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 28 Larva muerta de *Musca domestica* L.



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

Figura No. 29 Espiráculos respiratorios posteriores



Fuente: Estudio de campo diciembre 2014


Figura No. 30 Identificación de proyecto tras concluir el estudio



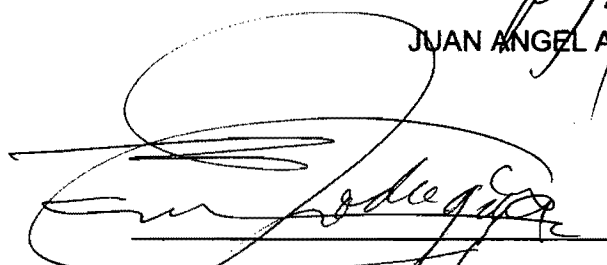
Fuente: Estudio de campo diciembre 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

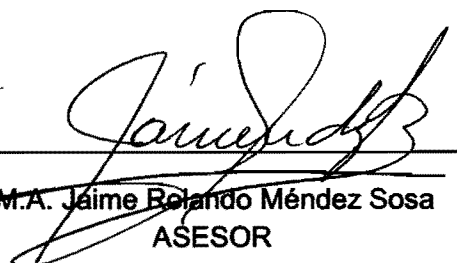
**COMPARACIÓN DEL TIEMPO, TEMPERATURA Y pH EN LA
MORTALIDAD DE LARVAS DE MOSCA DOMÉSTICA
(*Musca domestica* L.) EN EL COMPOSTAJE UTILIZANDO
ESTIÉRCOL PORCINO Y AVÍCOLA**



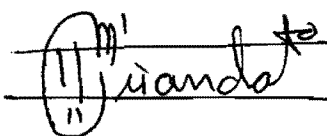
JUAN ANGEL ALVARADO JERÓNIMO



M.A. Manuel Eduardo Rodríguez Zea
ASESOR PRINCIPAL



M.A. Jaime Rolando Méndez Sosa
ASESOR



Lic. Zoot. Isidro Miranda Méndez
ASESOR



M.V. Carlos Efraín Alfaro Argueta
EVALUADOR

IMPRÍMASE



M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Velasco
DECANO

