

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental Ciclo Optativo de
Especialización y Profesionalización



**“CONTROL MICROBIOLÓGICO DEL DESARROLLO LARVARIO
DE MOSCAS (*Musca domestica*) EN EXCRETAS BOVINAS”**

Trabajo de Titulación para Optar el Título Profesional de:

Ingeniero Zootecnista

HÉCTOR GIANCARLO BEAS ALVIZURI

Lima - Perú

2015

DEDICADO A:

Mi amada hija María Fernanda que motiva e inspira mi deseo de mejorar

A la memoria y honra del gran Fernando Alvizuri

AGRADECIMIENTO

Eternamente agradecido con:

Dios por todo

Mi madre por tanto

Mi familia y amigos

M. V. Segundo Gamarra por su apoyo y enseñanzas

Dr. Víctor Meza por asesoría, confianza y amistad

El Programa de Investigación y Proyección Social en Leche

Ing. Esteban Mixán

El incansable Elisban

Todos mis maestros

Mi Alma Mater

¡Muchas Gracias!

I. ÍNDICE

I.	ÍNDICE.....	1
1.	ÍNDICE DE TABLAS	6
2.	ÍNDICE DE FIGURAS	8
3.	ÍNDICE DE ANEXOS	9
II.	RESUMEN.....	10
III.	INTRODUCCIÓN.....	12
IV.	REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	14
1.	GENERALIDADES DE LAS EXCRETAS DE VACUNO	14
1.1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA	14
1.2.	MICROFAUNA DE LAS EXCRETAS	16
1.3.	CANTIDADES GENERADAS Y MANEJO TRADICIONAL	18
1.4.	MICROCLIMAS EN UNA PILA DE ESTIÉRCOL	19
1.5.	EFFECTOS DEL ESTIÉRCOL SOBRE EL SUELO.....	20
2.	GENERALIDADES DE LAS MOSCAS	24
2.1.	ESPECIES IMPORTANTES.....	24
2.2.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	25
2.3.	CICLO BIOLÓGICO	26
2.3.1.	MOSCA COMÚN (<i>Musca domestica</i>).....	27
2.3.2.	MOSCA DEL ESTABLO (<i>Stomoxys calcitrans</i>).....	29

2.4.	ECO-FISIOLOGÍA	30
2.4.1.	COMPORTAMIENTO Y DESARROLLO DE LAS LARVAS	31
2.4.2.	EFEECTO DE LA TEMPERATURA	32
2.4.3.	EFEECTO DE LA HUMEDAD	33
2.4.4.	SEÑALES DE OVIPOSICIÓN.....	33
3.	DE LOS RIESGOS SANITARIOS E IMPLICANCIAS ECONÓMICAS.....	34
3.1.	ASOCIADOS A LAS EXCRETAS	34
3.2.	ASOCIADOS A LAS MOSCAS	36
4.	METODOLOGÍAS PARA EL CONTROL DE MOSCAS.....	38
4.1.	ESTRATEGIA CULTURAL.....	39
4.2.	ESTRATEGIA FÍSICA.....	40
4.3.	ESTRATEGIA BIOLÓGICA.....	40
4.4.	ESTRATEGIA QUÍMICA	42
4.5.	ESTRATEGIA CON BIOCIDAS DE ORIGEN ORGÁNICO	43
5.	GENERALIDADES DE LOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS.....	46
5.1.	DEFINICIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS.....	46
5.2.	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	46
5.2.1.	INTERRELACIONES MICROBIANAS	46
5.2.2.	CRECIMIENTO DE LAS POBLACIONES	47
a.	CURVA DE CRECIMIENTO.....	47
b.	LEY DEL MÍNIMO DE LIEBIG.....	48
c.	LEY DE TOLERANCIA DE SHELFORD.....	48
5.2.3.	METABOLITOS MICROBIANOS	49
a.	CICLOS BIOGEOQUÍMICOS	50
b.	LA FERMENTACIÓN	50

5.2.4. ADICIÓN DE MICROORGANISMOS A COMUNIDADES MICROBIANAS COMPLEJAS	52
a. EN EL MEDIO AMBIENTE.....	52
b. EN EL TRACTO DIGESTIVO.....	52
5.3. MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN GANADERÍA TRADICIONAL..	53
5.3.1. EN EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS.....	53
5.3.2. EN LA FERMENTACIÓN DIGESTIVA.....	54
5.3.3. EN EL PROCESO DE ENSILAJE.....	54
6. GENERALIDADES DEL CONSORCIO “MICROORGANISMOS EFICACES - EM”	55
6.1. DEFINICIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES - EM.....	55
6.2. GRUPOS MICROBIANOS TÍPICOS PRESENTES EN EL CONSORCIO “EM”	55
6.2.1. BACTERIAS FOTOSINTÉTICAS.....	55
6.2.2. BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS	56
6.2.3. LEVADURAS	56
6.2.4. ACTINOMICETOS.....	56
6.2.5. HONGOS FILAMENTOSOS	57
6.3. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL CONSORCIO “EM”	57
6.3.1. INTERRELACIONES MICROBIANAS EN EL CONSORCIO	57
6.3.2. METABOLITOS GENERADOS POR EL CONSORCIO MICROBIANO	58
6.3.3. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	59
6.4. PRESENTACIÓN COMERCIAL DEL CONSORCIO “EM”	60
6.4.1. EM AGUA®:	61
6.4.2. EM CAMARÓN TP®:	61
6.4.3. EM COMPOST®:	62

6.5. PROPIEDADES Y USOS DEL CONSORCIO “EM”	62
6.6. “EM” EN EL CONTROL DE MOSCAS	63
V. MATERIALES Y MÉTODOS	65
1. MATERIALES.....	65
1.1. LUGAR	65
1.2. MATERIAL BIOLÓGICO.....	65
1.3. EQUIPOS	65
1.4. MATERIALES DIVERSOS.....	66
1.4.1. DE CAMPO.....	66
1.4.2. DE GABINETE Y LABORATORIO.....	66
2. MÉTODOS	67
2.1. INOCULACIÓN DE LAS EXCRETAS CON MICROORGANISMOS.....	68
2.1.1. DIRECTA.....	68
2.1.2. INDIRECTA.....	68
2.2. MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DE LAS EXCRETAS EN LA ZONA DE INFLUENCIA LARVARIA	68
2.3. MEDICIÓN DEL PH DE LAS EXCRETAS	69
2.4. MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LAS EXCRETAS	69
2.5. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA DE LARVAS DE MOSCA, EN LAS EXCRETAS	69
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES	70
1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LAS EXCRETAS DURANTE EL PERIODO DE EVALUACIÓN	70
1.1. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA,.....	70
1.2. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL PH.....	74

1.3. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	80
2. CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS DE LAS EXCRETAS DURANTE EL PERIODO DE EVALUACIÓN	85
2.1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.	85
2.2. RESULTADO DEL RECUENTO DE LARVAS DE MOSCA RECUPERADAS DE LAS MUESTRAS	89
VII. CONCLUSIONES.....	96
VIII. RECOMENDACIONES.....	97
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
X. ANEXOS	110

1. ÍNDICE DE TABLAS

01. Composición nutricional de la excreta de vacuno seca y fresca.....	15
02. Composición porcentual de nutrientes presentes en el estiércol fresco de vacuno.....	16
03. Productos de fermentación y fuentes de energía de algunas bacterias del rumen.....	17
04. Cantidades de excretas generadas por animal en un año, según el estado de desarrollo del animal.....	18
05. Características físicas y químicas de las excretas bovinas frescas.....	20
06. Conductividad eléctrica inicial previa a la aplicación de estiércol bovino, en distintos estratos de un suelo.....	22
07. Conductividad eléctrica registrada al cuarto año de aplicación de estiércol, según tipo de tratamiento.....	23
08. Características de las piezas bucales del orden Díptera.....	24
09. Características del estadio larvario de la <i>Musca domestica</i>	31
10. Puntos térmicos importantes para la mayoría de insectos.....	32
11. Estudios que reportan la transmisión de agentes zoonóticos presentes en el estiércol de vacuno.....	34
12. Patógenos del estiércol vacuno y la condición clínica que producen.....	35
13. Patógenos del suelo y la condición sanitaria que generan.....	36
14. Límites extremos de tolerancia fisiológica para la actividad microbiana.....	49
15. Principales recursos y condiciones que regulan el crecimiento microbiano en la naturaleza.....	50
16. Ejemplos de fermentaciones bacterianas comunes y algunos de los microorganismos que las realizan.....	51
17. Características fisiológicas y bioquímicas de los inoculantes EM1, EM2 y EM3.....	60
18. Ficha técnica del EM-1.....	60
19. Efecto acidificante de los tratamientos sobre el pH de las camas recién instaladas.....	75

20. Análisis microbiológico del estiércol de los corrales realizados en tres momentos del ensayo.....	87
21. Relación entre los gramos de larvas encontradas y el peso de la muestra.....	90
22. Zonas de oviposición claramente visibles encontradas en los corrales.....	93

2. ÍNDICE DE FIGURAS

01. Taxonomía de la mosca común y de la mosca de los establos.....	26
02. Cópula de <i>Musca domestica</i> , en suelo firme.....	27
03. Zona de oviposición de <i>Musca domestica</i>	28
04. Larvas del tercer estadio de <i>Musca domestica</i>	28
05. Pupas de <i>Musca domestica</i> , en diferentes momentos de desarrollo.....	29
06. Comportamiento de las moscas frente a los animales.....	37
07. <i>Musca domestica</i> , regurgitando contenido estomacal.....	38
08. Curva de crecimiento microbiano en un sistema en lote.....	48
09. Temperatura media de las camas de los corrales durante las tres etapas del ensayo.....	72
10. Cinética del pH encontrado durante las tres fases del ensayo.....	77
11. Cinética del pH encontrado en la zona saturada de orín de cada corral durante la segunda fase del ensayo.....	79
12. Cinética de la conductividad eléctrica encontrada durante las tres fases del ensayo.....	82
13. Cinética de la conductividad eléctrica de las zonas saturadas de orín durante la segunda fase del ensayo.....	84
14. Once puntos de ovipostura agregada visibles sobre la zona saturada de líquido, observados en el control al día siguiente del retiro de los animales. En amarillo se resalta la masa de huevos de mayor tamaño.....	94
15. Masa de huevos de mayor tamaño observada en la figura anterior.....	95

3. ÍNDICE DE ANEXOS

I.	Registro de los parámetros físicos y químicos del corral uno.....	111
II.	Registro de los parámetros físicos y químicos del corral dos.....	112
III.	Registro de los parámetros físicos y químicos del corral tres.....	113
IV.	Registro de los parámetros físicos y químicos del control.....	114
V.	Registro de la temperatura ambiental.....	115
VI.	Resultados del análisis microbiológico realizado al inicio de la primera etapa del ensayo.....	116
VII.	Resultados del análisis microbiológico realizado al final de la segunda etapa al corral uno.....	117
VIII.	Resultados del análisis microbiológico realizado al final de la segunda etapa al corral dos.....	118
IX.	Resultados del análisis microbiológico realizado al final de la segunda etapa al corral tres.....	119
X.	Resultados del análisis microbiológico realizado al final de la segunda etapa al control.....	120
XI.	Resultados del análisis microbiológico realizado al final del ensayo al corral uno.....	121
XII.	Resultados del análisis microbiológico realizado al final del ensayo al corral dos.....	122
XIII.	Resultados del análisis microbiológico realizado al final del ensayo al corral tres.....	123
XIV.	Resultados del análisis microbiológico realizado al final del ensayo al control.....	124

II. RESUMEN

La fase experimental del presente trabajo se realizó en el establo de la Unidad Experimental de la facultad de Zootecnia, de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El objetivo fue el de proponer un manejo de excretas que reduzca significativamente la población de moscas que ovipositan en ellas. Basado en los resultados de evaluar la cantidad de larvas presentes en las excretas y de las condiciones físico-químicas (temperatura, pH y conductividad eléctrica de las excretas) que se generan, al aplicar un cultivo de microorganismos benéficos, como también en el nivel de uso apropiado de dicho cultivo. Se establecieron tres tratamientos y un control (0, 1, 5 y 10 por ciento de MOB's), los cuales fueron aplicados cada 48 horas directamente sobre las camas, además de inocular los alimentos con una solución al cinco por ciento y el agua de bebida con una solución al 0.5 por ciento del cultivo de microorganismos benéficos, diariamente. El experimento constó de tres etapas, la primera donde los animales fueron creando las condiciones, la segunda sin animales y la tercera, en la que las partes no exploradas de las camas fueron apiladas. Los resultados indican que se produjo un efecto sobre la presencia de larvas en las excretas, siendo los valores encontrados de 10.52, 4.56, 1.76 y 1.14 gramos de larvas por kilogramo de excreta y de 11, 6, 1 y 2 unidades de masas de huevos encontradas, para los niveles de 0, 1, 5, y 10 por ciento de cultivo de microorganismos benéficos, respectivamente. Los resultados de los parámetros físico-químicos no presentaron mayores diferencias entre sí y el control, indicando que no constituyeron factores limitantes para el desarrollo de moscas en este ensayo. El tratamiento con 10 por ciento de MOB's alcanzó el mayor valor en el control de la carga de Coliformes totales y fecales, como también en la presencia de *Lactobacillus* sp., en las camas durante la tercera etapa del experimento.

Palabras clave: Microorganismos benéficos, Microorganismos efectivos, Control de moscas, Señales de oviposición, Control microbiológico.

ABSTRACT

The experimental phase of this work took place at the stable of the Experimental Unit of the Faculty of Animal Science of the Universidad Nacional Agraria La Molina. The objective was establishing an excreta's management to significantly reduce the flies' population that lay eggs on it. This objective will be accomplished based on the quantity of larvae existed on the excreta, the physic-chemical condition (temperature, pH and electrical conductivity of excreta) generated after the application of the culture of beneficial microorganisms and establishing the appropriate concentration of this culture, that controls the larvae growth. In that sense, there have been established three treatments and one control (0, 1, 5 and 10 percent of culture of beneficial microorganisms), which were applied at intervals of 48 hours and a inoculum of five percent on foods and point five percent in the drink water, applied everyday. The experiment was divided in three phases, the first in which the animals were creating the conditions, the second, without animals and third, in which the unexplored parts of the beds during the counting of larvae were stacked. The results indicate that there was an effect on the presence of larvae in excreta, the values found were 10.52, 4.56, 1.76 and 1.14 grams of larvae per kilogram of excreta and 11, 6, 1 and 2 units of egg masses found the day of observation, where were used levels 0, 1, 5, and 10 percent of culture of beneficial microorganisms, respectively. While the results of physical and chemical parameters showed no major differences between the treatment and control, during the period evaluated, indicating that not constitute limiting factors for the development of flies in this study. Treatment with 10 percent MOB's reached the highest value in the control of total and faecal Coliform, and also in the presence of *Lactobacillus* sp., in the beds during the third stage of the experiment.

Key words: Beneficial microorganisms, Effective microorganisms, Houseflies control, Oviposition cues, Microbiological control.

III. INTRODUCCIÓN

Datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), señalan que para el año 2012 se había censado 2'260,973 productores agropecuarios distribuidos en 63.9 por ciento en la Sierra, 20.3 por ciento en la Selva y 15.8 por ciento en la Costa, existiendo una población bovina oficial nacional de 5'156,000 cabezas (INEI, 2012).

Asociada a la actividad pecuaria, muchas veces se puede hallar limitaciones en el manejo de las excretas, que mimetizan con el entorno su potencial de generar riesgos a la salud humana y sanidad animal, al estar ligada a éstas de manera constante, una gran variedad de insectos en cualquier lugar donde se dé la explotación ganadera, ya que los insectos están distribuidos en todo el mundo vinculados a animales y plantas (Apablaza, 1995).

Se sabe que la mosca común (*Musca domestica*) busca toda clase de estiércol para ovipositar. Esto se debe a que las excretas de los corrales ofrecen las condiciones apropiadas para la proliferación de poblaciones de dípteros, entre estos está la mosca común (*Musca domestica*) que deposita alrededor de 2,000 huevos sobre ellas, durante todo su ciclo vital que dura entre seis y ocho semanas (Gállego, 2006; Bowman, 2011).

Mehlhorn y Piekorski (1993), señalaron que los adultos de algunas especies de la familia *Muscidae* poseen aparatos bucales chupadores o picadores para alimentarse del detritus o de sangre respectivamente, siendo ambos grupos importantes transmisores mecánicos de virus, bacterias y protozoos. Como consecuencia de alimentarse de la sangre del ganado, Jurgenson (2006), afirmó que éste no aumentaría de peso y que incluso en otras situaciones los animales perderían peso.

Acerca de la mosca del establo (*Stomoxys calcitrans*), Mehlhorn y Piekorski, (1993) afirman que tanto los machos como las hembras son hematófagos y que los adultos tienen una especial relevancia como vectores además de ser muy molestos. Gállego (2006), resalta que el término *calcitrans* alude a lo obstinado o reincidente que es este insecto para realizar sus picaduras.

El riesgo sanitario y la importancia económica que implica la presencia descontrolada de estas poblaciones, radica en el daño causado por las picaduras *per se*, la transmisión de patógenos, el efecto patológico de la pérdida de sangre y las toxinas de la saliva del huésped (Quiroz, 1984). Además que, algunas larvas de moscas son parásitos internos de vertebrados, produciendo una condición llamada miasis (Cabezas, 1996).

Pérez (1976), señaló que cierto número de dípteros ciclorrafos en su estadio larvario actúan como endoparásitos de los vertebrados, siendo parásitos tisulares o penetrando un poco más en el cuerpo, algunas veces actúan como parásitos entéricos pudiendo tener movilidad a través de las vísceras del hospedador.

En Colombia, se realizó una estimación acerca del impacto económico que generan las moscas comunes sobre la actividad ganadera señalando que las pérdidas llegarían a los 100 millones de dólares anuales, representados en una menor productividad de carne, leche y sus derivados, huevos, muerte de animales y costos de control, creyendo aún que esta cifra podría ser superior (ICA *et al.*, 2007).

El objetivo del presente trabajo fue el de proponer un manejo de excretas de vacuno que reduzca significativamente las poblaciones de moscas que ovipositan en ellas para cumplir su ciclo biológico, basado en la evaluación del efecto que produce la aplicación de un consorcio de microorganismos benéficos. A través de la determinación de la cantidad de larvas presentes en las excretas y de la evaluación de los parámetros físicos, químicos y biológicos de las mismas. Además, de determinar una concentración de la solución de microorganismos benéficos capaz de producir el efecto deseado.

Ya que siempre ha constituido un impacto económico positivo, el brindar bienestar y comodidad a los animales para asegurar una mayor productividad (Wilson y Pond, 2000). Además de mejorar la calidad de vida de aquellas personas involucradas directamente en la explotación pecuaria, que día a día están sometidas a riesgos a la salud y al estrés que estos insectos generan.

IV. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1. GENERALIDADES DE LAS EXCRETAS DE VACUNO

Las excretas son los desechos de la digestión y metabolismo de los alimentos, provenientes de los sistemas digestivo y urinario respectivamente del ganado vacuno. Barder y Ponz (1991), señalan que las heces se van almacenando debido a los movimientos en masa en la porción final del colon. Cuando estos movimientos requieren algún esfuerzo para lograr el tránsito de las heces, aparece el deseo de defecar, junto a una sensación típica.

Sus características en tanto a composición y cantidades generadas están influenciadas por el tipo de ganado, la alimentación, condiciones ambientales, duración y condiciones de almacenamiento (Marañón *et al.*, 1998).

1.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA

En vacunos las excretas frescas suelen ser de una consistencia pastosa y estable, a medida que pasa el tiempo y pierde humedad se tornan fibrosas (pajosas). Con relación al contenido de nutrientes, se ha señalado que las heces presentan un mayor carácter proteínico que energético (Smith y Wheeler, 1979, citado por Castro, 2002).

Esto se debe al mayor contenido de compuestos nitrogenados, por ejemplo un bovino lechero bajo un sistema tecnificado consume 163.7 kg por año de nitrógeno, retiene 34.1 kg por año y excreta 129.6 kg por año (Wit *et al.*, 1997, citado por Pinos *et al.*, 2012).

En la siguiente Tabla se describen los resultados de diferentes autores citados por Olascoaga (2007), en relación a la proporción de nutrientes contenidos en las excretas:

Tabla 01: Composición nutricional de la excreta de vacuno seca y fresca.

Nutriente	Excreta Seca %	Excreta Fresca %
Materia seca	95.00	15.70 – 20.00
Proteína cruda	16.00 – 20.00	17.00 – 21.50
Fibra cruda	20.00 – 37.00	22.70 – 38.00
N.D.T.	46.00 – 48.00	45.00
Calcio	0.40 – 0.90	0.40 – 1.30
Fósforo	0.60 – 1.60	0.70 – 0.78
Potasio	0.50	0.35 – 0.6**
Magnesio	0.40	0.11*
Cenizas	11.00	1.60 – 9.00
Extracto etéreo	2.8***	7.4

FUENTE: Bhattacharya y Taylor (1975); Schake *et al.* (1977); Müller (1984), citados por Olascoaga (2007).

(*): Farm Chemicals Handbook (1991), citado por Sierra y Rojas (2010).

(**): Kemppainen (1989).

(***): Lucas *et al.* (1975), citado por Casillas (1994).

Las diferentes características químicas de los estiércoles, están en función del tipo de animal, de su alimentación, del estado de descomposición y de las condiciones de almacenamiento. Este aporte de material orgánico al suelo se produce de manera gradual, liberando nutrientes como N, P, Mg, S y elementos menores, mediante la mineralización posterior a la humificación. Estos hechos enriquecen la nutrición vegetal debido a los efectos indirectos sobre las reacciones de óxido – reducción (Fe - Mn), especialmente sobre la quelación (Alaluna, 2000). En la Tabla 02 se puede apreciar el contenido mineral esperado del estiércol fresco de vacuno.

Tabla 02: Composición porcentual de nutrientes presentes en el estiércol fresco de vacuno.

N₂	0.53	P₂O₅	0.29
K₂O	0.48	Ca	0.29
Mg	0.11	Cu	0.00079
Mn	0.003	Zn	0.0016
Cl₂	0.03	S	0.036
B	0.016	Mat. Org.	16.74
Hd	81.33	Ceniza	2.06

FUENTE: Farm Chemicals Handbook (1991), citado por Sierra y Rojas (2010).

Otra característica importante es la carga bacteriana de las excretas, determinada por la microbiota ruminal, conformada en su mayoría por bacterias y protozoarios con actividades funcionales similares pero con algunas diferencias notables y en menor cantidad y menor conocimiento de su actividad, podemos encontrar hongos y levaduras (Mora, 2007).

1.2. MICROFAUNA DE LAS EXCRETAS

El rumen brinda condiciones estables para el desarrollo de protozoos y bacterias, en estado de anaerobiosis con una temperatura entre 30 y 40 °C y un pH de 5.5 a 7.0, permitiendo el desarrollo de comunidades muy densas de microorganismos ($10^9 - 10^{10}$ UFC por ml), las cuales transforman la celulosa, el almidón y otros en dióxido de carbono, hidrógeno gaseoso, metano, ácido acético, propiónico y butírico (Atlas y Bartha, 2008).

Alrededor de un cuatro por ciento del volumen total del líquido ruminal (Lr) es contenido microbiano, del cual el 50 por ciento son bacterias en su mayoría anaerobias facultativas no esporulativas encontrándose en una densidad de 1×10^{10} a 1×10^{11} UFC por ml de Lr, reconociéndose unas 250 especies (Grudsky y Arias, 1983). En la Tabla 03 se observa algunos de los microorganismos presentes en el rumen, el sustrato de donde obtienen su energía y los productos de la oxidación de los mismos.

Tabla 03: Productos de fermentación y fuentes de energía de algunas bacterias del rumen.

Organismo	Fuentes de Energía *	Productos Finales de la Fermentación⁺
<i>Bacteroides succionogenes</i>	C, A, G.	Ac, S.
<i>Bacteroides amylophilus</i>	A.	Ac, S, F.
<i>Bacteroides rumenicola</i>	A, X, G.	Ac, S, F.
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	C, X, G.	Ac, S, F, H.
<i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>	G.	Ac, S.
<i>Succinimonas amylolytica</i>	A, G.	S.
<i>Ruminococcus albus</i>	C, X, G.	Ac, F, H, E.
<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	C, A, X, G.	F, H, B.
<i>Eubacterium ruminantium</i>	X, G.	F, B, L.
<i>Selenomonas ruminantium</i>	A, G, L, Y.	Ac, P, L.
<i>Veilloneta alcalescens</i>	L.	Ac, P, H.
<i>Streptococcus bovis</i>	A, G.	L.
<i>Lactobacillus vitulinus</i>	G.	L.
<i>Methanobacterium ruminantium</i>	H ₂ + CO ₂ , F.	M.
<p>(*) Fuentes de energía: C = celulosa; A = almidón; X = xilano; G = glucosa; L = lactato; Y = glicerol; F = formiato.</p> <p>(+) Productos de la fermentación: Ac = acetato; S = succinato; F = formiato; H = hidrógeno; E = etanol; B = butirato; P = propionato; L = lactato; M = metano, muchas también producen CO₂.</p>		

FUENTE: Wolin (1979), citado por Atlas y Bartha (2008).

1.3. CANTIDADES GENERADAS Y MANEJO TRADICIONAL

Se sabe que un bovino adulto defeca de 10 a 15 veces por día, en un área deyeitada que va de medio metro a un metro cuadrado diario, siendo la cantidad total de heces eliminadas, alrededor de 20 a 30 kg al día, pudiendo elevarse hasta 45 kg. En el otoño europeo, cuando la pastura es muy tierna, la cantidad de agua eliminada por heces puede alcanzar los 40 litros al día (Bavera y Peñafort, 2006).

Otros autores señalan que en sistemas de producción intensiva los bovinos excretan el cinco o seis por ciento de su peso vivo. Un animal joven de 400 kg de peso vivo excreta entre 20 y 25 kg al día, con un contenido de humedad que va de 80 a 85 por ciento (Susana y Gil, 2006, citado por Hernández, 2010). En la siguiente Tabla se puede apreciar las cantidades de excretas generadas según el estado de desarrollo del animal y la densidad de éstas, para poder tener un estimado de los volúmenes que puede generar un hato en un lapso de tiempo determinado.

Tabla 04: Cantidades de excretas generadas por animal en un año, según el estado de desarrollo del animal.

Fase productiva	Purín	Estiércol	Densidad del Estiércol
Deyectores	m³/cabeza/año	t/cabeza/año	t/m³
Vacuno de leche	14.6	18.25	0.8
Vacas nodrizas	9	12	0.8
Ternera de reposición	5.84	6.93	0.8
Cría de bovino (De 1 a 4 meses, en 3 ciclos/año/cabeza)	0.5	0.7	0.8
Engorde de terneros/as (1,2 ciclos/año/cabeza. Peso medio de 200 kg a los seis meses)	4.74	5.47	0.8

FUENTE: Adaptado de Saña y Soliva (2006).

Un programa de saneamiento inicia con la limpieza a fondo de los corrales eliminando mecánicamente el estiércol, desechos y materia orgánica en general que hace viable el desarrollo de microorganismos, debido a que estos desechos, les brindan nutrientes y protección ante los efectos de la temperatura, desecación y de los agentes químicos empleados en un proceso de desinfección (Kirkham, 1991).

En establos donde el estiércol se acumula dentro de los corrales, debido al diseño o la falta de estructuras y equipamiento para la remoción de las excretas, la limpieza se dará periódicamente de manera manual o con unidades mecanizadas, dependiendo de las cantidades de excretas acumuladas y del criterio de cada productor. Las excretas pueden ser trasladadas a estercoleros para su compostaje dentro de las instalaciones o pueden ser cargadas directamente en vehículos para ser dispuesta fuera de las instalaciones.

1.4. MICROCLIMAS EN UNA PILA DE ESTIÉRCOL

Se estima que la proporción de energía solar que impacta al suelo es de 144 cal por día en cm^2 , pero esta cantidad varía según la latitud, la época del año, etcétera. La energía calorífica recibida durante el día eleva la temperatura del suelo, evapora el agua, mientras que por la noche ocurre un efecto contrario. Produciéndose una oscilación diurna de temperatura que es característica de cada suelo (Llorente, 2002).

Por otro lado, las distintas temperaturas superficiales de los suelos están en función de propiedades como: (1) El color, donde los suelos más oscuros se calientan rápidamente, (2) El contenido en agua, debido al calor específico del agua que genera una mayor demanda de energía para elevar la temperatura del suelo húmedo, (3) La cubierta vegetal, se comporta como una pantalla que amortigua los cambios de temperatura. La conductividad térmica de los suelos varía según su grado de humedad y aireación, los horizontes húmicos de superficie cuando están bien aireados constituyen una pantalla protectora que se opone tanto a la difusión del vapor (Llorente, 2002).

Según West (1951) citado por Peralta (1998), determinó hasta cinco diferentes zonas con temperaturas distintivas, dentro de la pila de estiércol en condiciones de un clima templado frío, que van de la parte externa de la pila hacia el centro inferior, como se menciona a continuación:

- **Zona Superficial:** por lo general esta zona no otorga las condiciones de humedad ni de temperatura adecuadas para la existencia de larvas, por lo que resulta ser muy

fría y en climas cálidos, muy caliente. Es la zona más externa que cubre toda la pila.

- **Zona de Crianza:** la humedad y la temperatura se encuentran en un punto óptimo para el desarrollo larvario. Presenta una alta presencia de larvas. Está entre la zona superficial y la caliente, cubriendo a esta última en su totalidad.
- **Zona Caliente:** zona de intensa actividad microbiana y temperaturas elevadas que hace que sea desfavorable para la viabilidad del desarrollo larvario, resultando ser el factor limitante a pesar de tener la humedad adecuada. Se ubica en el núcleo de la pila, debajo de la zona de crianza y sobre la zona fría.
- **Zona Fría:** puede encontrarse algunas larvas. Ubicada en un área mucho menor a la base total de la pila y debajo de la zona caliente.
- **Zona Helada:** puede encontrarse pupas pero no larvas. Ubicada debajo de la zona fría y el suelo, al ser la base de la pila presenta mayor área superficial, pero pocos centímetros de altura.

1.5. EFECTOS DEL ESTIÉRCOL SOBRE EL SUELO

En la siguiente Tabla se presentan algunas características físicas y químicas de las excretas de bovino y como se había mencionado, éstas están en función de variables como el estado fisiológico del animal, edad, tipo de alimentación, condiciones de almacenamiento entre otras.

Tabla 05: Características físicas y químicas de las excretas bovinas frescas.

	Vacuno
% Humedad	53 - 80
pH	8.4 – 9.0
C.E. (dSm⁻¹)	3.5 – 6.0
% Materia Orgánica *	58.0 – 78.0

(*): Resultado obtenido de una muestra seca.

FUENTE: Adaptado de Saña y Soliva (2006).

Se puede apreciar de la Tabla 05, que las excretas de bovino tienen un pH alcalino, esta característica ha sido reportada por otros autores, al evaluar la incorporación de excretas al suelo y observar un incremento en los valores de pH del mismo, debido a la propia alcalinidad de las excretas, ya que el pH del estiércol de bovino fresco es altamente alcalino mientras que uno maduro, entre dos y cinco meses, oscila entre 7.0 y 8.0 (Luévano y Velásquez, 2001, citados por Sánchez, 2009).

Otros autores señalan que la incorporación de materia orgánica y estiércol específicamente, incrementan el pH del suelo alcalinizándolo, en función del contenido químico del estiércol, debido a la presencia de bases cambiables, principalmente el calcio y magnesio, además del efecto que genera el contenido de carbono orgánico, que actúa como regulador del hidrógeno al inactivarlo (Omalico, 1984; Pikull y Allmaras, 1986; Tester, 1990 y Lungo *et al.*, 1993, citados por Jiménez, Larreal y Noguera, 2004).

Ya en el suelo, los distintos constituyentes de las excretas experimentarán diversos procesos degradativos, provocando fluctuación en el valor del pH, por ejemplo para explicar descensos en el valor del pH, Alegre (1977), indicó que el ácido carbónico producto de la descomposición de la materia orgánica es el más sencillo y el más frecuentemente encontrado en la acidez del suelo; Gamarra (1990), señaló que la descomposición de materia orgánica genera ácidos orgánicos e inorgánicos que acidifican el medio. Así también y de manera más precisa se señala que, la liberación de ácidos orgánicos producto de la descomposición de azúcares simples y aminoácidos por bacterias y hongos, provocará un valor de pH bajo (Barrena, 2006, citado por Pozo, 2008).

Estas fluctuaciones del valor del pH han sido observadas y descritas durante el proceso de compostaje, donde la materia orgánica se va estabilizando a través del tiempo. Ocurriendo que, el pH al inicio desciende debido a la degradación de ácidos grasos de cadena corta, en las primeras 12 a 24 horas (etapa mesofílica). Posteriormente en la primera fase de la etapa termofílica (50 a 60 horas), el pH aumenta debido a la presencia del ion amonio producto de la degradación de la materia orgánica, para luego descender nuevamente en la segunda fase de esta etapa debido a la pérdida amoniacal, para estabilizarse e iniciar la tercera fase de la etapa termofílica que puede durar unos 15 días aproximadamente. Esta estabilidad del pH continúa en la tercera etapa del proceso de compostaje, llamada de maduración (Climent *et al.*, 1996, citado por Sarmiento, 1999).

Así también, las excretas frescas poseen valores altos de conductividad eléctrica (CE), como se muestra en la Tabla 05 y se espera que este valor aumente a través del tiempo ya que se ha reportado en evaluaciones sobre el efecto del estiércol al aplicarse como abono en plantaciones de tomate, que los valores de conductividad eléctrica se incrementan al doble con distintos niveles del mismo (40, 80, 120 y 160 t/ha), llegando a sobrepasar los límites de conductividad eléctrica para un suelo normal, con rangos mayores a 4 dS m⁻¹ en el caso de los dos últimos niveles de estiércol evaluados (Salazar-Sosa *et al.*, 2004).

Resultados similares fueron reportados en otro estudio, donde también se evaluó el efecto del estiércol sobre la conductividad eléctrica de un suelo agrícola, a través del tiempo, teniendo como valores iniciales de CE los que se detallan a continuación en la Tabla 06.

Tabla 06: Conductividad eléctrica inicial previa a la aplicación de estiércol bovino, en distintos estratos de un suelo agrícola.

PROFUNDIDAD (cm)	C.E. (dSm⁻¹)
0 – 15	1.36
15 -30	1.33
30 -60	1.20
60 – 90	3.16
90 – 120	3.93

FUENTE: Salazar *et al.*, (2003).

El periodo de evaluación fue de cuatro años, reportándose al final de éste, los siguientes resultados como se muestran en la Tabla 07. Donde se evaluó la conductividad eléctrica en los dos primeros estratos medidos inicialmente en función de la cantidad de estiércol aplicado en cada tratamiento.

Tabla 07: Conductividad eléctrica registrada al cuarto año de aplicación de estiércol, según tipo de tratamiento.

TRATAMIENTO (T.ha ⁻¹)	C.E. (dSm ⁻¹)	
	0 – 15 cm	15 – 30 cm
0	1.91	1.47
40	3.77	3.09
80	6.20	3.26
120	6.22	5.48
160	6.38	3.95
Fertilizante químico	1.47	1.62

FUENTE: Salazar *et al.*, (2003).

Como se puede apreciar, los resultados de la Tabla 07 expresan un incremento en la conductividad eléctrica del suelo después de haber recibido estiércol de vacuno durante un periodo de cuatro años, en todas las cantidades aplicadas en comparación con el control.

En otra investigación que duró diez años, se observó el máximo valor de la conductividad eléctrica al quinto año de aplicación de un tratamiento de 160 toneladas de estiércol por hectárea, elevando la conductividad eléctrica de menos de 2 dSm⁻¹ a 8 dSm⁻¹, debido a la mineralización del estiércol que libera altas cantidades de cationes y aniones al suelo salinizándolo (Trejo *et al.*, 2013).

Durante el proceso de compostaje, también se puede apreciar un incremento en los valores de la conductividad eléctrica, el cual estaría ligado a la liberación de sales al degradarse la población microbiana (Pozo, 2008). Teniendo como factor limitante al incremento de la conductividad eléctrica, a la humedad, ya que el exceso de agua provoca una alta difusión de sales y nutrientes, haciendo que descienda el valor de dicho parámetro (Laos, 2003, citado por Pozo, 2008).

Por otra parte, a partir de un estudio sobre los patrones de descomposición de estiércol bovino aplicado a un suelo de cultivo, se concluyó en términos de actividad de la biomasa

microbiana, que los suelos que recibieron estiércol presentaron las mayores tasas de respiración y mayor cantidad de carbono en biomasa, lo que indica que promueven una mayor actividad de la microflora del suelo (Pino *et al.*, 2008).

2. GENERALIDADES DE LAS MOSCAS

Son insectos del orden díptero, reciben este nombre debido a que tienen un par de alas membranosas funcionales y un par de alas traseras reducidas a halterios que sirven como balancines durante el vuelo.

2.1. ESPECIES IMPORTANTES

Algunas de las especies de mayor importancia económica en la explotación pecuaria son la mosca común o doméstica (*Musca domestica*), la mosca de los establos (*Stomoxys calcitrans*), la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*), la mosca Tsé Tsé (*Glossina spp.*) y en menor importancia figuran las especies *Fannia spp.*, y *Muscina spp.*, (Coto, 1998).

Los animales estabulados suelen ser afectados en mayor medida por la mosca doméstica (*Musca domestica*), mosca doméstica menor (*Fannia cunicularis*) y la mosca de los establos (*Stomoxys calcitrans*) mientras que los animales criados en sistemas extensivos son afectados predominantemente por la mosca de la cara (*Musca autumnalis*) y la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) (Díaz *et al.*, 2011).

A continuación, se muestra en la Tabla 08 algunas diferencias y similitudes de las estructuras bucales entre especies chupadoras y picadoras.

Tabla 08: Características de las piezas bucales del orden Díptera.

Estructura bucal	Muscamorpha Picadores	Muscamorpha Lamedores
Labro	Estilete	Delgado
Mandíbulas	Ausentes	Ausentes
Maxilas	Parte del rostrum	Parte del rostrum
Palpos maxilares	Presentes	Presentes
Labium	Alargado picador	Largo con 2 lóbulos laterales
Palpos labiales	Ausentes	Ausentes

Hipofaringe	Estilete	Delgado
Epifaringe	Ausente	Ausente
Conducto salival	En la hipofaringe	En la hipofaringe
Canal alimenticio	Debajo del labro	Debajo del labro
Número de estiletes	3	3
Función del aparato	Picador	Lamedor
Nombre común del aparato bucal	Picador-chupador	Lamedor-chupador

FUENTE: Cabezas (1996).

Algunos dípteros chupadores provocan una condición clínica dérmica subnormal conocida como miasis, donde las larvas se desarrollan en la piel del animal alimentándose de exudados y secreciones, como por ejemplo; *Dermatobia hominis* ocasiona miasis forunculosa, *Cochliomyia hominivorax* y *Cochliomyia macellaia* ocasionan la miasis cutánea o úlceras (ICA *et al.*, 2007).

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Los dípteros se subdividen en tres sub-ordenes, que son; *Cyclorrhapha* que son las moscas propiamente dichas, *Brachycera* los llamados tábanos y *Nematocera* con ejemplares como los mosquitos, jejenes y otros (ICA *et al.*, 2007).

En la figura 01 se muestra la clasificación que recibe la mosca doméstica.



Figura 01: Taxonomía de la mosca común y de la mosca de los establos.

En la actualidad se han clasificado unas 120,000 especies de dípteros, y se cree que pudiera haber cerca de un millón de especies vivas, siendo los géneros de las de la familia *Muscidae*, los que más se relacionan con el hombre (Alfáu, 2012).

2.3. CICLO BIOLÓGICO

Son todos los estados de desarrollo físico de la mosca durante su vida. Es decir, una mosca adulta pone sus huevos en el sustrato, para que estos se desarrollen en larvas ápodas hasta alcanzar el estadio de pupas, donde completará su desarrollo para luego emerger en forma adulta, completando el ciclo.

La hembra normalmente solo copula una vez durante su ciclo vital, y tras tres a cuatro días está lista para poner lo huevos a través de un ovipositor segmentado que se extiende y retrae. Para esto, escoge el lugar adecuado usando unas estructuras sensoriales (Alfáu, 2012).

Sobre la reproducción se sabe que, cuando la hembra está apta para la cópula atrae al macho con una feromona sexual volátil, con esto el macho la captura durante el vuelo pero es en el suelo firme donde se da la inseminación, como se muestra en la Figura 02.



Figura 02: Cópula de *Musca domestica*, en suelo firme.

2.3.1. MOSCA COMÚN (*Musca domestica*)

El ciclo biológico es muy rápido en épocas cálidas del año, una vez fecundadas las hembras comienzan su oviposición a las pocas horas de haber iniciado su actividad, procurando para esto todo tipo de estiércoles (Gállego, 2006).

Las hembras ponen cerca de 150 huevos en cada oviposición sobre las heces frescas de los animales y el hombre, alcanzando a poner alrededor de 1,000 huevos en todo su ciclo vital (Marquéz, 2003).

Los huevos están cubiertos de un corion fuerte, de una membrana vitelina interior y de una delgada capa citoplasmática que separa la vitelina de la yema (Cantwell *et al.*, 1976).

Cada huevo mide alrededor de un milímetro y la capa externa o corion es de un color blanco perlado, con una fina superficie pulida, la cual colapsa al momento de que la larva emerge (Hewitt, 2011).

En la Figura 03, se puede apreciar una zona de oviposición y algunas de las características de los huevos de mosca descritas.



Figura 03: Zona de oviposición de *Musca domestica*.

Las larvas se desarrollan completamente entre tres y ocho días para luego pasar al estadio de pupa, el cual tiene un rango de duración dependiendo de la temperatura del medio, entre 03 y 26 días hasta el estado adulto (Marquéz, 2003).

Otros autores indican que el desarrollo larvario varía entre una y dos semanas, periodo en el cual las larvas se alimentan de bacterias (Floate *et al.*, 2013). A continuación en la siguiente Figura se aprecia a las larvas de mosca doméstica de tercer estadio.



Figura 04: Larvas del tercer estadio de *Musca domestica*.

Poseen crestas faríngeas porosas en su esqueleto cefalofaríngeo, las cuales usan para filtrar partículas esenciales de alimento y bacterias del sustrato líquido (Dowding, 1967 y Moon, 2002, citados por Ahktar, 2008).

La larva de *Musca domestica*, presenta un integumento o pared corporal común a la de otros insectos, la cual consiste de una cutícula acelular externa y de una sola capa epitelial interna, que yace en una membrana basal. La cutícula está cubierta por la epicutícula (<1 micra de espesor), posee una estructura estratificada que varía en espesor y va desde cinco micras en las primeras 36 horas del estadio larval, a 25 micras en 60 horas, hasta las 40 micras en el tercer estadio larval (Cantwell *et al.*, 1976).

En larvas adultas, los cuerpos grasos le proporcionan la apariencia cremosa oscureciendo la visibilidad de los órganos internos. La cutícula está formada por una delgada capa externa de quitina que yace sobre una capa de células hipodérmicas estrelladas, las cuales están bien enervadas (Hewitt, 2011).

Ya en el estadio de pupa, el integumento recién formado es de siete micras de espesor, mucho más delgado que el del último estadio larval (Cantwell *et al.*, 1976), a pesar de que se formó a partir de este último, el cual cambia del color crema a un marrón oscuro en una pocas horas (Hewitt, 2011).

Este periodo puede durar entre una o dos semanas (Floate *et al.*, 2013). En la Figura 05 se aprecia la imagen de las pupas de mosca doméstica.



Figura 05: Pupas de *Musca domestica*, en diferentes momentos de desarrollo.

2.3.2. MOSCA DEL ESTABLO (*Stomoxys calcitrans*)

Presenta un ciclo típico de los Muscoideos, comenzando con la hembra ovipositando grupos de 25 a 50 huevos en la materia orgánica en descomposición (paja y heces), estos huevos madurarán a las 24 horas, para seguir tres estados larvarios con duraciones de 23

horas, 27 horas y siete días aproximadamente (Parr, 1982; Scholl y Petersen, 1985; Lancaster y Meinsh, 1986, citado por García y Giardina, 1990).

El estadio pupal se desarrollará en el suelo y durará alrededor de cinco días siendo la longevidad relativa, dependiendo de las condiciones ambientales y la disponibilidad de hospederos, en el mejor de los casos es de 30 días (Howard y James, 1979, citado por García y Giardina, 1990).

En todo caso, la duración del ciclo estará en función de las condiciones de temperatura, humedad y disponibilidad de nutrientes, por ejemplo otro autor señala (Newstead, 1906, citado por Richards y Davies, 1984), que son necesarias dos condiciones importantes; (1) la ausencia de luz y (2) abundante humedad.

Y que, los lotes de postura van de 60 a 70 huevos siendo 600 el número máximo puesto por una sola hembra (durante 65 días). Con temperaturas diurnas y nocturnas de 22 °C y 18.3 °C respectivamente la larva eclosiona en dos a tres días, alcanzando hasta 12 mm de longitud (Richards y Davies, 1984).

2.4. ECO-FISIOLOGÍA

Los insectos son capaces de aprovechar con eficiencia las condiciones favorables de su entorno para desarrollarse, y en estados noveles dependen exclusivamente de las condiciones del medio que los mantiene, para subsistir.

Por ejemplo, al no poseer un mecanismo termorregulador interno, tendrán una temperatura corporal cercana a la del medio que los mantiene, influenciando ésta, directamente su tasa de natalidad, desarrollo y grado de actividad (Apablaza, 1995).

Las moscas domésticas presentan un comportamiento diurno, su actividad se ve favorecida por altas temperaturas y baja humedad, pero son más activas en la sombra que bajo la luz del sol (Russell *et al.*, 2013).

En la Tabla 09, se pueden apreciar algunas características del desarrollo larvario de la mosca doméstica.

Tabla 09: Características del estadio larvario de la *Musca domestica*.

Estado Larvario	Duración	Longitud	Distribución Espiracular	Descripción de la Característica
Primera Intermuda	24 - 36 h. 25 - 35 °C.	2 mm	Metapnéustica	Cada espiráculo posterior se abre por un par de aberturas pequeñas, oblicuas, en rendija.
Segunda Intermuda	24 h. 25 – 35 °C	-	Anfipnéustica	Espiráculos posteriores mayores.
Tercera Intermuda	3 - 4 días. 35 °C.	12 mm	Anfipnéustica	Los espiráculos anteriores tienen de 6 a 8 procesos y cada espiráculo posterior es un anillo en forma de “D” que rodea tres hendiduras sinuosas.

FUENTE: Richards y Davies (1984).

2.4.1. COMPORTAMIENTO Y DESARROLLO DE LAS LARVAS

La larva de la mosca común (*Musca domestica*) vive en las zonas profundas del estiércol alejándose de la luz, alimentándose de líquidos provenientes de la materia orgánica en descomposición. Durante los primeros estadios éstas presentan un fototropismo negativo a medida que alcanzan el tercer estadio y se acerca el momento de pupar se movilizan hacia la superficie, buscando la luz y lugares secos. Por debajo de los 10 °C la pupación no ocurre, siendo el rango óptimo de 30 a 37 °C pudiendo alcanzar una temperatura de supervivencia de 46 °C (Novartis, 2011, citado por Pérez, 2011).

Varios reportes sugieren que bacterias no patogénicas podrían servir como fuente nutricional primaria (Silverman y Silverman 1953; Levinson, 1960 y Watson *et al.*, 1993, citados por Akhtar, 2008), mientras que los cultivos puros de patógenos (*Serratia marcescens*) resultan perjudiciales para el desarrollo larvario (Zurek *et al.*, 2000, citado por Akhtar, 2008).

2.4.2. EFECTO DE LA TEMPERATURA

La temperatura puede ejercer un efecto profundo en varios procesos metabólicos mediante su influencia sobre los sistemas de control nervioso y humoral. Se ha observado, que a exposiciones relativamente cortas de alrededor de una hora, la temperatura crítica superior fluctúa en el rango de 40 a 45 °C, siendo más resistentes, por norma, las especies tropicales que la de zonas templadas (Bursell, 1974). En la Tabla 10 se puede apreciar los rangos de temperaturas críticas para los insectos:

Tabla 10: Puntos térmicos importantes para la mayoría de insectos.

Punto Térmico Superior de muerte	Temperatura máxima que pueden soportar los insectos, sobre ella estos mueren.	38 – 52 °C
Temperatura máxima efectiva	Por sobre la cual la mayoría de los insectos entra en letargo.	38 – 42 °C
Temperatura óptima	En la cual este factor ejerce el mínimo de resistencia o deja de ser limitante.	Alrededor de los 26 °C
Temperatura mínima efectiva o mínima de iniciación	Mínima necesaria para que se activen los procesos vitales del insecto.	12 – 15 °C
Punto térmico inferior de muerte	Temperatura mínima que pueden soportar los insectos.	0 °C

FUENTE: Zapata (1986).

Para el caso de la mosca común (*Musca domestica*) se ha observado que las primeras larvas eclosionan a las 24 horas de la oviposición y en un rango de temperatura óptima de 23 a 30 °C, se habrán transformado en larvas maduras o de tercer estadio (Gállego, 2006).

Por lo general esta especie de mosca es capaz de soportar temperaturas que van de 5 a 45 °C (Escolástico *et al.*, 2013).

2.4.3. EFECTO DE LA HUMEDAD

Las condiciones de humedad pueden influir directamente en el desarrollo físico de los insectos, se conoce que la mosca de la carne, acorta la duración del desarrollo embrionario progresivamente a medida que la humedad relativa aumenta de 60 a 80 por ciento (Bursell, 1974).

La humedad resulta otro factor importante para los insectos aunque no tan crítico como la temperatura. El efecto combinado de las condiciones de humedad y temperatura, sobre los insectos puede ser más severo aún que de manera independiente, evidenciándose una acción sinérgica o potencializadora, entre estos componentes del clima (Zapata, 1986).

2.4.4. SEÑALES DE OVIPOSICIÓN

Se sabe que, las moscas pueden utilizar señales visuales (Campbell y Kettel, 1976, citados por Lam, 2010) y táctiles (Bay y Pitts, 1977, citados por Lam, 2010), para orientar y localizar bostas adecuadas. Y que, las moscas domésticas utilizan los componentes de feromonas como el (Z)-9-Tricoseno y Tricosano para atraer congéneres, específicamente hembras grávidas (Jiang *et al.*, 2002, citados por Lam, 2010). Esto para estimular la oviposición agregada o en masa, como estrategia para lograr la supervivencia de los huevos (Lam, 2010).

Además se reportado que la moscas común (*Musca domestica*) prefiere dejar sus huevos junto a los huevos recién puestos por otras moscas, esto es, huevos con cero horas de edad en comparación con los menores valores de oviposición en masa reportados en huevos con ocho horas de edad y para el caso de huevos con 24 horas de edad, la oviposición en masa es casi nula (Lam 2010).

Estos resultados indican que las señales de oviposición de los huevos pasan de exhibir un efecto atrayente en las primeras horas de vida, a presentar un efecto inhibitor con el transcurso de las horas. Estos cambios en las señales de oviposición están ligados a la presencia de determinado grupo de microorganismos capaces de producir semioquímicos (Lam, 2010).

3. DE LOS RIESGOS SANITARIOS E IMPLICANCIAS ECONÓMICAS

3.1. ASOCIADOS A LAS EXCRETAS

Muchos de los patógenos presentes en el estiércol pueden sobrevivir en él, bajo condiciones ambientales (10 a 25 °C) y se ha demostrado que la escorrentía procedente de pilas de estiércol puede transportar patógeno de origen fecal hacia aguas superficiales o subterráneas (Peterson, 2000, citado por García 2011).

A continuación se muestra en la Tabla 11, una relación de diferentes especies de patógenos que actúan como agentes zoonóticos presentes en el estiércol vacuno.

Tabla 11: Estudios que reportan la transmisión de agentes zoonóticos presentes en el estiércol de vacuno.

Patógeno	Vehículo	Tipo de Estiércol o Purín	Referencia
<i>Listeria monocytogenes.</i>	Hortalizas	Oveja, ternera	Van Renterghem <i>et al.</i> , 1991; Guan y Holley, 2003.
	Agua contaminada	Vaca	Mulla <i>et al.</i> , 1999.
<i>Salmonella spp.</i>	Hortalizas	Vaca	Natvig <i>et al.</i> , 2002.
	Agua contaminada		Clegg <i>et al.</i> , 1983; Himathongkham <i>et al.</i> , 1999.
<i>Campylobacter spp.</i>	Hortalizas	Vaca	Chai <i>et al.</i> , 2009.
	Agua contaminada		Guan y Holley, 2003.
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Agua contaminada	Ternera	Rose, 1997.
<i>Escherichia coli</i> O157:H7, toxigénica	Hortalizas	Vaca	Solomon <i>et al.</i> , 2002
<i>Mycobacterium</i>	Agua	Ternera, oveja	Pickup <i>et al.</i> , 2005.

<i>avium subsp. paraturberculosis.</i>	contaminada		
--	-------------	--	--

FUENTE: García, (2011).

La importancia de estos patógenos radica en su incidencia y prevalencia dentro de las pilas de estiércol o estercoleros y de la capacidad de sobrevivir a condiciones menos favorables del entorno. En la siguiente Tabla se puede observar los riesgos a la salud que producen estos microorganismos entéricos:

Tabla 12: Patógenos del estiércol vacuno y la condición clínica que producen.

Patógeno	Riesgos sanitarios
<i>Listeria monocytogenes.</i>	En animales causa encefalitis, septicemia y abortos. En humanos presenta una mortalidad del 20 al 30 por ciento en grupos de riesgo.
<i>Salmonella spp.</i>	Infecciones gastrointestinales en humanos y animales, importante causa de morbilidad, mortalidad y pérdidas económicas en el mundo.
<i>Campylobacter spp.</i>	En humanos y animales produce infecciones gastrointestinales. En humanos es la primera causa de gastroenteritis bacteriana ligada a alimentos en países desarrollados.
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Infección diarreica severa en terneros y personas inmunodeprimidas.
<i>Mycobacterium avium subsp. paraturberculosis.</i>	En rumiantes produce inflamación crónica del intestino. Hay estudios que la asocian con la enfermedad de Chron en humanos.

FUENTE: García, (2011).

Además de los patógenos ligados al estiércol de los animales, también existen otro grupo de patógenos presentes de manera natural en el suelo que originan riesgos a la salud de los animales y entre éstos están los que se detallan en la siguiente Tabla.

Tabla 13: Patógenos del suelo y la condición sanitaria que generan.

Bacteria	Factor causante de:
<i>Bacillus anthracis</i>	Carbunco
<i>Clostridium perfringes</i>	Intoxicaciones alimentarias
<i>Clostridium tetani</i>	Tétanos
<i>Clostridium botulinum</i>	Botulismo
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Infecciones oportunistas en individuos inmunodeprimidos.

FUENTE: Ingrahan e Ingrahan (1998).

3.2. ASOCIADOS A LAS MOSCAS

La mosca común (*Musca doméstica*), se alimenta de secreciones conteniendo sacáridos disueltos y proteínas del medio, o de las secreciones de los ojos de los animales, de las fosas nasales y de la sangre proveniente de heridas hechas por otras especies de insectos.

Esta acción perturba al ganado incomodándolo, a tal punto que pueden interrumpir su alimentación, además de vehicular agentes patógenos como bacterias, quistes de protozoos, huevo de helmintos y otros organismos desde las heces a las zonas de secreción animal (Bowman, 2011).

En la Figura 06 se puede observar como las moscas recorren la superficie de un animal postrado.



Figura 06: Comportamiento de las moscas frente a los animales.

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) *et al.*, (2007), refieren que los insectos que afectan la actividad pecuaria, son los más difíciles de controlar. También señalan, que varios investigadores estiman que en promedio cada mosca transporta 1'250,000 bacterias en los pelos, 30 millones en sus intestinos y que algunas de éstas pueden ingerir hasta 16 ml de sangre al día.

Desde el punto de vista de la salud pública, las moscas domésticas son probablemente, la plaga de insectos molestos y vectores mecánicos de patógenos, más importantes (Graczyk *et al.*, 2001, citados por Akhtar, 2008).

Márquez (2003), también indica que la real importancia sanitaria de esta mosca radica en la transmisión de enfermedades a humanos y animales al contaminar sus alimentos, debido a la exudación de vómito con patógenos provenientes de las superficies de las excretas (como se muestra en la Figura 07), heridas purulentas y depósitos de esputos, que estos insectos portan al absorber fluidos para alimentarse. Por ejemplo, esta diseminación mecánica de patógenos puede involucrar a quistes de *Entamoeba histolytica*, huevos y larvas de helmintos, bacterias causantes del cólera, shigelosis, salmonelosis, disentería, lepra, ántrax, tracoma, tuberculosis, y virus de la poliomielitis o hepatitis "A" (Cruz y Camargo, 2001).

Además de transmitir enfermedades oculares como el tracoma y la conjuntivitis epidémica, ya que en la mosca doméstica se ha encontrado activamente *Chlamydia thracomatis* infecciosa, que es la causante de la ceguera infantil en zonas endémicas (Forsey *et al.*, 1981; Emerson *et al.*, 2000 y Graczyk *et al.*, 2000, citados por Akhtar, 2008).



Figura 07: *Musca domestica*, regurgitando contenido estomacal.

Por otro lado, el problema que se asocia más claramente con estos insectos es la miasis, que es la parasitosis de las larvas de dípteros. Puede clasificarse en primaria o específica, secundaria o semi específica y accidental, siendo esta última la producida por la mosca común (Guimaraes *et al.*, 1983, citado por Casos, 1997). Y puede afectar el tejido cutáneo, subcutáneo, urogenital, oftálmico, nasofaríngeo e intestinal (Service, 2004).

La especie, *Stomoxys calcitrans* se haya comúnmente en sistemas de producción de carne, leche y caballerizas (Torres y Prieto, 1993). El principal problema radica, primero en la aptitud hematofágica que posee y el segundo, es la agresividad de su ataque que al realizar piquetes irritan fuertemente al ganado, generándole estrés, interfiriendo con su práctica de alimentarse, incrementando el gasto de energía para ahuyentarlas, afectando la producción.

El impacto económico de este insecto se calcula en 600 millones de dólares de pérdidas en producción de leche y carne en los Estados Unidos de Norte América (Byford *et al.*, 1992, citado por Manrique *et al.*, 2005).

4. METODOLOGÍAS PARA EL CONTROL DE MOSCAS

El control de la mosca doméstica está orientado a reducir las poblaciones de adultos y larvas, si bien estas medidas son específicas también sirven para controlar otras plagas siendo una regla fundamental la higiene, a través de un manejo adecuado de desperdicios y alimentos. En lugares donde prevalece la basura, excrementos de animales, residuos de cosecha y alimentos en descomposición es inevitable el uso de insecticidas los cuales deberán aplicarse en los focos de incubación y desarrollo de los huevos, en las áreas donde la mosca está presente y en los alrededores (Alfáu, 2012).

4.1. ESTRATEGIA CULTURAL

En áreas de producción animal, es común que se originen condiciones favorables para la incubación y desarrollo de diferentes dípteros perjudiciales producto de un inadecuado manejo del alimento del ganado, debido a la acumulación de excretas, zonas excesivamente húmedas en los alrededores, inadecuado manejo de la basura y animales muertos, lo que se puede traducir de manera general como falta de aseo, va a determinar que las poblaciones de dípteros proliferen críticamente (Vergara, 1996).

La estrategia cultural consiste en diferentes actividades orientadas a modificar las características de los componentes que originan las malas condiciones citadas en el párrafo anterior, a fin de lograr cambiar la aptitud favorable del entorno que viabiliza la proliferación de moscas, en resumen esta estrategia se orienta a mantener un ambiente desfavorable para el desarrollo de plagas, permitiendo que las especies beneficiosas puedan desarrollarse y sumarse al control de los insectos nocivos. Para esto, es necesario e importante implementar adecuadamente medidas de manejo de los focos de reproducción y desarrollo de las moscas como son las excretas, desechos de basura, desperdicios de alimentos y en general materia orgánica en descomposición que es en donde se hallan los estadios inmaduros de la mosca. El manejo del estiércol permitirá reducir las poblaciones de moscas ya que las larvas requieren del 70 a 80 por ciento de humedad para alimentarse y de la preferencia para la ovipostura de áreas húmedas. Frente a esto el compostaje resulta ser una buena forma de manejar el guano, además que va a permitir el desarrollo de insectos benéficos (Vergara, 1996).

La remoción del estiércol deberá ser de tal forma que mantenga la presencia de las poblaciones de entomofauna benéficas de manera constante y para lograr esto se debe ir limpiando las áreas de depósito de las excretas por partes, al mismo tiempo que se va introduciendo guano rico en insectos benéficos a las partes que ya se habían limpiado, procedente de la capa superior de la pila de compostaje. Con esta sencilla práctica se asegura un rápido desarrollo poblacional de dichos insectos, manteniendo un activo control sobre las moscas que buscan completar su ciclo biológico en las excretas (Vergara 1996).

Otro autor señala también, que mientras las moscas adultas son consideradas la etapa crítica de la infestación, el estadio larvario debería ser el objetivo principal de la supresión poblacional, debido a que el control de moscas depende de la gestión de la humedad de las excretas. La materia seca, o con un contenido de humedad menor igual al 50 por ciento no

es adecuado para la oviposición ni el desarrollo larvario de moscas, al mismo tiempo que propicia un hábitat favorable para predadores y parasitoides benéficos (Hinkle y Hickle, 2008).

4.2. ESTRATEGIA FÍSICA

Las plagas de insectos aprovechan muy bien las condiciones que el ser humano y sus actividades les brindan, tanto en lo referente a la alimentación como a las características físicas del entorno, que aprovechan para el éxito de su proliferación. La estrategia física considerara estos aspectos al detalle y se apoya en las características del medio físico para la captura y eliminación de moscas adultas, a través del conocimiento y análisis de la biología de la *Musca domestica*, (Vergara, 1996).

Es decir, involucra el uso de trampas aprovechando las características físicas de la explotación para potenciar el efecto controlador de cualquier otro método utilizado paralelamente, procurando integrar mecanismos de acción para maximizar el efecto supresor del desarrollo y proliferación de moscas, enfocándose en las moscas adultas. Existen varios diseños de trampas como la cilíndrica con un cono invertido, las trampas luz y las adherentes. El uso de trampas es complementario en el control poblacional de moscas y además sirve para identificar a los individuos capturados (ICA *et al.*, 2007).

Las trampas deben ubicarse en lugares estratégicos en función del conocimiento que se tenga de la conducta de las moscas y deben recibir mantenimiento cada ocho días, evitando que el cebo se solidifique removiéndolo cada dos o tres días. Los cebos deben ir en la parte inferior de la trampa y se puede usar en su elaboración harina de pescado, vinagre, plátano, leche, harina de trigo, ácido cítrico entre otros (Vergara, 1996).

La trampa de melaza, es un método ecológico, natural y no tóxico, el cual exhibe propiedades atrayentes y adherentes. En una evaluación de 10 combinaciones se demostró que la mejor relación melaza/agua fue de 65 a 35 por ciento, alcanzando el mayor número de moscas atrapadas por unidad de área (Díaz *et al.*, 2011).

4.3. ESTRATEGIA BIOLÓGICA

Se sabe que todas las especies vivas tienen de por sí enemigos naturales, los cuales deben ser considerados al momento de diseñar un plan de control de moscas, aprovechando esta interacción negativa natural como un soporte del control. Ya que en toda área donde se va acumulando las excretas se desarrollan poblaciones de artrópodos benéficos de manera

natural, como ácaros y coleópteros predadores de huevos y larvas jóvenes. Además de varias especies de microhimenópteros que depositan sus huevos dentro de las pupas de mosca, actuando como parasitoides de éstas (Zapater *et al.*, 1995, citado por Vergara, 1996).

La estrategia biológica consiste en la utilización de enemigos naturales tales como los predadores, que se alimentan de las moscas, o los patógenos entre estos virus y bacterias, que las infectan matando al 99 por ciento de su progenie, o los parasitoides que son organismos metazoarios, multicelulares y macroscópicos que cumplen su ciclo biológico a expensas de la mosca ocasionándoles la muerte, al ser parásitos imperfectos (Legner, 1981, citado por Casos, 1997).

Las larvas que habitan las profundidades del estiércol son predadas por las especies *Muscina* y *Ophyra* (*Muscidae*). Mientras que la mayor actividad de los parasitoides sucede al momento de que las larvas maduras emergen del estiércol para la pupación, siendo *Muscidifurax raptor*, *Spalangia nigraenia*, *S. cameroni* y *S. endius* los más difundidos en occidente atacando por igual a *Musca domestica*, *Stomoxys calcitrans* y *Fannia sp.*, (Ortiz, 1991).

Keidig (1986), presentó un listado de enemigos naturales entre predadores, parasitoides y patógenos, afirmando que en condiciones del trópico éstos pueden eliminar entre el 70 y 90 por ciento la población de moscas (Citado por Vergara, 1996).

Otros autores, señalan que entre los enemigos naturales de la *Musca domestica*, están los predadores como los ácaros de las familias *Macrochelidae*, *Uropididae* y *Parasitidae*, además de coleópteros de la familia *Histeridae*, especialmente del género *Carcinops sp.*, siendo los ácaros más conocidos *Macrocheles muscadomesticae*, *Fuscuropoda vegetans* y *Poecilochirus monospinosus*, que predan huevos y larvas del primer estadio. Dentro de los parasitoides están los de la orden *Hymenoptera*, de la familia *Pteromalidae* los cuales se constituyen como el principal factor de mayor mortalidad de pupas de mosca. Sobresaliendo los géneros *Muscidifurax* y *Spalangia*, ambos con características diferentes en cuanto a su capacidad de búsqueda, habilidad de supervivencia y competencia, pero con el ciclo biológico similar desarrollándose de huevo hasta adulto dentro de la pupa de mosca, de donde emerge un adulto que destruye a la futura mosca adulta, pero la

alimentación de estos parasitoides destruyen otras pupas también (Geden y Axtell, 1988; Axtell y Stinner, 1990 y Axtell 1990, citados por Vergara, 1996).

4.4. ESTRATEGIA QUÍMICA

La utilización de insecticidas para el control de moscas debe darse como último recurso, esto es, cuando después de haber empleado la estrategia cultural y biológica los resultados obtenidos no sean los esperados, debiendo implementar el uso de químicos de manera cuidadosa y selectiva a fin de preservar las poblaciones de insectos benéficos como los predadores y parasitoides de moscas. Para tal fin existe en el mercado productos como el Tiametoxam, efectivo contra individuos en estadio adulto (adulticida) y la Ciromacina que ha mostrado ser efectivo para los estadios larvarios, ambos productos son eficaces contra las moscas pero al mismo tiempo exhiben una toxicidad muy baja para ácaros y escarabajos (Novartis, 2006, citado por Agudelo, 2007).

El mejor y mayor efecto del insecticida se podrá observar después de haber suprimido con éxito las poblaciones de moscas a través de los métodos culturales y biológicos, ayudando así a disminuir la tasa de desarrollo de resistencia al químico por parte de las moscas. La óptima utilización de los productos químicos se da dentro del marco de un programa de control integrado, existiendo para esto una gran variedad de productos químicos según se trate de adulticidas (cebo, fumigado y pintado de superficies) o larvicidas (fumigado de zonas de cría y aditivos alimentarios), donde generalmente se observa un mejor resultado mediante el uso combinado de estos tipos de productos (Quiles y Hevia, 2005, citados por Agudelo, 2007).

Entre los principales métodos químicos de control de moscas, se encuentran los siguientes:

- **El tratamiento de superficies**, donde se posan las moscas como paredes, muros, postes, columnas, vayas, etc. Exhibe buenos resultados siempre y cuando se empleen productos con probada efectividad contra las moscas como los organofosforados, piretroides entre otros, capaces de eliminar moscas adultas por contacto o ingestión (Alonso, 2011).
- **Tratamiento del estiércol y otros sustratos**, para lograr disminuir el desarrollo de las larvas se combina con los métodos de control de las moscas adultas, existiendo para esto productos de aplicación directa sobre los sustratos en forma de *spray*, granulados, polvos entre otros. Junto a los larvicidas clásicos (especialmente los

organofosforados) se utilizan exitosamente inhibidores del desarrollo como las Benzoilureas, Ciromacina, etc. Además de existir larvicidas que se adicionan al alimento convirtiendo todo el excremento en tóxico para las larvas pero con consecuencias letales también para los enemigos naturales de las larvas de mosca a excepción de la Ciromacina. La combinación de adulticidas y larvicidas cobra sentido debido a que ambos grupos de principios activos atacan efectivamente a las moscas con mecanismos de acción diferentes lo que se traduce en una reducción del riesgo de crear poblaciones de moscas resistentes (Alonso, 2011).

- **La nebulización ambiental o fumigación**, es la aplicación focalizada de activos químicos disueltos en solventes orgánicos, de manera directa sobre las áreas donde se presentan las moscas, procurando cubrir los sitios donde éstas se posan impregnándolo con el principio activo para que la mosca al entrar en contacto, muera. La forma de aplicación lleva a realizar un tratamiento exhaustivo sobre las instalaciones buscando alcanzar la mayor cantidad de áreas y para esto cuanto menor sea el tamaño de gotas del insecticida mayor será la difusión del mismo. Esta técnica es efectiva sobre los individuos expuestos al producto, es decir, que no posee efecto residual y que depende de las corrientes de aire. La termonebulización es una variante con características más agresivas al formar una niebla espesa de partículas del tratamiento que vuelan por todo el volumen de la zona aplicada (Alonso, 2011).
- **Los cebos**, son productos a base de atrayentes que buscan captar la atención de las moscas del entorno para que estas se acerquen y se contaminen con el producto por contacto o ingestión, empleándose mayormente adulticidas como los organofosforados, carbamatos, nicotinoideos, etc., combinados con el tricoseno que es una feromona de mosca que actúa como atrayente sexual. Éste método es efectivo y minimiza el impacto ambiental del producto químico (Alonso, 2011).

4.5. ESTRATEGIA CON BIOCIDAS DE ORIGEN ORGÁNICO

Los biocidas son sustancias activas o preparados, de una o más sustancias activas, con propiedades desinfectantes utilizadas para destruir, neutralizar, contrarrestar o impedir el desarrollo de cualquier organismo nocivo, ya sea por medios químicos o biológicos (Ausina *et al.*, 2006). Esta estrategia consiste en la aplicación de compuestos con las propiedades expuestas en el párrafo anterior, pero con la particularidad de que son de origen biótico como plantas y microorganismos, representando una alternativa de menor

impacto adverso sobre la fauna benéfica en comparación con el uso de insecticidas químicos.

En estudios previos realizados por Geden *et al.* (1992), se determinó que los parasitoides de dípteros son sensibles a los efectos nocivos de los insecticidas, entre los cuales están *Urolepsis rufipes*, *Muscidifurax raptor*, *Nasonia vitripennis*, *Pachycrepoideus vindex* y *Spalangia cameroni*. El uso de insecticidas dentro de un manejo de control de plagas integrando varias estrategias, es uno de los puntos más críticos debido a que se debe utilizar insecticidas específicos que no afecten a los organismos benéficos que participan en el control (Vergara, 1996).

Debido a la resistencia adquirida por la mosca doméstica a los insecticidas, se ha ido probando nuevas opciones para su control, dando como resultado el caso del *Bacillus thuringiensis Berlinier B.*, en distintas presentaciones comerciales ya sea para administrar en el alimento o directamente sobre las excretas, con excelentes resultados pero con la salvedad que pierde su efectividad en estiércoles líquidos. Otra investigación confirmó que el *Bacillus thuringiensis Berlinier B.*, no era efectivo en suspensiones acuosas contra las larvas de *Musca domestica* (Harvey y Brethour, 1960; Baker y Anderson, 1975 y Barrero *et al.*, 1982, citados por Vergara, 1996).

A partir del *B. thuringiensis* se han aislado varias toxinas resultando ser las de mayor actividad insecticida las endotoxinas, como el “cuerpo de inclusión paracristalino” localizados mayormente en el exterior de las endosporas o asociadas a éstas. El cristal paraesporal proteínico es el factor tóxico, ya que las inclusiones paracristalinas están compuestas principalmente de polipéptidos de 130 a 140 kilodaltons (kDa), llamados protoxinas que se disuelven en el intestino alcalino de las larvas liberando una toxina activa de 30 a 80 kDa aproximadamente la cual se une al epitelio intestinal del insecto modificando la osmorregulación, alterando el flujo de iones potasio logrando la muerte de la larva entre tres a cinco días (Atlas y Bartha, 2008).

En los Estados Unidos de Norte América existen más de 410 soluciones de *B. thuringiensis* registradas para el control de 140 especies, principalmente lepidópteros y dípteros, además se ha utilizado para el control de coleópteros el *B. popi* y *B. lenti*, el primero produce cuerpos paraesporales y es capaz de infectar larvas de tercer estadio, mientras que el

segundo que no los produce logra infectar larvas de primer y segundo estadio mayormente (Atlas y Bartha, 2008).

Algunas especies del género *Bacillus* (incluyendo *B. larvae*, *B. popillae* y *B. thuringiensis*) formadores de endosporas exhiben propiedades insecticidas, debido a los cuerpos paraesporales, los cuales son ingeridos por el insecto, provocándole ulceraciones debido a su multiplicación dentro del huésped produciendo más endosporas y niveles letales de proteínas. Así también, el protozoo *Nosema locustae* produce una espora que se comercializa para combatir saltamontes, langostas y grillos; a diferencia de los *Bacillus* el efecto insecticida se evidencia entre la cuarta y sexta semana, momento en que se logra controlar la plaga (Ingrahan e Ingrahan, 1998).

Por otro lado, los hongos son capaces de producir sustancias tales como la kasugamicina, polioxinas, nikomicina y espinosina, que resultan ser activos bioinsecticidas útiles en el control de plagas. Se ha probado en ácaros que el antibiótico nikomicina (polipeptidil-nucleósido), sintetizado por el actinomiceto *Streptomyces tendae*, actúa como inhibidor de la quitina sintetasa (Santiago, 1988).

Asociados a insectos se encuentran más de 500 tipos de hongos capaces de producir infección y la enfermedad a través de la cutícula del insecto, siendo los géneros más utilizados *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control del escarabajo de la papa (*Leptotarsa decemlineata*) y de la cedenilla (*Aeneolamia varia saccharina*) de la planta de caña de azúcar respectivamente, además de *Verticillium lecanii* y *Entomophthora spp.*, que se utilizan para combatir pulgones (Prescott, *et al.*, 2004).

Además, se ha encontrado en sustancias extraídas de plantas efectos insecticidas, como por ejemplo:

- Extracto de la Planta Huaca (*Clibadium peruvianum Poepp. Ex. DC*), un estudio del 2011 demostró que este extracto posee un efecto insecticida sobre larvas de *Musca domestica*. El método consiste en la aplicación directa del biocida sobre el sustrato larvario para que entre en contacto con el cuerpo de la larva, el efecto es que remueve la quitina de la cutícula larvaria pudiéndose observar quemaduras en la cutícula, lo que sugiere una acción neurotóxica (Pérez, 2011).

- Aceites esenciales, un estudio realizado en Tailandia en el 2015, demostró las propiedades disuasivas de *S. aromaticum*, *C. odorata* y *C. nardus* sobre la decisión de oviposición de la *Musca domestica*, exhibiendo las propiedades repelentes y larvicidas de los aceites esenciales de estas plantas (Soonwera, 2015).

5. GENERALIDADES DE LOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS

5.1. DEFINICIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS

En la naturaleza existen grupos de microorganismos que por sus características biológicas resultan positivos, en la aplicación dentro de procesos antrópicos como la producción industrial de alimentos, la agricultura, ganadería, acuicultura, y otros procesos como el tratamiento de aguas residuales, bio-minería, compostaje entre otras actividades, a los cuales se les puede denominar como benéficos por sus efectos favorables para el ser humano.

Desde un punto de vista tecnológico o técnico, el término “Consortio de Microorganismos Benéficos” se utiliza para designar de manera general a un amplio grupo desconocido o mal definido, de microorganismos que interactúan de manera favorable en el suelo y con las plantas, exhibiendo efectos beneficiosos pero difíciles de predecir (Higa y Parr, 1994).

5.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

5.2.1. INTERRELACIONES MICROBIANAS

De manera natural los microorganismos se asocian con individuos de la misma especie formando poblaciones. Las comunidades biológicas son un conjunto de poblaciones compartiendo un mismo hábitat pudiendo estar formadas por pocas especies con muchos individuos o por muchas especies con pocos individuos, quedando regido el flujo de energía en un nivel trófico por unas pocas especies dominantes, la diversidad específica de la comunidad queda determinada por las especies menos abundantes (Atlas y Bartha, 2008).

Siendo las bacterias organismos autónomos usualmente se les puede encontrar en comunidades mixtas junto a hongos, algas, protozoos, etcétera, coexistiendo en diferentes ambientes naturales como aguas, suelo, superficie de plantas, de animales y del hombre, incluso dentro de ellos (Singleton, 2004).

En un proceso de colonización algunos grupos de estos pueden desplazar a otras poblaciones de microbios debido a la competencia por nutrientes necesarios para su supervivencia, produciendo para lograr esto sustancias tóxicas llamadas antagónicas, además de los productos propios de su metabolismo (Singleton, 2004).

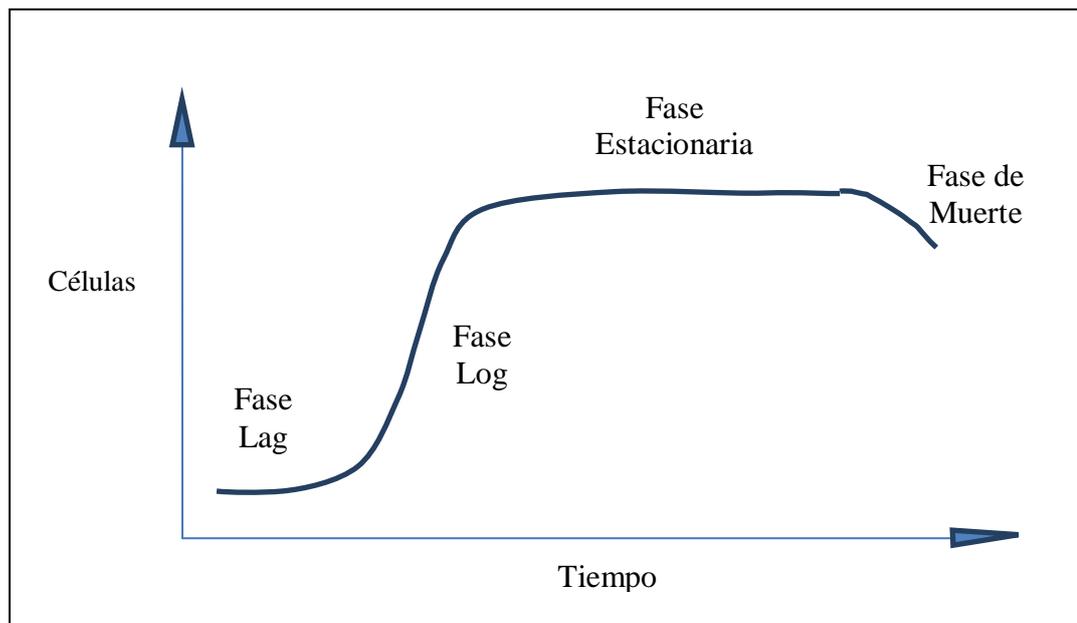
5.2.2. CRECIMIENTO DE LAS POBLACIONES

El crecimiento poblacional es el incremento de individuos o número de células microbianas, que también puede medirse como el incremento de la masa celular y la velocidad de crecimiento es la expresión de dicho incremento poblacional por unidad de tiempo (Madigan *et al.*, 2004).

a. CURVA DE CRECIMIENTO

La curva de crecimiento es una herramienta que ayuda al entendimiento del desarrollo de una población microbiana, si se utiliza un medio de cultivo líquido hablamos de un cultivo discontinuo o de un sistema cerrado donde no hay entrada de nutrientes ni salida de metabolitos, la curva resultante presenta cuatro fases definidas (Prescott *et al.*, 2004):

- **Fase de Latencia (Lag):** no ocurre división celular pero es un proceso activo donde las células están sintetizando compuestos.
- **Fase Exponencial o Logarítmica (Log):** en este punto las células se dividen hasta el nivel máximo posible en función del medio, del tiempo y del potencial genético de los individuos. La velocidad de crecimiento es constante.
- **Fase Estacionaria:** cesa el crecimiento debido a la poca disponibilidad de nutrientes y otros factores, en bacterias normalmente ocurre cuando alcanzan una concentración de 10^9 células por ml, los protozoos y algas no sobrepasan de 10^6 células por mililitro.
- **Fase de Muerte:** la escasez de nutrientes, como la acumulación de residuos tóxicos ocasionan la muerte de la población y al igual que en la fase exponencial, es normalmente logarítmica.



FUENTE: Prescott *et al.*, (2004).

Figura 08: Curva de crecimiento microbiano en un sistema en lote.

b. LEY DEL MÍNIMO DE LIEBIG

Justus Liebig (1840), observó que la producción de biomasa microbiana está limitada por el nutriente que yace en menor concentración. El agua constituye el 70 a 90 por ciento del peso de la célula, lo que la hace un nutriente esencial además del hidrógeno, oxígeno, carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y en menores cantidades potasio, magnesio, calcio, hierro, manganeso, cobalto, cobre, molibdeno y zinc entre otros. Así pues, todo aumento en la concentración de un nutriente limitante permite el crecimiento o reproducción poblacional susceptible, hasta que quede nuevamente afectada por la escasez de otro nutriente deficitario (Atlas y Bartha, 2008).

c. LEY DE TOLERANCIA DE SHELFORD

Además del factor nutricional existen factores físicos y químicos como la temperatura, potencial Redox, y pH entre otros, que determinan la supervivencia de poblaciones de bacterias en el ambiente, existiendo límites superiores e inferiores los cuales si fueran excedidos sería imposible el desarrollo poblacional de los microorganismos, sin embargo, estos límites y variaciones de los factores físicos y químicos no determinan el tipo de microorganismos presentes en un determinado momento, si no que indican que tipo se individuo pudiera estar presente en un ecosistema sobre una base sostenible (Atlas y

Bartha, 2008). A continuación se observa en la Tabla 14, algunos límites de tolerancia fisiológica para mantener de manera normal la actividad de los microorganismos.

Tabla 14: Límites extremos de tolerancia fisiológica para la actividad microbiana.

Factor	Límite Inferior de Tolerancia	Límite Superior de Tolerancia
Temperatura	- 12°C (bacteria psicrófilas).	> 110° C (bacterias reductoras del azufre a 1000 atm; algunas oxidadoras del azufre de fuentes hidrotermales submarinas).
Potencial Redox (E _h)	- 450 mV (bacterias metanogénicas).	+ 850 mV (bacterias del hierro).
pH	0 (<i>Thiobacillus thiooxidans</i>).	13 (<i>Plectonema nostocorum</i>).
Presión Hidrostática	0 (varios microorganismos).	1400 atm (bacterias barófilas).
Salinidad	0 (<i>Hyphomicrobium</i>).	Salmueras saturadas (<i>Dunaliella</i> , bacterias halófitas estrictas).

FUENTE: Atlas y Bartha, (2008).

5.2.3. METABOLITOS MICROBIANOS

Los microorganismos producen dos tipos de metabolitos; los primarios que son aquellos producidos en la fase de crecimiento exponencial y los secundarios que comienzan a producirse al final de la fase exponencial de crecimiento y mayoritariamente en la fase estacionaria. Los metabolitos secundarios no son esenciales para el crecimiento ni reproducción y su producción depende de las condiciones del medio, tienen estructuras moleculares complejas y están muy relacionados entre sí (Madigan *et al.*, 2004).

En un ecosistema la energía ingresa en forma de luz, carbono orgánico y sustancias inorgánicas reducidas siendo aprovechadas por organismos fotótrofos que sintetizan materia orgánica nueva a partir de la luz, carbono, nitrógeno, azufre, fósforo, hierro entre otros elementos. El nuevo material sintetizado y la materia orgánica que ingresa del exterior (alóctona) promueven la actividad metabólica de organismos quimioorganotrofos,

mientras que los quimiolitótrofos utilizan donadores inorgánicos de electrones, como H_2 , Fe^{2+} , S^0 o NH_3 como fuente de energía (Madigan *et al.*, 2004).

a. **CICLOS BIOGEOQUÍMICOS**

Madigan *et al.*, (2004), señalan que son el resultado de varios procesos biológicos y químicos durante el reciclado de elementos esenciales para los sistemas vivos, como carbono, azufre, hierro, nitrógeno, que a menudo incluyen reacciones de óxido-reducción como la oxidación del sulfuro de hidrógeno (H_2S) a óxido de azufre (S^0) y sulfato (SO_4^{2-}), a continuación en la Tabla 15 se detalla algunos recursos y las condiciones en las que pueden ser utilizados por los microorganismos.

Tabla 15: Principales recursos y condiciones que regulan el crecimiento microbiano en la naturaleza.

Recursos	Condiciones
<ul style="list-style-type: none"> • Carbono (orgánico, CO_2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura: frío → templado → caliente.
<ul style="list-style-type: none"> • Nitrógeno (orgánico, inorgánico) 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de agua: seco → húmedo → mojado.
<ul style="list-style-type: none"> • Otros macronutrientes (S, P, K, Mg) 	<ul style="list-style-type: none"> • pH: 0 → 7 → 14.
<ul style="list-style-type: none"> • Micronutrientes (Fe, Mn, Co, Cu, Zn, Mo, Ni) 	<ul style="list-style-type: none"> • O_2: óxico → microóxico → anóxico.
<ul style="list-style-type: none"> • O_2 y otros aceptores de electrones (NO_3^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+}, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Luz: brillante → atenuada → oscuridad.
<ul style="list-style-type: none"> • Donadores de electrones inorgánicos (H_2, H_2S, Fe^{2+}, NH_4^+, NO_2^-, etc) 	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones osmóticas: agua dulce → agua marina → hipersalinidad.

FUENTE: Madigan *et al.* (2004).

b. **LA FERMENTACIÓN**

Una propiedad esencial para la vida es la transferencia de la energía química de una molécula a otra y para esto los microorganismos utilizan mecanismos de respiración que puede ser aerobia, si el aceptor final de electrones es el oxígeno, o anaerobia si el aceptor

final de electrones es otro compuesto diferente al oxígeno molecular. Otro mecanismo es la fermentación, donde bacterias facultativas o anaeróbicas estrictas utilizan como dador y aceptor final de hidrógenos, a un compuesto orgánico (Montoya, 2000).

Aquellas bacterias que al fermentar la glucosa generan una mezcla de productos finales reciben el nombre de heterofermentativas, mientras que las homofermentativas solo originan un producto final (Montoya, 2000).

La fermentación resulta ser la manera más simple de generar el ATP frente la respiración o la fotosíntesis. En la fermentación de carbohidratos y otros compuestos orgánicos, se forman productos como: etanol, lactato, propionato, formiato, butirato, succinato, capronato, acetato, n-butanol, 2,3-butanodiol, acetona 2-propanol, anhídrido carbónico, e hidrógeno molecular (Schlegel, 1997). En la Tabla 16 se aprecian diferentes tipos de fermentaciones en función a las especies de microorganismos que las realizan y los productos finales que generan.

Tabla 16: Ejemplos de fermentaciones bacterianas comunes y algunos de los microorganismos que las realizan.

Tipo	Reacción Global (a)	Microorganismo
Fermentación alcohólica	Hexosa \rightarrow 2 Etanol + 2 CO ₂	Levaduras, <i>Zymomonas</i> .
Fermentación homoláctica	Hexosa \rightarrow 2 Lactato ⁻ + 2 H ⁺	<i>Streptococcus</i> , algunos <i>Lactobacillus</i> .
Fermentación heteroláctica	Hexosa \rightarrow Lactato ⁻ + Etanol + CO ₂ + H ₂ ⁺	<i>Leuconostoc</i> , algunos <i>Lactobacillus</i> .
Ácido propiónico	Lactato ⁻ \rightarrow Propionato ⁻ + Acetato ⁻ + CO ₂	<i>Propionibacterium</i> , <i>Clostridium propionicum</i> .
Ácido mixta	Hexosa \rightarrow Etanol + 2, 3, - Butanodiol + Succinato ²⁻ + Lactato ⁻ + Acetato ⁻ + Formiato ⁻ + H ₂ + CO ₂	Bacterias entéricas: <i>Escherichia</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Enterobacter</i> .
Ácido butírico	Hexosa \rightarrow Butirato ⁻ + Acetato ⁻ + H ₂ +	<i>Clostridium botyricum</i> .

	CO ₂	
Butanol	Hexosa → Butanol + Acetato ⁻ + Acetona + Etanol + H ₂ + CO ₂	<i>Clostridium acetobutyricum.</i>
Caproato	Etanol + Acetato ⁻ + CO ₂ → Caproato ⁻ + Butirato ⁻ + H ₂ .	<i>Clostridium kluyveri.</i>
Homoacetogénica	(Fructosa → 3 Acetato ⁻ + 3 H ⁺) (4 H ₂ + 2 CO ₂ + H ⁺ → Acetato ⁻ + 2 H ₂ O)	<i>Clostridium aceticum,</i> <i>acetobacterium.</i>
Metanogénica	Acetato ⁻ + H ₂ O → CH ₄ + HCO ₃ ⁻	<i>Methanosaeta,</i> <i>Methanosarcina.</i>
(a) Reacción global del proceso, la estequiometría puede no ser exacta.		

FUENTE: Madigan *et al.*, (2004).

5.2.4. ADICIÓN DE MICROORGANISMOS A COMUNIDADES MICROBIANAS COMPLEJAS

a. EN EL MEDIO AMBIENTE

Al inicio la aplicación de microorganismos “mejorados” sobre los diferentes hábitats naturales para modificarlo como en el caso de la biorremediación, no lograba mantener el efecto deseado a través del tiempo y básicamente porque no se consideraba el efecto antagónico de las comunidades indígenas, que al estar más adaptadas al medio eran más eficaces en la competencia por nutrientes o que algunas especies eran depredadoras de los individuos introducidos (Prescott *et al.*, 2004).

Para que la inoculación sea fructífera deberá adicionarse al medio, los microorganismos junto a un microhábitat, el cual le proporcionará nutrientes y protección física para que puedan resistir las presiones de protozoos depredadores como los ciliados, flagelados y amebas, o las presiones de competencia existentes en el medio. Pudiendo ser estos microhábitats sistemas vivos, como superficies de semillas, raíces o inertes como el cristal microporoso (Prescott *et al.*, 2004).

b. EN EL TRACTO DIGESTIVO

Los probióticos son organismos vivos que adicionados en proporciones adecuadas proporcionan al organismos hospedero beneficios a la salud (OMGE, 2002, citado por

citado por Vela-Gutiérrez *et al.*, 2012) y tienden a llegar vivos al intestino (humano) si son añadidos en una concentración de 10^7 UFC por gramo (Hernández, 2007, citado por Vela-Gutiérrez *et al.*, 2012).

Otros requisitos para un probiótico, además de estar en concentraciones mayores de 10^7 UFC por ml, es que debe mantener su viabilidad durante la preparación del alimento (vehículo), ser viables y capaces de colonizar el medio en condiciones de extrema acidez estomacal y tener una alta tasa de crecimiento para predominar sobre las poblaciones presentes en el intestino (Hernández, 2003).

Estudios realizados sobre la tasa de supervivencia al tracto gastrointestinal, recomiendan una dosis de 1×10^9 y 1×10^{10} UFC (Kurmann y Rasic, 1991, citado por Rodríguez, 2006) para que llegasen vivos al intestino unos 1×10^8 UFC al día. Así también, evaluaciones sobre la supervivencia realizadas en ratones inoculados por vía oral demostraron la presencia específica de los microorganismos en las heces (Rodríguez, 2006).

Un estudio sobre el potencial probiótico de las especies; *Lactobacillus coryniformis*, *Lb. salivarius*, *Lb. gasseri* y *Lb. fermentum*, señala que la propiedad antiinfecciosa de los probióticos ha sido el efecto más estudiado *in vitro* (Osset *et al.*, 2001, y Magnusson y Schnürer, 2001, citados por Rodríguez, 2006), he *in vivo* (Macfarlane y Cummings, 2002, y Sullivan y Nord, 2002, citados por Rodríguez, 2006), quedando demostrado un elevado poder antimicrobiano frente a cepas de patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella choleraesuis*, *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus* (Lehrer *et al.*, 1991, citados por Rodríguez 2006), pudiendo deberse a: (1) Competencia por nutrientes, (2) Competencia por los puntos de unión al tejido intestinal, (3) Acidificación del medio, (4) Producción de sustancias antimicrobianas como el H_2O_2 , reuterinas, bacteriocinas, etcétera (Rodríguez, 2006).

5.3. MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN GANADERÍA TRADICIONAL

5.3.1. EN EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

El compostaje es un proceso aerobio de degradación microbiológica de diversos residuos orgánicos en condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación, que origina un abono compuesto o compost (Climent *et al.*, 1996, citados por Sarmiento, 1999).

Microorganismos como *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Thiobacillus*, *Lactobacillus*, *Streptomyces*, *Frankia*, *Nocardia*, *Actinomices*, *Aspergillus*, *Penicillum*, *Rhizopus* y *Trichoderma* entre otros, degradan de la materia orgánica alterando las condiciones del medio, como la temperatura, reduciendo el nivel de nutrientes biodisponibles (CORPOICA, 2007).

Los microorganismos considerados de buena calidad son aquellos que pueden elevar la temperatura de la pila de compost alrededor de los 70 °C estimulando la eliminación de patógenos o inhibiendo su desarrollo por competencia (CORPOICA, 2007).

A medida que la temperatura en una pila de compostaje alcanza su punto más alto para luego estabilizarse, se hace menos atractivo para las moscas y gusanos. El principio es el mismo que para el control de patógenos, ya que difícilmente las larvas de mosca puedan sobrevivir a temperaturas superiores a 55 °C (Dalzell *et al.*, 1991).

5.3.2. EN LA FERMENTACIÓN DIGESTIVA

Probablemente, los beneficios más difundidos en ganadería sobre el efecto positivo de los microorganismos para con los animales, son los que exhiben aquellos presentes en el tracto gastrointestinal. En el rumen, ocurre la llamada fermentación pregástrica realizada por hongos, bacterias y protozoarios cooperando e interactuando entre sí, formando un complejo ecosistema, logrando que la celulosa y otros complejos vegetales estructurales o no, de la pared celular sean hidrolizados en condiciones de anaerobiosis a ácidos grasos volátiles (AGV), también son responsables de la desaminación de gran parte de los aminoácidos y de la síntesis de proteína a partir de fuentes nitrogenadas no proteicas (NNP), en el rumen (Álvarez *et al.*, 2009).

5.3.3. EN EL PROCESO DE ENSILAJE

Por otro lado, el proceso de ensilado logra conservar el forraje verde en un medio ácido y en estado de anaerobiosis, reduciendo el deterioro de nutrientes, permitiendo almacenar toda la producción forrajera de un campo de forma succulenta (Cárdenas *et al.*, 2004). El ensilaje no mejora la calidad nutricional del pasto, pero realizado adecuadamente el proceso permite almacenar el pasto por muchos meses manteniendo la calidad nutricional original, ya que los ácidos producidos por las bacterias a partir de los carbohidratos del forraje, no proporcionan mejoras sustanciales desde el punto de vista nutricional, por el

contrario el nivel de proteína podría disminuir si se produjera sobrecalentamiento en el silo (Cedeño *et al.*, 1970, citado por Jiménez y Moreno, 2002).

6. GENERALIDADES DEL CONSORCIO “MICROORGANISMOS EFICACES - EM”

6.1. DEFINICIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES - EM

Es un cultivo mixto de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, con poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas y levaduras, además de un pequeño número de bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros organismos. Capaces de coexistir en un medio de cultivo líquido compatibilizando entre sí, manteniendo su origen natural y con la particularidad de poder ser aplicados como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana de suelos y plantas (Higa y Parr, 1994).

El término “Microorganismos Efectivos o Eficaces” es la traducción del término inglés “*Effective Microorganisms (EM)*”, concepto desarrollado por el profesor Teruo Higa de la Universidad de Ryukyus ubicada en Okinawa, Japón (Higa, 1991; Higa y Wididana, 1991^a, citados por Higa y Parr, 1994).

6.2. GRUPOS MICROBIANOS TÍPICOS PRESENTES EN EL CONSORCIO “EM”

Al principio, ochenta especies de diez géneros en cinco familias fueron usadas para desarrollar la solución de Microorganismos Eficaces, siendo seleccionados de un universo de más de dos mil especies de microbios encontrados en Japón. La solución EM (llamada también EM-1 o Kyusei EM) se basa principalmente en tres grupos de organismos, denominados bacterias fotosintéticas, ácido lácticas y levaduras, los cuales son indispensables para los EM, al punto que incluso si no se incluyeran los demás grupos, éstos podrían desarrollarse coexistiendo con otros microorganismos benéficos del ambiente. Actualmente los EM consisten en estas tres familias de microorganismos, las que fueron enriquecidas naturalmente con especies de actinomicetos y de hongos filamentosos (Higa, 2001).

6.2.1. BACTERIAS FOTOSINTÉTICAS

Incluidas *Rhodopseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*. Son un grupo independiente considerados como centrales en la actividad de los EM y de otros microorganismos en el cultivo EM, debido a que sintetizan sustancias útiles a partir de

secreciones de las raíces de plantas, materia orgánica y de gases perjudiciales como el sulfuro de hidrógeno, mediante la energía solar y el calor del suelo (Kim *et al.*, 2004, citado por Javaid, 2010).

6.2.2. BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

Incluidas *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* y *Streptococcus lactis.*, las cuales producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos generados por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico es un compuesto esterilizante fuerte, capaz de eliminar microorganismo perjudiciales como *Fusarium* y de mejorar la descomposición de la materia orgánica, al propiciar la degradación de la lignina y celulosa, eliminando de este modo el indeseable efecto de la materia orgánica sin descomponer (Higa y Kinjo, 1991; Hussain, *et al.*, 2002; Gao *et al.*, 2008; Valerio *et al.*, citados por Javaid, 2010).

6.2.3. LEVADURAS

Incluida *Saccharomyces cerevisiae*. Las levaduras sintetizan sustancias útiles requeridas para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, raíces de las plantas y de la materia orgánica (Higa, 2000; Hussain *et al.*, 2002 citados por Javaid, 2010).

De manera general las levaduras han sido utilizadas por el ser humano desde hace miles de años en procesos de fermentación de azúcares, son dependientes de la disponibilidad de carbono orgánico, la temperatura, pH y agua. Definidos como hongos unicelulares que se reproducen por gemación o fisión (Kreger-Van Rig, 1984, citado por Bouix y Leveau, 2000), su presencia implica competencia por nutrientes desarrollando relaciones antagónicas o simbióticas en los suelos, aguas, animales y vegetales. Su amplia difusión se debe a su fácil manejo y la inocuidad de varias de sus especies utilizadas en la alimentación animal y humana como fuente de proteínas y vitaminas (Bouix y Leveau, 2000).

6.2.4. ACTINOMICETOS

Presentan un parecido a los hongos y a las bacterias, crecen en forma de micelio radial y forman conidias como los hongos pero la forma de sus células es similar a las células bacterianas. Habitan de manera natural el suelo, lodo, agua estancada y materia orgánica en descomposición, son heterótrofos y degradan azúcares simples, proteínas, ácidos grasos, y

sustancias complejas como las hemicelulosas, parafinas, quitina y lignina, de aquí su importancia como mejoradores del suelo ya que producen eficientemente sustancias húmicas, y en buenas condiciones de aireación, humedad y de contenido de materia orgánica pueden representar entre el 10 y 50 por ciento de la microfauna del suelo (Degiovanni *et al.*, 2010).

6.2.5. HONGOS FILAMENTOSOS

Los mohos u hongos filamentosos son conocidos por sus actividades nefastas como la producción de micotoxinas, deterioro y alteración de varios tipos de productos alimenticios, además de su capacidad de parasitar animales incluyendo humanos. También presentan actividades beneficiosas como la descomposición de gran parte de la materia orgánica terrestre, favorecen los ciclos biológicos naturales, son usados en la fermentación de subproductos lácteos y de soja (Florent, 2000).

6.3. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL CONSORCIO “EM”

6.3.1. INTERRELACIONES MICROBIANAS EN EL CONSORCIO

Estos cultivos de microorganismo mixtos, de especies no alteradas genéticamente, al ser incorporados a medios naturales desarrollan efectos sinérgicos entre sí, potenciando sus propiedades benéficas individuales en su desempeño colectivo, resultando por ejemplo de la aplicación de éstos en el suelo, propiedades como las de corrección de salinidad, solubilización de minerales y aumento en la velocidad de descomposición de la materia orgánica, por fermentación (Segura, 2006).

Dentro del consorcio de microorganismos eficaces se desarrollan efectos positivos entre las poblaciones que lo componen, como la generación de nutrientes y precursores metabólicos útiles para ellos mismos. La aplicación de los EM no solo favorece a los propios EM incorporados al ambiente, sino que además actúan como catalizadores mostrando un efecto sinérgico que propicia el desarrollo de los microorganismos benéficos nativos de ese entorno, promoviendo la exclusión de aquellos microbios que desarrollan efectos perjudiciales para el ecosistema, cambiando la microflora y fauna del suelo llevándolo de un estado donde el suelo induce la enfermedad a otro estado donde el suelo la suprime (Higa, 2001).

Otro efectos que se relacionan entre éstos microorganismos son los que exhiben las bacterias fotosintéticas, que generan ondas de resonancia magnética nuclear, las cuales

tienen alta frecuencia y menor energía que los rayos X y gamma, capaces de transformar las formas de energía perjudiciales en la naturaleza en formas beneficiosas, a través de la resonancia en combinación con las propiedades antioxidantes de los EM, debido al fenómeno de sintropía (Higa, 2001).

6.3.2. METABOLITOS GENERADOS POR EL CONSORCIO MICROBIANO

El consorcio EM estimula la producción de antioxidantes como el Inositol, Ubiquinona, Saponina, polisacáridos de bajo peso molecular, polifenoles y minerales quelatados, sustancias que desarrollan de manera probada la supresión de enfermedades incluso en humanos (Higa, 2010). Dentro de los metabolitos originados a partir de los componentes biológicos del cultivo mixto de EM, tenemos:

- Las bacterias fotosintéticas producen amino ácidos, polisacáridos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares (Higa, 2000, citado por Javaid, 2010).
- Las sustancias bioactivas producidas por las levaduras como las hormonas y enzimas estimulan la actividad celular y el desarrollo radicular. Éstas secreciones son útiles también para otros microorganismos del cultivo EM, como las bacterias ácido lácticas y los actinomicetos (Higa, 2000; Hussain *et al.*, 2002 citados por Javaid, 2010).
- Las bacterias ácido lácticas, pueden ser homolácticas si solo producen lactato o heterolácticas si además del lactato producen sustancias adicionales como ácido acético, etanol, CO₂, etcétera, pudiendo ser facultativas en función a la condiciones y a la naturaleza del azúcar. Son Gram positivas, generalmente inmóviles, no esporuladas, catalasa negativas, oxidasa negativas, casi siempre nitrato reductasa negativas, con débil capacidad de biosíntesis, no cuentan con citocromos lo que las hace incapaces de cualquier respiración aerobia o anaerobia (Novel, 2000).
- Los hongos filamentosos son capaces de sintetizar enzimas, ácidos orgánicos, antibióticos, alcaloides, entre otras sustancias (Florent, 2000).
- Algunos actinomicetos son productores de sustancias con poder antibiótico, las cuales tienen efecto negativo sobre los patógenos de plantas y suelo. Si se agregan las conidias aun suelo contaminado con bacterias y hongos nocivos, las conidias prosperarán desarrollando con éxito las poblaciones de actinomicetos,

las cuales inhibirán a las poblaciones de patógenos restaurando así el equilibrio, que les permitirán establecerse y desarrollarse a través del tiempo (Degiovanni *et al.*, 2010).

6.3.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

De manera teórica y con fines experimentales se han descrito varias fórmulas, y éstas varían según el tipo de microorganismo presente y la concentración del mismo. Donde el EM-1 o Kyusei EM o simplemente EM, es el cultivo mixto de bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas y levaduras (AGEARTH, s.f.). El EM-2 es el cultivo líquido mixto de bacterias fotosintéticas, hongos filamentosos, levaduras y hongos, el EM-3 es el cultivo de bacterias fotosintéticas y el EM-4 es el cultivo de *Lactobacillus* y otras bacterias formadoras de ácido láctico (Higa y Wididana, 1991).

El EM-5 es un repelente de insectos no tóxico libre de químicos, y es el resultado de la mezcla de vinagre, melaza, alcohol y EM o Kyusei EM-1 (Kyan *et al.*, 1999). En la siguiente Tabla se puede apreciar los valores de los parámetros fisicoquímicos típicos de algunas fórmulas.

Tabla 17. Características fisiológicas y bioquímicas de los inoculantes EM-1, EM-2 y EM-3.

ÍNDICE	EM-1	EM-2	EM-3
pH	3.5	8.7	7.6
C.E. (s/m)	0.866	0.528	0.277
Índice refractario (%)	3.5	-	-
Número total de microbios (células/ml)	$8 \pm 2 \times 10^8$	-	-
Contenido de ácidos orgánicos* (%)	1.73	-	-
Contenido de ácidos volátiles** (%)	0.39	-	-

(*): Ácido láctico.

(**): Ácido acético.

FUENTE: Oh y Choi, (1999).

6.4. PRESENTACIÓN COMERCIAL DEL CONSORCIO “EM”

El producto bandera de ésta tecnología es el denominado EM-1®y como se muestra en la Tabla 18 presenta las siguientes características, según la ficha técnica presentada por asociación de graduados de la EARTH- Ecuador (AGEARTH).

Tabla 18. Ficha técnica del EM-1.

Bacteria ácido lácticas (UFC/ml), mínimo.	10 ⁴
Bacterias fotosintéticas (UFC/ml), mínimo.	10 ³
Levaduras (UFC/ml), mínimo.	10 ³
Apariencia	Solución de color marrón amarillenta.
Olor	Fuertemente a fermento.
pH	3.5

FUENTE: AGEARTH, (s. f.).

Y según la descripción en la ficha técnica de AGEARTH (s. f.), está recomendado para los siguientes casos: «EM-1es un producto que favorece especialmente la descontaminación de aguas, tratamiento de desechos, eliminación de malos olores y presencia de moscas debido a la acumulación de materia orgánica. Los microorganismos contenidos en el producto, tienen la facultad directa o indirecta de prevenir sustancias que deterioren la vida y el ambiente a través de la generación de sustancias bioactivas. Es una mezcla de microorganismos benéficos que desplazan a los microorganismos patógenos mejorando la calidad del medio en el que son aplicados. El producto contiene microorganismos vivos que no han sido modificados genéticamente; por lo tanto, no puede ser mezclado con antibióticos, químicos ni plaguicidas, pues al hacerlo puede perder su efectividad».

Beneficios (BIOEM, 2015):

- Promueve el desarrollo foliar y la óptima floración y fructificación de los cultivos.

- Incrementa la capacidad fotosintética de las plantas.
- Optimiza el crecimiento de las plantas y previene la presencia de plagas y enfermedades.
- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Reduce los problemas de salinidad en el suelo.

En nuestro medio el representante exclusivo es la empresa BIOEM S.A.C. y a través de su portal web, además del EM-1®, ofrecen los siguientes productos:

6.4.1. EM AGUA®:

BIOEM (2015), afirma que «Es un cultivo mixto de microorganismos benéficos de origen natural usado para el tratamiento de aguas contaminadas y para restaurar el equilibrio natural de los sistemas acuáticos, trayendo consigo efectos benéficos y sostenibles. Su contenido no afecta al ambiente ni a la salud de las personas o animales que se encuentren en contacto con él». Además, que presenta los siguientes beneficios:

- Sintetiza rápidamente la materia orgánica, reduciendo los valores de DBO, DQO, turbidez y sólidos suspendidos.
- Equilibra el pH y el oxígeno disuelto.
- Acelera la degradación de grasas y aceites.
- Reduce eficazmente los malos olores.
- Reduce el lodo sedimentado.
- Reduce eficazmente la concentración y presencia de microorganismos patógenos.
- Evita la construcción de sistemas de elevado costo para el tratamiento de los efluentes.
- Reduce la necesidad de uso de productos químicos.
- Disminuye significativamente los costos operacionales del sistema.

6.4.2. EM CAMARÓN TP®:

BIOEM (2015), afirma que «Es un cultivo mixto de microorganismos benéficos usados con éxito en la producción de camarones en muchos países del mundo». Y que sus beneficios son los siguientes:

- Desplaza microorganismos patógenos en el agua y suelo.

- Promueve el manejo integral del sistema larva-suelo-agua como base de una producción sostenible, reduciendo costos de producción a mediano y largo plazo.
- Reduce los malos olores generados por la acumulación de algas y materia orgánica en el fondo de las piscinas.
- Crea un ambiente favorable para el desarrollo del camarón disminuyendo los factores de estrés.
- Aumenta la supervivencia y el peso promedio del camarón.

6.4.3. EM COMPOST®:

BIOEM (2015), señala que «Es una mezcla de diferentes microorganismos naturales benéficos». Y que sus beneficios son los siguientes:

- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo y la supresión de enfermedades.
- Acelera la descomposición de la materia orgánica.
- Incrementa la calidad nutricional y biológica de los abonos orgánicos.
- Reduce Los malos olores y la presencia de moscas en las granjas, previniendo enfermedades en los animales.

6.5. PROPIEDADES Y USOS DEL CONSORCIO “EM”

Las sustancias antioxidantes que se forman por acción de los EM a partir de la descomposición y fermentación de la materia orgánica tienen la capacidad de detoxificar sustancias nocivas, suprimiendo reacciones perjudiciales por la deionización de compuestos peligrosos y promoviendo la quelación de metales pesados como el hierro, además de estimular la secreción de enzimas descomponedoras como la lignina peroxidasa (Higa, 2001).

Estos microorganismos además de producir sustancias bioactivas exhiben propiedades fermentativas, de competencia, de antagonismo con patógenos y microorganismos putrefactivos, equilibrando las poblaciones microbianas de su entorno, logrando mejorar las condiciones del suelo y las del medio de los animales domésticos (Yépez *et al.*, 2002, citado por Silva, 2011). Además de incrementar la fertilidad del suelo al elevar la temperatura de éste de dos a tres grados Celsius debido a la actividad microbiana (Higa, 2001).

Por otro lado, se reportan resultados positivos en el control de malos olores dentro de instalaciones de producción pecuaria corroborado los resultados obtenidos por Li *et al.*, (1994) sobre el efectivo control de malos olores mejorando la salud animal, reduciendo la polución ambiental (Dahal, 2001).

De manera general las aplicaciones del consorcio EM promocionadas a través del portal web oficial de la tecnología EM en América Latina son los siguientes:

- Agricultura: acondicionamiento y mejoramiento de suelos, semilleros, trasplante y siembra directa, sanidad de las plantas y de la producción, manejo de residuos orgánicos y tratamiento de efluentes.
- Ganadería: recuperación de pastos, manejo de plagas, manejo de residuos orgánicos, limpieza y control de malos olores, tratamiento de efluentes y en la alimentación.
- Acuicultura: en la producción y sanidad animal, acondicionamiento y mejoramiento del medio acuícola.
- Medio ambiente: en la recuperación de suelos degradados, descontaminación de suelos y cuerpos de agua y en rellenos sanitarios.
- Industrial: tratamientos de residuos orgánicos, tratamiento de efluentes y aguas negras, tratamiento de cajas recolectoras de grasa y pozos sépticos y en la limpieza general.
- Vida cotidiana: elaboración de abonos orgánicos, tratamiento de animales domésticos, en pozos sépticos y cajas recolectoras de grasa.

6.6. “EM” EN EL CONTROL DE MOSCAS

Se realizó una evaluación de dos productos disponibles en Tucson, Arizona, USA., de la Tecnología “EM” Inc., donde el producto denominado EM fue un cultivo mixto de bacterias fotosintéticas, ácido láctico, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores. Mientras que el segundo producto denominado EM-5 fue una mezcla fermentada de vinagre, alcohol melaza y EM (Anon, 1996, citado por Kapongo y Giliomee, 2001).

En la primera fase de la evaluación se preparó un medio de cultivo a base de granos, leche en polvo y levaduras mezclados con los tratamientos de EM y EM-5 (al 2 y 6 por ciento), a los que se les agregó melaza (2 y 6 por ciento) y otros sin melaza. Este ensayo se repitió

tres veces, calculándose el grado de pupación de las larvas y el número de éstas que llegaron al estadio adulto (Kapongo y Giliomee, 2001).

En la segunda fase del ensayo, se utilizaron 36 recipientes plásticos de helados de dos litros de capacidad con estiércol fresco (de 1 a 3 días) de pollos, con 500 larvas de mosca (de 5 a 6 días de edad) cada uno de *M. domestica* y *F. canicularis*, las que fueron mezcladas con el estiércol. Las cajas fueron colocadas en las filas de estiércol acumulado debajo de las aves, en un diseño de bloques al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en diferentes concentraciones de EM y EM-5 (16 y 100 por ciento) a los que se les agregó melaza (6 y 100 por ciento) a algunos y a otros no. El control recibió solo melaza y agua. Los tratamientos fueron aplicados con un *spray* de mano de un litro de capacidad en una proporción de 20 ml por caja (345 cm² de superficie), donde la primera aplicación se realizó después de un día y se repitió dos veces a intervalos de 48 horas. Dos a tres días después de la pupación las pupas fueron separadas del estiércol y pestos en cajas de manera que los adultos que no hayan sido afectados puedan emerger. Se mantuvieron en observación las pupas de los adultos que no emergieron, hasta que los parasitoides emergieron de ellas (Kapongo y Giliomee, 2001).

Se obtuvo como resultado que el medio tratado con EM y EM-5 no tuvo efecto, estadísticamente significativo, sobre el desarrollo de las larvas de 1 a 3 días de edad. De manera similar se reportó el mismo resultado para aquellas cajas con estiércol y larvas que recibieron los tratamientos mediante un *spray* manual. Sin embargo un curioso pero llamativo resultado fue el incremento del nivel de parasitismo, donde se aplicaron los tratamientos (con y sin melaza) de EM y EM-5, con relación al control (Kapongo y Giliomee, 2001).

Los parasitoides que emergieron fueron pequeñas avispas del genero *Pteromalidae*. Y los niveles más altos de parasitismo fueron reportados por los tratamientos con 6 por ciento de EM y EM-5, ambos con un valor de 80 por ciento, mientras que el control reportó un 10 por ciento de parasitismo. Los mecanismos de acción aún son desconocidos y el modo de utilización aún no está claro en este escenario (Kapongo y Giliomee, 2001).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

1. MATERIALES

1.1. LUGAR

La parte experimental se llevó a cabo dentro de las instalaciones del establo de la Unidad Experimental de Zootecnia, del Programa de Investigación y Proyección Social en Leche, Facultad de Zootecnia de la UNALM.

Los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” del Departamento de Biología, de la Facultad de Ciencias-UNALM.

1.2. MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizó microorganismos benéficos (MOB's), los cuales fueron proporcionados por el Departamento de Biología de la UNALM, con las siguientes características:

- | | |
|---|----------------------|
| - Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/mL) | 21 x 10 ⁶ |
| - Recuento de mohos y levaduras (UFC/mL) | < 10 |
| - Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp. (UFC/mL) | 15 x 10 ⁵ |

1.3. EQUIPOS

- Potenciómetro.
- Conductímetro.
- Termómetro digital de sonda con 1 grado Celsius de incertidumbre, y una escala de 0 a 120 °C.
- Balanza analítica.
- Balanza gramera de 20 kg de capacidad.
- Flexómetro de cinco metros de longitud.

1.4. MATERIALES DIVERSOS

1.4.1. DE CAMPO

- Estiércol seco.
- Carretilla y lampa.
- Plumones marcadores gruesos.
- Un rollo de masking tape de 5 cm de ancho.
- Un rollo de pabilo resistente o cordón delgado.
- Bolsas de plástico diferentes medidas.
- Costales de polietileno de 50 kg de capacidad.
- Libreta de campo.
- Botellas de plástico PET con tapa de 500 ml de capacidad.
- Pulverizador de líquidos a presión de 5 litros.
- Tamices de varias graduaciones (1cm^2 , 0.5 cm^2 y 0.1 cm^2).
- Tina de plástico de 60 litros.
- Balde de plástico de 20 litros.
- Batea de plástico de 30 litros.
- Pinzas.
- Equipo de protección; botas, guantes, lentes y tapa boca.
- Frasco de vidrio de 500 ml con tapa de boca ancha.
- Un mandil de laboratorio.
- Cámara fotográfica.
- Lupa.

1.4.2. DE GABINETE Y LABORATORIO

- Material de escritorio (Laptop, impresora, papel, U.S.B., lapiceros, marcadores, etiquetas, etc.).
- Agitador magnético.
- Agua destilada.
- Beakers y probetas.
- Papel filtro.

2. MÉTODOS

La evaluación de los tratamientos se llevó a cabo dentro de tres etapas, descritas a continuación:

- **Primera etapa:** de 13 días, comprendida entre el 11 y el 23 de noviembre del 2014. En la cual los animales permanecieron dentro de los corrales en condiciones normales de producción generando el medio favorable para la proliferación de moscas, mientras se aplicaban los tratamientos de forma directa e indirecta.
En esta etapa, la evaluación de los parámetros físico-químicos se realizaron con un intervalo de un día. No hubo recuento larvario.
- **Segunda etapa:** de 13 días, comprendida entre el 24 de noviembre y el 06 de diciembre del año en curso. Esta etapa inicia con el retiro de los animales, se continúa con la aplicación de los tratamientos de manera similar que en la primera fase, sin alterar el estado físico ni la disposición de las camas, pudiéndose identificar claramente dos zonas dentro un mismo corral, una completamente saturada con las excreciones líquidas de los animales en el área próxima a los comederos, con un color marrón oscuro y de consistencia pastosa. Y la otra zona, parcialmente seca o húmeda con focos de deyecciones, de color marrón tipo tierra, de consistencia compacta en el centro por el pisoteo de los animales, donde los animales se postraban para descansar. En esta etapa, la evaluación de los parámetros se realizó con un intervalo de un día.
- **Tercera etapa:** de 18 días, comprendida entre el 07 y el 24 de diciembre del mismo año. Esta etapa inicia con la división de las camas en dos:
 - a. La primera área, compuesta por la zona parcialmente seca o húmeda, fue apilada simulando las condiciones de un estercolero o los montículos de estiércol dentro de los corrales esperando a ser dispuestos fuera de los mismos.
Esta porción de la cama de los corrales continuaron recibiendo los tratamientos hasta el final del experimento con el propósito de evidenciar el comportamiento físico y químico de las mismas. Las evaluaciones de los parámetros físicos se realizaron con un intervalo de tres días.
 - b. La segunda área, conformada mayoritariamente por la zona saturada de orín de donde se extrajeron las muestras de cuatro kilos cada una, para hacer el recuento de larvas al inicio de la etapa.

2.1. INOCULACIÓN DE LAS EXCRETAS CON MICROORGANISMOS

Se establecieron tres tratamientos y un control. Los tratamientos consistieron en tres soluciones con concentraciones de 1, 5 y 10 por ciento, de microorganismos benéficos y agua de la red de agua potable de la Universidad. El control o blanco no contuvo microorganismos benéficos (MOB's al cero por ciento), utilizándose únicamente agua.

Cada tratamiento se aplicó únicamente en un corral, usándose cuatro corrales con cuatro becerros en lactación en la primera etapa, para continuar luego sin la presencia de los animales en la segunda y tercera etapa, siendo el modo de aplicación de los tratamientos el siguiente:

2.1.1. DIRECTA

Una vez instaladas las camas de los corrales (al inicio de la primera etapa), se aplicaron los tratamientos mediante el pulverizador de agua directamente sobre el suelo, logrando cubrir toda la superficie de las camas del corral y las superficies de las instalaciones próximas a éste, en cantidades suficientes para lograr tener el suelo húmedo hasta el día siguiente.

2.1.2. INDIRECTA

Se proporcionó diariamente y durante todo el experimento, el agua de bebida con los microorganismos benéficos, en proporción de cinco litros de solución madre por cada 1,000 litros de agua de bebida (MOB's al 0.5 por ciento) en los tres corrales con tratamientos y agua sin MOB's para el control. Habiéndose ofrecido una dosis única de choque al inicio del experimento con una concentración de cinco por ciento de solución madre.

Además, se aplicó sobre el alimento de los comederos una solución al cinco por ciento de MOB's, replicándose hasta en cuatro oportunidades durante el mismo día.

2.2. MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DE LAS EXCRETAS EN LA ZONA DE INFLUENCIA LARVARIA

La temperatura fue registrada con un termómetro de sonda digital, el cual fue introducido directamente en el suelo tomándose en cinco puntos de cada corral en la primera etapa, seis puntos de control en la segunda etapa y en tres puntos en la tercera etapa del experimento, evitando introducir el termómetro en el excremento recién deyectado.

2.3. MEDICIÓN DEL pH DE LAS EXCRETAS

El pH fue registrado con un potenciómetro digital de mano de manera previa a la nueva aplicación, para medir el efecto de la última aplicación, usándose una dilución de diez a uno, 10 gramos de muestra y 100 ml de agua destilada. La mezcla fue colocada y agitada en una bolsa de plástico durante 30 minutos aproximadamente de manera previa a la lectura.

2.4. MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LAS EXCRETAS

La conductividad eléctrica fue medida en el laboratorio de la facultad de biología, con un equipo multi parámetro, se utilizó 10 gramos de muestra con 100 ml de agua destilada, ésta mezcla se homogenizó durante 10 minutos con un agitador magnético, luego por filtración se obtuvo el extracto de la muestra del cual se tomó una alícuota para hacer la medición por inmersión del electrodo.

2.5. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA DE LARVAS DE MOSCA, EN LAS EXCRETAS

Con una espátula se fue recogiendo pequeñas porciones de estiércol con una distancia de 20 cm entre cada punto de colección. Se recogió sub muestras de toda la zona saturada y hasta 20 cm fuera de esta, desde la superficie hasta el suelo. Luego se mezcló el estiércol obtenido y se reservaron cuatro kilos, constituyéndose así la unidad muestral.

Se tamizó y sobre la rejilla de menor graduación (1 mm^2) se fue colocando pequeñas porciones de estiércol y se fue colectando una a una las larvas de alrededor de un centímetro de longitud. Algunas larvas quedaron atrapadas en el tamiz al querer profundizarse debido al fototropismo negativo que experimentan, otras logran atravesar la malla del tamiz por lo que se colocó una batea para colectarlas.

Para poder coger las larvas de las porciones saturadas, se diluyó dichas porciones capturando las larvas flotantes, luego se exploró la muestra diluida sobre los tamices.

Luego las larvas colectadas de cada corral fueron escurridas, embolsadas y rotuladas de manera independiente, con etiquetas del mismo tamaño y forma, para luego ser pesadas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LAS EXCRETAS DURANTE EL PERIODO DE EVALUACIÓN

1.1. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA

En los Anexos I, II, III y IV, se presentan los resultados del monitoreo de la temperatura en los corrales con los tratamientos y el control, mientras que en el Anexo V se muestran los datos registrados de la temperatura ambiental durante todo el ensayo.

En la Figura 09, se presenta la cinética de temperatura de las diferentes etapas. La Primera etapa de 13 días, comprendida entre el 11 y el 23 de noviembre del 2014 (donde los corrales contenían a los terneros) y la segunda etapa de 13 días también, comprendida entre el 24 de noviembre y el 06 de diciembre (etapa sin terneros).

En relación a la temperatura en estas dos etapas, se aprecia que no hubo diferencias notables entre los tratamientos y el control. Y que, incluso la temperatura de los cuatro corrales se mantuvieron en un rango estrecho de dos grados Celsius de amplitud. Mientras que la oscilación de la temperatura de los cuatro corrales (variaron de 22 a 27 °C) mantuvo una diferencia de cinco grados Celsius por encima de la temperatura ambiental, (en promedio 20 °C).

La variación de la temperatura en estas condiciones se debe a la actividad microbiana autóctona de las excretas y adicionalmente por el efecto de los microorganismos benéficos añadidos al sistema. De manera similar Higa (2001), señala que la actividad de los microorganismos efectivos sobre un suelo de cultivo elevan la temperatura del mismo en dos a tres grados por acción de los microorganismos sobre la materia orgánica de éste.

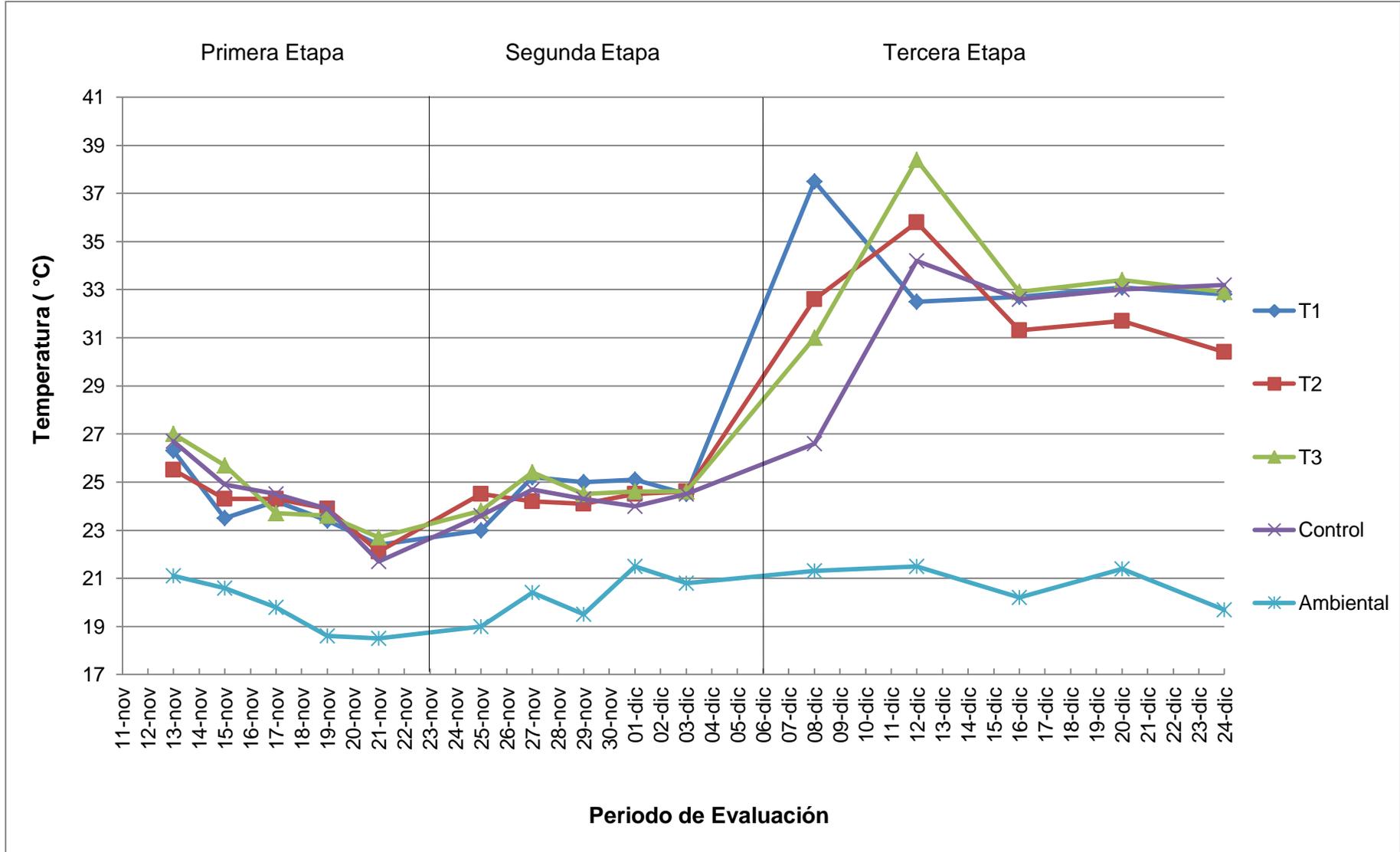


Figura 09: Temperatura media de las camas de los corrales durante las tres etapas del ensayo.

Los resultados son trascendentes porque se trató de simular el manejo normal que se tiene dentro de la granja en donde se colocan camas para los terneros y luego simplemente se deja saturar con excretas y orines. Bajo éstas condiciones térmicas, se ve altamente favorecida la cría de la mosca debido a que el rango óptimo de temperatura, para que las larvas puedan cumplir sus tres estadios de desarrollo, es de 23 a 30 °C (Gallego, 2006).

En la tercera etapa (de 18 días) comprendida entre el 07 y el 24 de diciembre del mismo año, simulando el manejo de la limpieza de los corrales, las excretas fueron apiladas dentro de los mismos formando montículos de estiércol a la espera de ser dispuestos fuera de las instalaciones de producción.

Con éstas condiciones, la temperatura de las camas apiladas se incrementó hasta en 16 °C llegando a alcanzar un valor de más de 38 °C, como fue el caso del corral que recibió la solución MOB's al 10 por ciento, en la segunda fecha de medición. Verificándose que las mayores temperaturas se lograron más rápidamente en las camas que recibieron los tratamientos como se aprecia en el primer día de evaluación de ésta etapa. No obstante, esto fue variando sin tener una definición clara hacia ninguna de las dosis de MOB's.

Se observa entonces, que un factor importante en la temperatura de la cama del corral es la disposición del mismo, es decir, que mientras las camas mantuvieron su forma normal horizontal, la temperatura no presentó resultados diferentes a los esperados. Pero cuando se formaron los montículos con las zonas secas de las camas, ésta se elevó más rápidamente en un inicio, donde se aplicaron los tratamientos a comparación del control, que tardó un poco más en elevarse significativamente y ubicarse dentro del rango de los corrales tratados.

El incremento de la temperatura al formarse los montículos se debe a la actividad microbiana y al efecto de la estructura del montículo en sí, que limita las pérdidas de calor generado por la descomposición de la materia orgánica, acumulando calor en las zonas internas de los montículos. Pero aun así, este incremento de la temperatura de los montículos, tampoco representa un factor de riesgo al desarrollo de las larva presentes en ellos, ya que se señala en la literatura que el punto crítico de éstas está alrededor de los 45 grados Celsius (Escolástico *et al.*, 2013). Otro autor confirma que la temperatura de supervivencia de la mosca doméstica bordea los 46 °C (Novartis, 2011, citado por Pérez, 2011).

Posteriormente, la temperatura disminuyó hasta bordear los 32 °C como se aprecia en los tres últimos datos. Esto claramente indica que se siguen generando condiciones de temperatura que favorecen el desarrollo de larvas de moscas debido a que el rango óptimo de temperatura para que se realice con éxito la pupación es de 30 a 37 °C (Novartis, 2011, citado por Pérez, 2011).

De manera general se puede decir que, los resultados de la medición de la temperatura de todos los tratamientos indican que ésta no tuvo una mayor relevancia en el control de las larvas de mosca ya que está se mantuvo dentro de los niveles de confort de las mismas, y que no fueron un factor limitante para el desarrollo de las larvas de mosca, durante este ensayo. Finalmente, se puede indicar que los MOB's no afectan la postura, el desarrollo de los huevos y larvas de las moscas a través de la temperatura.

1.2. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL PH

Los gráficos mostrados en la Figura 10 muestran la evolución de los valores de pH registrados durante todo el ensayo y que están contenidos en los anexos I, II, III y IV.

En la primera etapa del ensayo (13 días) comprendida entre el 11 y el 23 de Noviembre del 2014, se puede apreciar en la primera lectura, que el mayor valor de pH lo obtuvo el corral control con un resultado de 8.78, seguido de los corrales que recibieron los tratamientos T2 y T1 ambos con 8.52 y con el menor valor el tratamiento T3 con 8.46.

Esta diferencia entre los valores pudo deberse a que en el inicio del ensayo (11/11/14) se suministró en el agua de bebida un inculo del consorcio de microorganismos benéficos MOB's al cinco por ciento, como una dosis única de choque, seguida de la primera aplicación de los tratamientos. Sumado a esto, la adición de excretas frescas al suelo recién comenzaba y es por esto que, se puede apreciar los menores valores de pH en las camas que recibieron los tratamientos frente a lo registrado en el control.

Debido al efecto acidificante de los tratamientos sobre el pH de las camas, como sugieren los resultados encontrados en un ensayo previo el día 11/11/14, donde se evaluó el pH de las camas antes y después de aplicar los tratamientos como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19: Efecto acidificante de los tratamientos sobre el pH de las camas recién instaladas.

Corrales	pH de los tratamientos	Concentración de MOB's (%)	pH de las camas	
			Previo a la aplicación de los tratamientos	Posterior a la aplicación de los tratamientos
T1	7.44	1	8.12	7.92
T2	6.99	5	8.07	7.76
T3	5.95	10	8.16	7.68
T4: Control	7.86	0	8.18	8.19

Previo: Camas recién instaladas, sin haber recibido tratamiento.

Posterior: Una hora después de la primera aplicación de los tratamientos (aprox.).

pH de la solución MOB's al 100 por ciento : 4.55.

Los datos presentados en la Tabla 19 muestran el efecto de los tratamientos sobre el pH de las camas, registrados inmediatamente después de haber sido aplicados. No obstante, durante el ensayo no se observaron valores similares debido a que las evaluaciones del pH se realizaron 48 horas después de las aplicaciones

Durante la primera etapa del experimento se puede apreciar en general un incremento en el pH de los corrales tratados y el control. Conforme avanzaron los días y con éstos, empezó a acumularse las excretas (estiércol y orín), se aprecia que las camas donde se aplicaron los tratamientos T1, T2 y T3 incrementaron el valor del pH, mientras que la cama control se mantuvo en un rango de valores cercanos (8.78, 8.73, 8.76 y 8.79). Debido a que no experimento el descenso del pH que sí experimentaron los corrales tratados con la dosis de choque y la primera aplicación de los tratamientos.

El efecto alcalinizante del estiércol al ser incorporado al suelo, fue descrito en el trabajo de Jiménez *et al.*, (2004), donde se atribuye esta propiedad a la presencia del calcio, magnesio y al carbono orgánico. Es por eso que se puede apreciar como rápidamente se va elevando el valor del pH de todos los corrales hasta alcanzar valores de pH cercanos a nueve, resultados que corroboran lo descrito por Saña y Soliva (2006), quienes afirman que los valores de pH de las excretas frescas de bovino oscilan entre 8.4 y 9.0.

Ya en la segunda etapa (de 13 días) que duró del 24 de noviembre al 06 de diciembre del mismo año y sin la presencia de los animales dentro de los corrales, que detuvo la incorporación de excretas frescas, el pH de las cuatro camas osciló de manera similar, debido a las características de las excretas incorporadas al final de la primera etapa del ensayo, que mantuvieron un valor alto del pH y relativamente estable (entre 8.9 y 9.1).

Estos resultados mantienen concordancia con lo descrito en la literatura la cual señala el carácter altamente alcalino de las excretas frescas frente a los valores menores de pH de las excretas con algún tiempo de estabilización (de 02 a 05 meses) las cuales mantendrían un pH de 7.0 a 8.0 (Luévano y Velásquez, 2001, citados por Sánchez 2009)

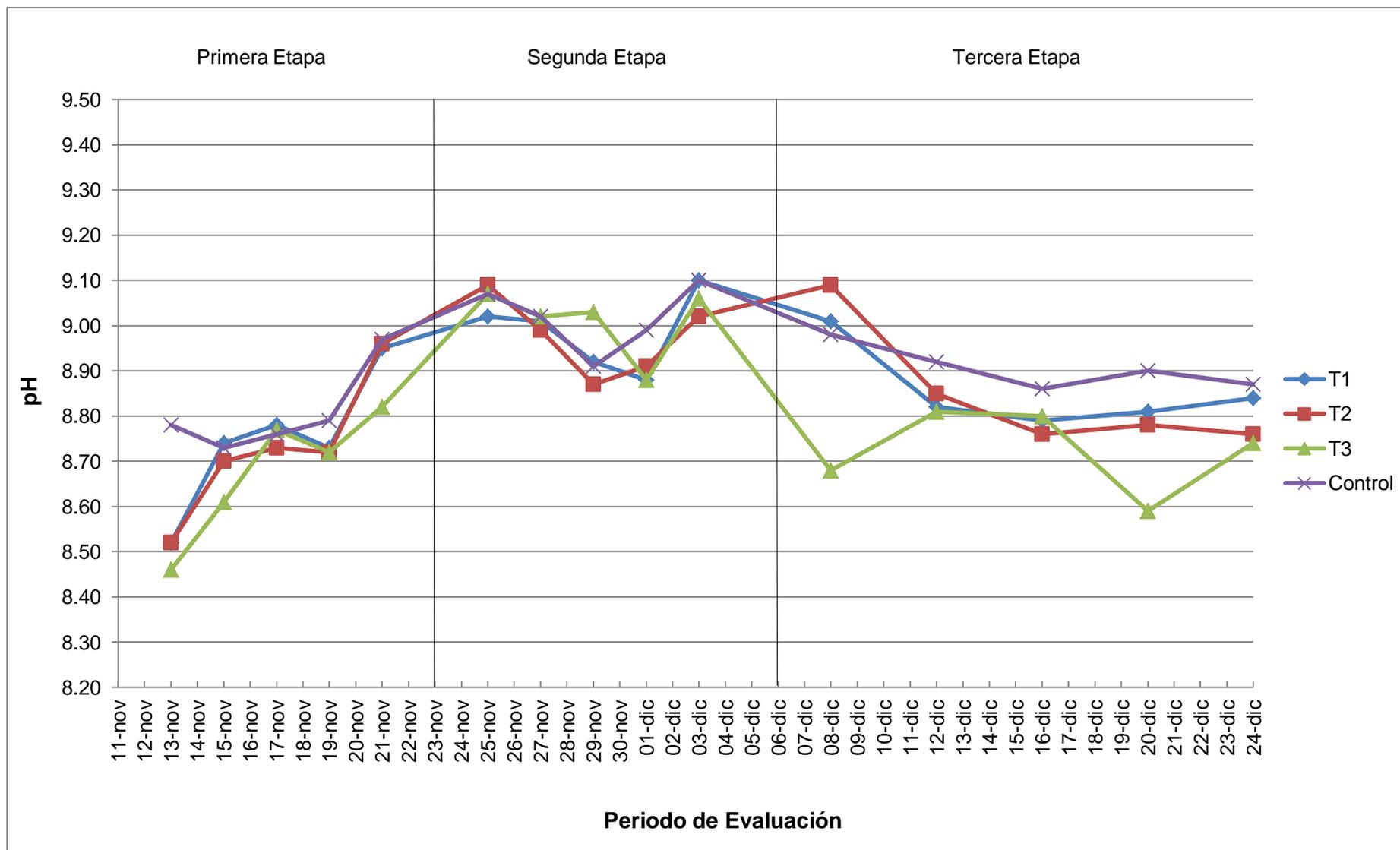


Figura 10: Cinética del pH encontrado durante las tres etapas del ensayo.

Ya en la tercera etapa (de 18 días) que duró del 07 al 24 de diciembre del 2014, se observó una tendencia descendente de los valores de pH, en las cuatro camas siendo más marcada en aquellas que recibieron los tratamientos, frente a los valores del control que mostraron un descenso ralentizado o atenuado.

La oscilación en los valores del pH de las camas que recibieron los tratamientos, puede deberse al efecto amortiguador de la materia orgánica que genera resistencia frente a la acidez de los tratamientos. Tisdale *et al.*, (1985), citado por García (1994), afirman sobre el estiércol que; «incrementa la capacidad buffer cuando hay cambios drásticos de pH».

La tendencia descendente del pH en la tercera etapa del experimento, donde las excretas generadas en la primera etapa continuaron su descomposición, podría explicarse con la idea del agotamiento de los compuestos orgánicos, debido al proceso de degradación y al consumo de éstos, por parte de los microorganismos del medio con lo que se reduciría la capacidad amortiguadora del medio, frente a la acidez que propician los tratamientos. Acontecimientos reportados por la literatura la cual menciona, que los microorganismos degradan de la materia orgánica alterando las condiciones del medio, reduciendo el nivel de nutrientes biodisponibles (CORPOICA, 2007).

Por otro lado, la Figura 11 muestra los resultados obtenidos en la zona saturada de orín, la cual se estableció al final de la primera etapa del ensayo y su aparición determinó el inicio de la segunda etapa, ya que denotaba que en el corral había suficiente estiércol y orín como para viabilizar la presencia de larvas de moscas.

Con relación a estos resultados se puede decir que, el seguimiento del pH en esta etapa y en esta zona, denotó que en los cuatro corrales y en las cinco lecturas realizadas, los valores de pH fueron más bajos que los registrados en las zonas parcialmente secas o húmedas de cada corral, al comparar las dos zonas de un mismo corral.

Y esto puede ser el resultado de la mayor presencia de *Lactobacillus* registrada en el análisis microbiológico, los cuales estarían liberando más compuestos ácidos al medio. Como lo sugiere otro estudio, donde el incremento de la actividad deshidrogenasa en los horizontes de humus de dos suelos, asociada a la mayor actividad microbiana, se da en condiciones hipóxicas producidas por un alto contenido de agua (Glinski *et al.*, 1983 y 1986, citados por Ramos y Zúñiga, 2008).

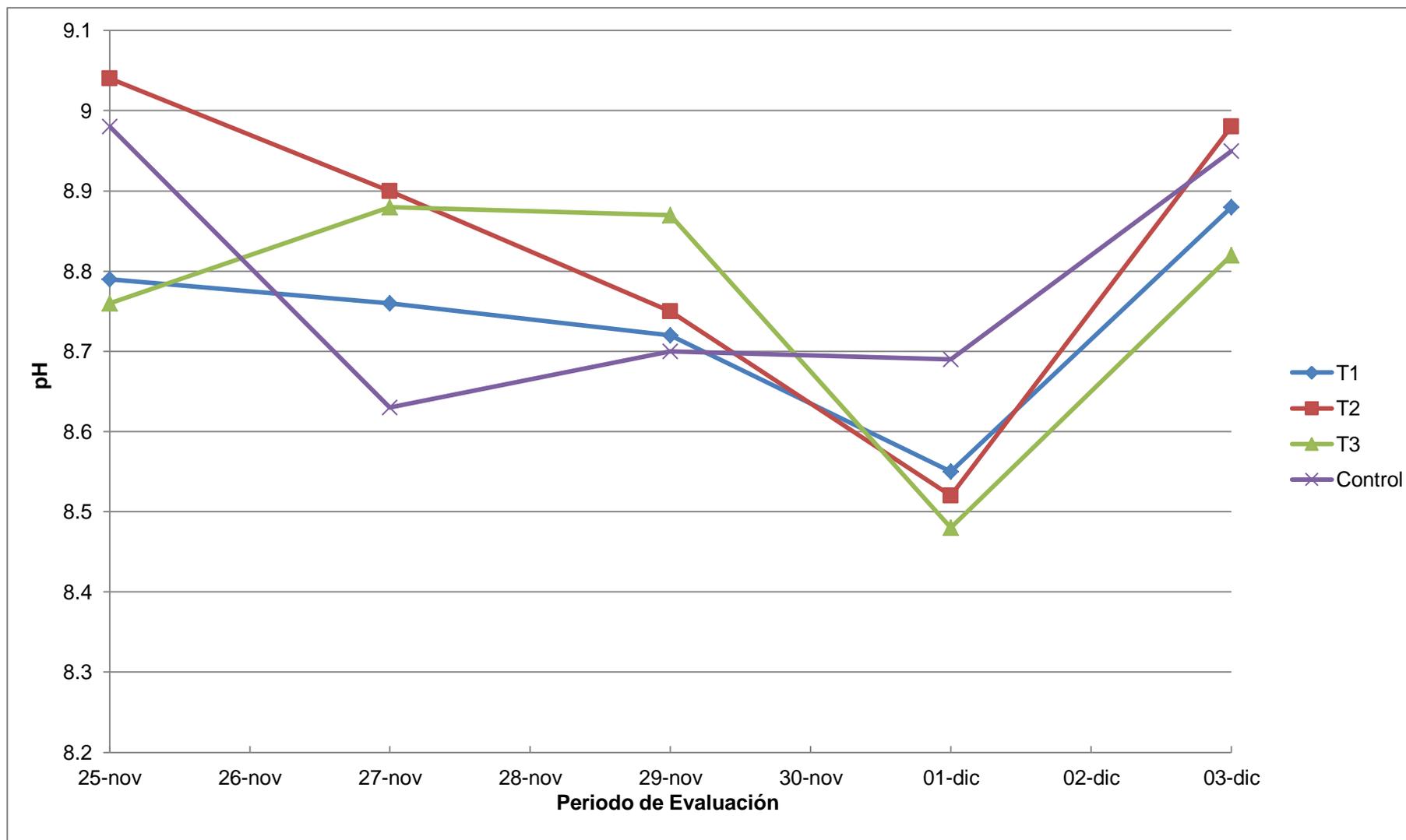


Figura 11: Cinética del pH encontrado en la zona saturada de orín de cada corral durante la segunda etapa del ensayo.

Además, que el líquido que se encuentra saturando el medio va a obstaculizar la dinámica normal del CO₂, producto de la respiración microbiana, quedando éste disuelto en el medio, es decir en forma de CO₂ rodeado de moléculas de agua, el cual va a formar ácido carbónico, entre otras especies (Colín y Jiménez, 2003), incorporando más acidez al suelo.

En todos los casos, los valores de pH registrados en los cuatro corrales se mantuvieron dentro de lo contemplado por la literatura, como la cinética normal del pH de las excretas de vacuno.

Por lo tanto se puede afirmar que el pH de los corrales tratados no fueron un factor limitante ni crítico para el desarrollo larvario de moscas, al no presentar mayores diferencias con el control ni con los valores de pH esperados según lo señalado por la literatura. Con lo que se puede decir que los tratamientos con MOB's no tuvieron un efecto controlador del desarrollo larvario de moscas a través del pH, en este ensayo.

1.3. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Los gráficos mostrados en la Figura 12 muestran la evolución de los valores de la conductividad eléctrica CE registrados durante todo el ensayo y que están contenidos en los anexos I, II, III y IV.

En la primera etapa del experimento (de 13 días) desarrollada entre el 11 y 23 de noviembre del 2014, se reportaron valores de la conductividad eléctrica CE de los tres tratamientos y el control, cercanos entre sí. Con un valor inicial para todos los corrales que bordeaba los 9 dSm^{-1} .

Estos valores encontrados de la CE al inicio del ensayo mantuvieron relación con lo citado en la literatura, que menciona de manera análoga, que los suelos agrícolas tratados con estiércol lograron incrementar los valores de la CE de 2 dSm^{-1} a 8 dSm^{-1} , donde se aplicó 160 toneladas de estiércol por hectárea al cabo de cinco años (Trejo *et al.*, 2013).

Entonces, para el caso de las camas de los corrales que están compuestas en un 100 por ciento de excretas, con algunas semanas de estabilización, estos valores cercanos a 9 dSm^{-1} son el resultados de la CE de las excretas frescas, las cuales pueden llegar a tener valores de 6 dSm^{-1} como refieren Saña y Soliva (2006), más el efecto de la mineralización del estiércol que libera altas cantidades de cationes y aniones salinizando el medio (Trejo *et al.*, 2013). Sumado a esto, también se debe considerar el efecto salinizante de la degradación de las poblaciones bacterianas que liberan sales incrementando la CE (Laos, 2003, citado por Pozo 2008).

Ya en la segunda etapa (de 13 días), comprendida entre 24 de noviembre y el 06 de diciembre del 2014. Y como se muestra en la Figura 12, que los niveles de la CE para los cuatro corrales experimentaron una fase estacionaria a diferencia de la tendencia decreciente en la primera etapa. Esta variación en la tendencia decreciente de los valores de la CE en la segunda etapa puede deberse al efecto de las excretas generadas en la primera etapa, las cuales formaron sustancias alcalinizantes. Ya que como se refiere en la literatura el estiércol eleva la conductividad eléctrica del suelo (Salazar-Sosa *et al.*, 2004)

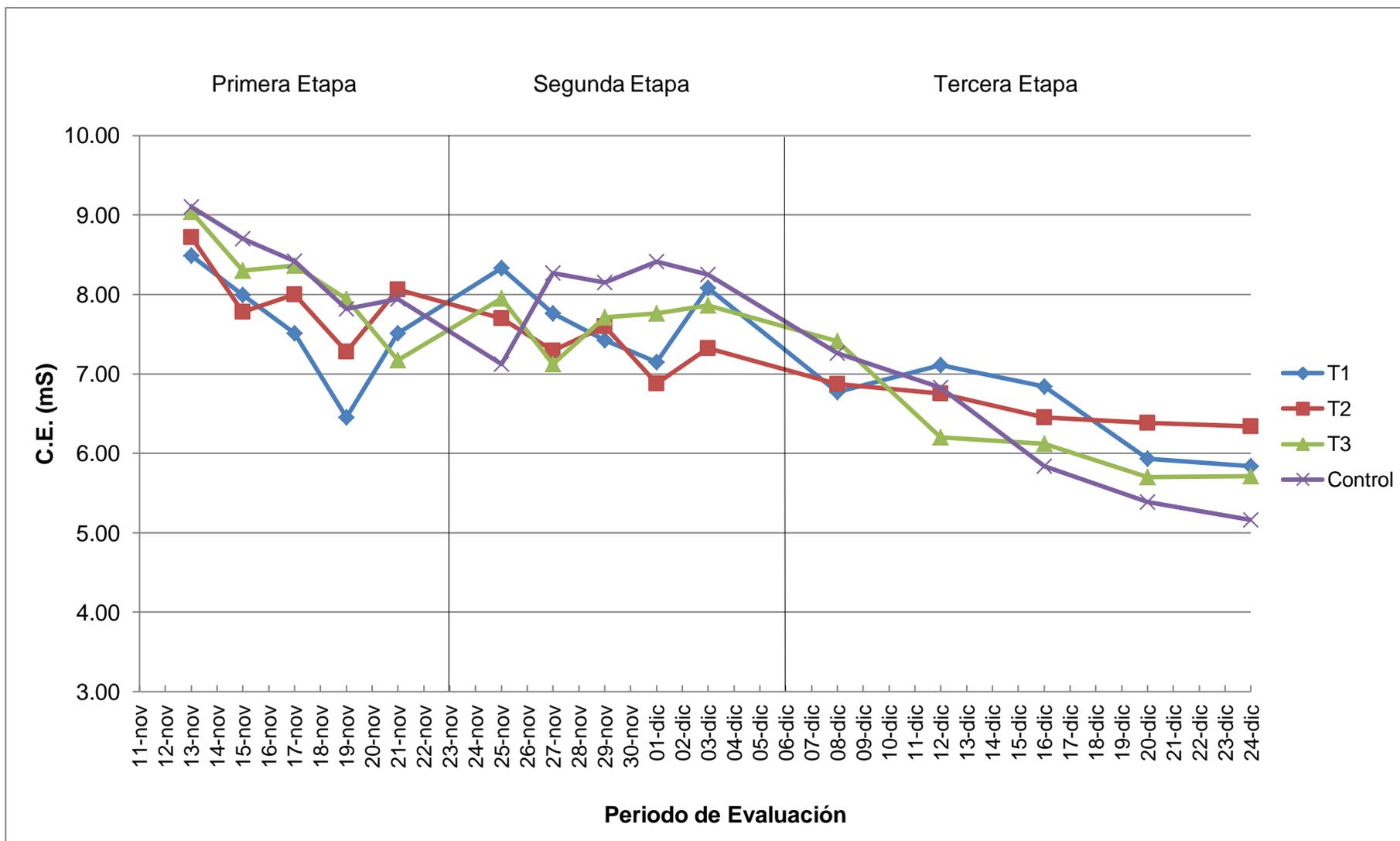


Figura 12: Cinética de la conductividad eléctrica encontrada durante las tres etapas del ensayo.

Durante la tercera etapa (de 18 días), comprendida entre el 07 y el 24 de diciembre del mismo año. Se aprecia que los valores de la CE continuaron descendiendo de manera similar a la primera fase, no pudiéndose evidenciar diferencia alguna entre el comportamiento de los valores de la CE entre los tratamientos y el control.

Según lo encontrado en la literatura, es de esperarse que con el paso del tiempo el nuevo material orgánico que se fue incorporando en la primera etapa, proporcione más sales al medio elevando los niveles de CE como se observó en la segunda etapa.

Pero, según lo observado en la Figura 12, durante la tercera etapa, los niveles de la CE comenzaron a descender, manteniendo un comportamiento similar en los tres tratamientos y el control, incluso alcanzaron valores finales cada vez menores. Es decir, los valores registrados de la CE mostraron en todos los corrales una tendencia decreciente de manera general de principio a fin.

Éste descenso de la CE se puede explicar debido a la continua aplicación de los tratamientos líquidos, que tuvieron un alto contenido de agua (entre 90 y 100 por ciento de agua), la cual solubilizó las sales movilizándolas junto con ella, a través del suelo hacia zonas más profundas, lavando las áreas superficiales de las camas reduciendo la presencia de sales en dichas áreas. De manera similar a lo señalado por Laos (2003), citado por Pozo (2008), quién afirma que la aplicación continua de agua sobre una pila de compostaje reduce los niveles de CE al provocar una alta difusión de las sales contenidas en ella.

Es por esto, que se produjo el descenso observado de la CE, conforme transcurrió el tiempo y con éste el aumento de las aplicaciones del líquido de los tratamientos que lixiviaron los minerales de las zonas evaluadas.

Por otro lado, se observa a partir de la Figura 13, que la conductividad eléctrica de la zona saturada de orín presentó valores iniciales dentro del rango 5.5 y 6 dSm^{-1} para todos los tratamientos, mientras que en el mismo periodo de tiempo los valores reportados de la zona seca o parcialmente húmeda estuvieron dentro del rango de 7 y 8.5 dSm^{-1} .

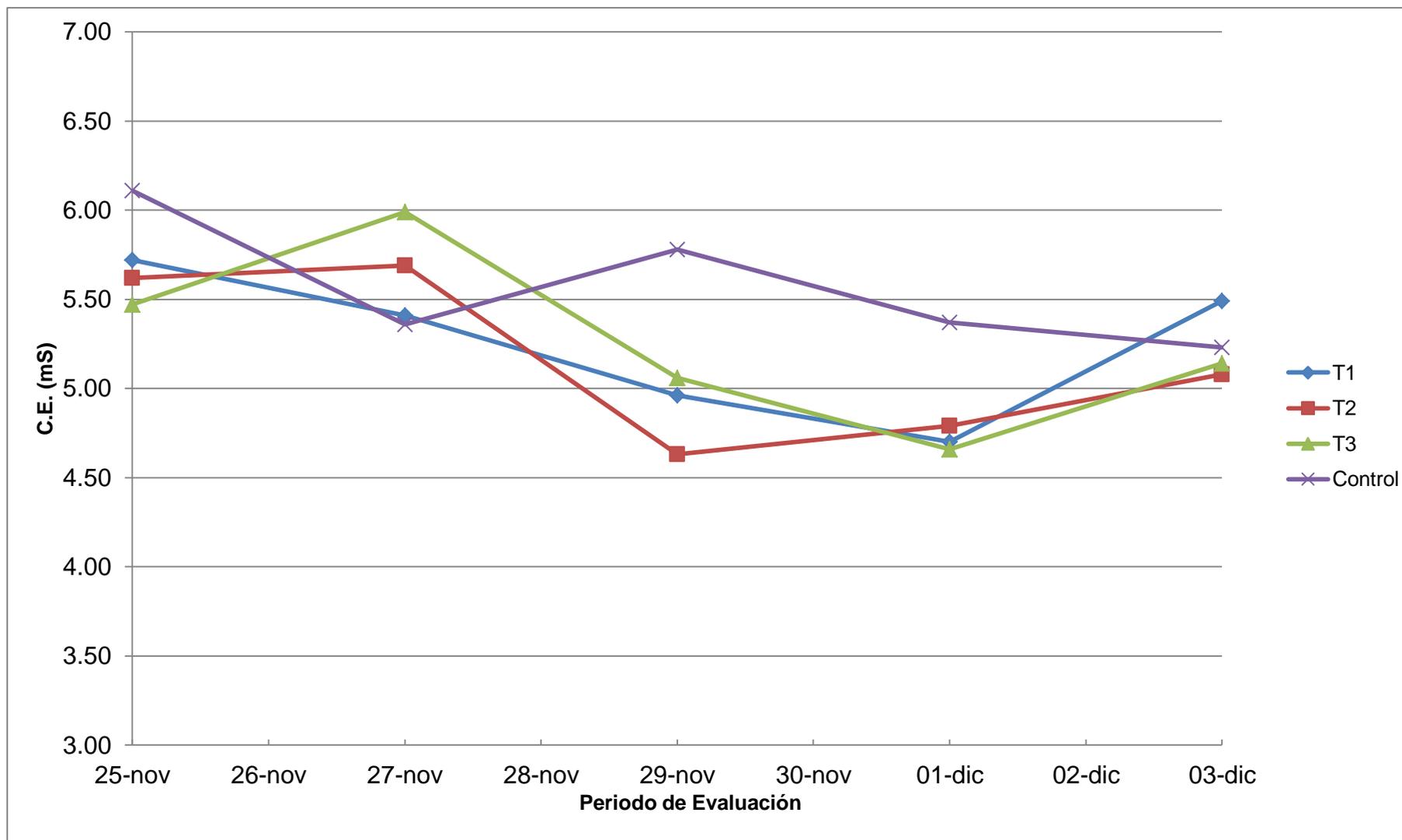


Figura 13: Cinética de la conductividad eléctrica de las zonas saturadas de orín durante la segunda etapa del ensayo.

Ésta diferencia en los valores de ambas zonas podría estar sustentada en el mayor contenido de humedad del medio saturado, que debió presentar un mayor nivel de solubilización de los minerales, haciendo que por gravedad se transloquen hacia áreas más profundas más rápidamente, que en el caso de la zona seca, que dependía de las aplicaciones para que se produzca la lixiviación.

En todos los casos los tratamientos no presentaron efectos marcados en los valores de la conductividad eléctrica, salvo el descenso de la misma por lixiviación. Además, los valores encontrados y los cambios observados en la conductividad eléctrica no presentaron diferencias entre los tratamientos y el control evidenciando que la aplicación de MOB's no produjo ningún efecto en la conductividad eléctrica de las camas tratadas. Así también, los valores registrados de la CE mantuvieron concordancia con lo descrito en la literatura con lo que se puede decir que la CE reportada en este experimento no represento ser ningún factor limitante en el control del desarrollo larvario de moscas.

Se puede afirmar entonces que los MOB's no actuaron como agentes controladores del desarrollo larvario de moscas a través de la conductividad eléctrica de las camas, durante este ensayo.

2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LAS EXCRETAS DURANTE EL PERIODO DE EVALUACIÓN

2.1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.

Los resultados de los análisis microbiológicos se reflejan en tres momentos de la evaluación, cada uno con condiciones particulares, donde los primeros análisis con fecha 10/11/14 se realizaron sobre muestras de las camas recién instaladas, es decir, sobre estiércol seco con algunas (6 y 8) semanas de antigüedad.

Los resultados con fecha 05/12/14, corresponden a las muestras extraídas de las zonas saturadas de orín, es decir, a las excretas frescas al término de la segunda etapa. Y por último, los resultados con fecha 26/12/14 corresponden a las muestras extraídas de los montículos formados a partir de las zonas secas o parcialmente húmedas de las camas, al final del ensayo.

En el análisis de los resultados de la Tabla 20 se puede observar que al inicio del experimento se tenía una población microbiana de 16×10^4 UFC por gramo de excreta, representada como mesófilos aerobios viables y se puede afirmar que las excretas venían con un título de Coliformes totales de 50×10^2 UFC por gramo de muestra y Coliformes fecales de 500 UFC por gramo de muestra, que dieron las características iniciales a las excretas utilizadas como camas.

Además, se pudo observar la presencia de *Lactobacillus* sp., los cuales forman parte de la flora microbiana de los vacunos. Este resultado es corroborado por Allison (2004), quién menciona que los *Lactobacillus* sp., forman parte de la microfauna habitual del rumen y del intestino grueso.

En la Tabla 20, también se puede observar que al final de la segunda etapa la carga microbiana total se había incrementado en uno o dos logaritmos en todos los tratamientos y en el control, llegando el control a tener la máxima población microbiana ($>16 \times 10^6$ UFC/g), seguido del tratamiento 2 (92×10^5 UFC/g).

Tabla 20: Análisis microbiológico del estiércol de los corrales realizados en tres momentos del ensayo.

Momento del ensayo	<u>1^{era} Etapa</u>		<u>2^{da} Etapa</u>				<u>3^{ra} Etapa</u>			
Fecha de muestreo	10-nov-14		05-dic-14				26-dic-14			
Tipo de muestra	<u>Mezcla 4 corrales</u>	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>Control</u>	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>Control</u>	
Recuento de Aerobios mesófilos (UFC/g)	16 x 10 ⁴	51 x 10 ⁵	92 x 10 ⁵	25 x 10 ⁵	>16 x 10 ⁶	42 x 10 ⁵	66 x 10 ⁵	21 x 10 ⁵	95 x 10 ⁵	
Enumeración de Coliformes totales (NMP/g)	50 x 10 ²	>11 x 10 ²	>11 x 10 ²	>11 x 10 ²	>11 x 10 ²	>11 x 10 ²	>11 x 10 ²	50 x 10	>11 x 10 ²	
Enumeración de Coliformes fecales (NMP/g)	50 x 10	>11 x 10 ²	>11 x 10 ²	>11 x 10 ²	>11 x 10 ²	50 x 10	>11 x 10 ²	20 x 10	>11 x 10 ²	
Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp (UFC/g)	26	28 x 10 ⁴	12 x 10 ⁴	21 x 10 ⁵	11 x 10 ⁶	36 x 10 ³	19 x 10 ³	42 x 10 ³	40 x 10 ²	

FUENTE: Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso”, UNALM. Ver Anexos VI al XIV.

Sin embargo, la mayor población de *Lactobacillus* sp., se encontró en el control y en el tratamiento 3, llegando a un título de 11×10^6 UFC por gramo de excreta y 21×10^5 UFC por gramo de excreta, respectivamente.

En ambos casos no se observó que hayan tenido ningún efecto en la concentración de los Coliformes totales o fecales, debido a que los Coliformes totales y fecales se mantuvieron en un título $>11 \times 10^2$ UFC por gramo, para el control y los tres tratamientos durante ésta etapa.

En la Tabla 20, también se puede observar que al final de la tercera etapa la carga microbiana total había disminuido ligeramente en todos los tratamientos y en el control, llegando éste último a tener la máxima población microbiana (95×10^5 UFC/g), seguido del tratamiento 2 (66×10^5 UFC/g).

Sin embargo, la mayor población de *Lactobacillus* sp., se encuentra en el tratamiento 3, que llegó a un título de 42×10^3 UFC por gramo de excreta. En este caso si se observó que hubieran tenido un efecto notable en la concentración de los Coliformes totales y fecales. Los cuales disminuyeron drásticamente a valores de 500 y 200 UFC por gramo de excreta respectivamente.

En concordancia con lo observado, en la literatura citada se menciona que los *Lactobacillus* presentan poder antimicrobiano capaz de eliminar poblaciones de *E. coli*, en el tracto digestivo cuando son ingeridas como probióticos (Rodríguez, 2006). De manera similar Higa (2001), hace referencia al fuerte efecto esterilizante que exhiben los metabolitos producidos por las bacterias ácido lácticas, capaces de eliminar patógenos del suelo.

Por otra parte, se puede observar que el control a pesar de haber tenido el título más alto de *Lactobacillus* sp., en la segunda etapa y de haber terminado con una población cercana a la del tratamiento 3 con 40×10^2 UFC por gramo de excreta, no fue efectivo en la reducción de Coliformes.

Esto indicaría que la población natural de *Lactobacillus* sp., que vienen con las excretas no tienen la capacidad de producir sustancias antagónicas como bacteriocinas en comparación a los *Lactobacillus* sp., que vienen con los MOB's. De manera similar, Pereyra y Perla (2011), en un trabajo de evaluación de residuos orgánicos con adición de bacterias ácido

lácticas, encontraron que, el control a pesar de tener un título de 28×10^8 UFC de *Lactobacillus* sp., autóctonos por gramo de muestra, también tuvo un título de 93×10^4 UFC de Coliformes totales por gramo de muestra. Mientras, que el tratamiento con menor cantidad de bacterias ácido lácticas (47×10^7 UFC de *Lactobacillus* sp., introducidos/g de muestra), reportó la ausencia de Coliformes totales, al igual que todos los tratamientos con *Lactobacillus* sp., introducidos. Indicando que a pesar de tener un menor número de bacteria ácido lácticas, éstas habían sido más efectivas en el control de los Coliformes totales y que los microorganismos añadidos tenían mejores cualidades que los autóctonos en la producción de compuestos antagónicos como las bacteriocinas.

Por lo tanto se puede afirmar que tras la aplicación de los tratamientos conteniendo los MOB's se logró aumentar el número de *Lactobacillus* sp., presentes en las camas de los corrales en la tercera etapa del experimento, en comparación con el control y al comparar con los datos iniciales. Y que el tratamiento con MOB's al 10 por ciento exhibió el mayor efecto controlando la carga de Coliformes totales y fecales.

2.2. RESULTADO DEL RECUENTO DE LARVAS DE MOSCA RECUPERADAS DE LAS MUESTRAS

En la siguiente Tabla se presentan las cantidades en gramos de larvas recuperadas de las muestras de cada corral, en una relación de gramos de larvas por kilogramos de excreta.

Tabla 21: Relación entre los gramos de larvas encontradas y el peso de la muestra.

Microorganismos Benéficos (%)	g Larvas / kg Estiércol	
	Lectura en Campo	Lectura en Laboratorio ⁽¹⁾
1 (T1)	5	4.56
5 (T2)	2	1.76
10 (T3)	1	1.14
0 (T4 o Control)	11	10.52

(1) Datos obtenidos con balanza analítica.

Se puede apreciar que la muestra con mayor cantidad de larvas fue la que no recibió tratamiento denominada “T4” (muestra control), mientras que las muestras tratadas con microorganismos presentan cantidades menores de larvas. Conforme aumenta la concentración de microorganismos, menor es la cantidad de larvas en las excretas.

Se puede inferir entonces, que el uso de una solución con microorganismos benéficos (MOB's) durante toda la permanencia del estiércol dentro de la granja (desde su producción, acumulación y el acopio previo a ser retirado de las instalaciones), ha alterado la aptitud de las excretas como un medio favorable para la presencia y desarrollo de larvas de mosca.

Se sabe que el proceso natural de degradación de las excretas de vacas esta mediada por las condiciones ambientales externas y por las características microbianas propias de la excreta. En un inicio las excretas salen con una temperatura aproximada de 38 °C, un pH mayor a 8.0, con una composición de nutrientes que provocan olores propios, una humedad mayor a 60 por ciento y con una carga microbiana proveniente del rumen que principalmente es anaeróbica y anaerobia facultativa como lo señala (Grudsky y Arias, 1983), siendo estas condiciones compatibles con los requerimientos de las moscas grávidas

para ovipositar. En un estudio de reconocimiento de condiciones simbióticas entre microorganismos y moscas Lam (2010), denomina a estas condiciones como señales de oviposición (“*oviposition cues*”).

La adición de microorganismos benéficos que principalmente contienen bacterias ácido lácticas (BAL) y en solución diversos ácidos, entre ellos ácido láctico, modifican las condiciones físicas, químicas y biológicas del medio, y actúan de manera directa en los microecosistemas que requieren las moscas para ovipositar, cambiando las señales de oviposición. También los microorganismos benéficos al interactuar con las excretas liberan al entorno diversos productos metabólicos propios de cada especie con la respectiva modificación de las características iniciales del medio biótico y abiótico.

Los mecanismos de acción de los MOB’s podrían estar asociados a lo siguiente:

- Acidificación del medio, con la subsecuente alteración del potencial de óxido – reducción del mismo, cambiando la configuración química de los compuestos iniciales del entorno (que podrían afectar la disponibilidad de algunos nutrientes y micronutrientes).
- Liberación de metabolitos con diversas propiedades antagónicas como bactericidas e insecticidas;
- Propiciar el agotamiento de compuestos que actúan como nutrientes para microorganismos nativos y que también son útiles para las larvas de mosca, ya que éstas son heterótrofas y dependen del medio para alimentarse;
- Transformación de compuestos que inicialmente resultan ser atractivos para las moscas, direccionándolas hacia otras áreas para la ovipostura.

De todos estos efectos químico-biológicos el efecto bactericida y/o bacteriostático promovido por los microorganismos benéficos, podría ser el más importante porque altera la organización microbiana natural de las excretas, afectando con esto el desarrollo de las larvas. Debido a que se ha demostrado en diversos estudios que las larvas (de varios tipos de mosca) requieren de una comunidad microbiana activa, para lograr desarrollarse (Spiller 1964; Schmidtman y Martin, 1992 y Zurek *et al.*, 2000, citados por Akhtar, 2008). El principio de esta dependencia no era conocido por el autor, pero sus datos le indicaron que las bacterias les proporcionan nutrientes esenciales, como por ejemplo las vitaminas

(Silverman y Silverman, 1953; Schmidtman y Martin, 1992 y Zurek *et al.*, 2000, citados por Akhtar, 2008).

La idea anteriormente planteada toma mayor relevancia con el avance del conocimiento de las relaciones simbióticas entre microorganismos y moscas. En un estudio desarrollado por Lam (2010), se concluye que la oviposición requiere de la presencia y cantidad específica de microorganismos asociados a los huevos, los cuales pueden estimular o inhibir la oviposición, además de servir como fuente de recursos alimenticios.

Y que, algunos de estos microorganismos son introducidos al medio por las moscas adultas junto a los huevos, transmitiéndose de generación en generación para lograr el éxito del desarrollo larvario, ya que estas bacterias (entre ellas *Klebsiella oxytoca*) tienen la capacidad de deprimir el crecimiento de hongos que compiten con las larvas por los mismos recursos limitando su desarrollo, al punto tal, que cuando los hongos han colonizado el estiércol tres días antes de la oviposición, todas las larvas que emergen de los huevos mueren, debido a que el ritmo de colonización del hábitat es un factor importante en el resultado de la competencia entre hongos y las larvas de *Musca domestica* (Lam, 2010).

Lam, (2010) señala que las bacterias entre ellas *Klebsiella oxytoca* (asociadas a las moscas y huevos), generan compuestos volátiles llamados semioquímicos que inicialmente promueven la oviposición y que la ausencia de estas poblaciones de enterobacterias ocasiona un efecto repelente indirecto al no estimular la oviposición.

En este mismo sentido, se puede inferir que la introducción y colonización de los microorganismos benéficos (MOB's) produce alteraciones físicas, químicas y biológicas que deprimen el estímulo atrayente del medio, debido a que las características externas del estiércol afectan el comportamiento de la oviposición.

Según refiere la literatura, las moscas utilizan en la evaluación de la zona adecuada de ovipostura, señales visuales y táctiles, además de señales químicas emitidas por los huevos y larvas (Gauthier *et al.*, 1996; Agboka *et al.*, 2002, citados por Lam, 2010), que estimulan la postura de otras hembras grávidas para formar masas de huevos como se aprecia en la Figura 10. Ésta estrategia le permite a las moscas superar los efectos adversos de los hongos que aún no se han establecido bien en el estiércol, debido a que la oviposición agregada (en masa) proporciona beneficios como mantener húmedo y cálido el material

orgánico (Bryant, 1970; Barnard y Geden, 1993, citados por Lam, 2010), además que limita el crecimiento de los hongos que compiten por nutrientes (Zvereva, 1986, citado por Lam, 2010).

En la Tabla 22 se muestra el número de masas de huevos contabilizadas desde la primera observación de éstas, en el control, por la tarde el día que se retiraron los animales. Los corrales recibieron los tratamientos de manera previa a la observación de la primera masa de huevos.

Tabla 22: Zonas de oviposición claramente visibles encontradas en los corrales.

Tiempo (Horas)	Tratamientos	Masas de huevos	Observaciones
0	T1	0	<ul style="list-style-type: none"> - La primera masa de huevo se observó por la tarde (6:00 pm), en el control. - Mayor actividad de las moscas domésticas (sobrevolando y caminando) sobre el control. - Presencia de unos insectos voladores muy pequeños en todos los corrales a un metro de altura que volaban formando una nubosidad. - Mayor cantidad de pupas rotas y enteras en el control que en los demás corrales. - Presencia de pupas enteras vacías en el corral que recibió el T3.
	T2	0	
	T3	0	
	T4: Control	1	
14	T1	6	<ul style="list-style-type: none"> - Las masas de huevos tenían alrededor de 1 cm de diámetro y solo una de 4 cm en el control. - La actividad de las larvas en el control se oía como un líquido efervescente.
	T2	1	
	T3	2	
	T4: Control	11	
24	T1	0	<ul style="list-style-type: none"> - La actividad de las larvas en el control se oía como un líquido efervescente.
	T2	0	
	T3	0	
	T4: Control	0	

Es posible que la presencia de las masas de huevos encontradas en todos los corrales pero en mayor cantidad en el corral sin tratamiento como se aprecia en la Tabla 22, al día siguiente del retiro de los animales, sea una señal de que el área del ensayo en general está produciendo un efecto inhibitorio de la oviposición, debido a que las hembras de mosca

grávidas al no encontrar fácilmente otros sitios idóneos comenzaron a depositar sus huevos en zonas elegidas por otras moscas previamente, formando estas masas de huevos grandes.

A continuación en la Figura 14 se aprecia una imagen del control el día de la observación de las masas de huevos, las cuales fueron contabilizadas en función a su tamaño (no menor a un centímetro de diámetro). Para resaltar la ubicación se colocó unas marcas blancas cerca a éstas, debido a que algunas zonas de oviposición se encontraban en planos que no permitían su observación en esta fotografía, la cual se tomó a 1.60 metros de distancia.



Figura 14: Once puntos de ovipostura agregada visibles sobre la zona saturada de líquido, observados en el control al día siguiente del retiro de los animales. En amarillo se resalta la masa de huevos de mayor tamaño.

Lam (2010), concluye en su investigación que los hongos bien establecidos impiden que las larvas se desarrollen en adultos y que las moscas evitan ovipositar en las zonas colonizadas por estos hongos (aislados en el ensayo; *Phoma spp.*, *Fusarium spp.*, y *Rhizopus spp.*), identificándolas debido a la liberación de trisulfuro de dimetilo y el 2-feniletanol, semioquímicos que reducen significativamente la oviposición.

Entonces, se puede afirmar que las moscas tienen la capacidad de distinguir las zonas inadecuadas para la ovipostura y de reorientar su intención, según las señales que van percibiendo del medio durante su proceso exploratorio. Y que la decisión de ovipostura

también está en función de las características microbiológicas del medio, requiriendo para que suceda esto, condiciones microbiológicas específicas como la presencia y cantidad de determinados microorganismos entre ellos la enterobacteria *Klebsiella oxytoca*. Y que cualquier cambio de estas condiciones afecta el comportamiento de la oviposición.



Figura 15: Masa de huevos de mayor tamaño observada en la figura anterior.

Por lo tanto, los resultados presentados en la Tabla 22 a partir de la observación de la presencia de las masas de huevos encontradas y según lo que refiere la literatura, refuerzan la idea de que las excretas tratadas con las soluciones de cultivos mixtos de microorganismos benéficos (MOB's), han producido un efecto inhibitor de la oviposición, generando estas diferencias en el número de zonas de ovipostura agregada entre los corrales.

Esta afirmación se puede apoyar en los resultados microbiológicos obtenidos, que señalan que tras la aplicación de los MOB's, se logró reducir la carga bacteriana de las camas y más específicamente se deprimió la población de Coliformes totales y fecales, como se observó en la tercera etapa del ensayo y más claramente con el tratamiento 3 (MOB's al 10 por ciento), además que se pudo comprobar que los tratamientos usados aumentaron el número de *Lactobacillus* sp., presentes en las excretas. Por lo tanto se puede inferir que el efecto inhibitorio de la oviposición se realizó a través de la alteración de la carga microbiana de las excretas, que alteró la especificidad microbiológica requerida por las moscas para que se produzca la oviposición.

Por otro lado, se ha descrito en la literatura que el antibiótico nikomicina (polipeptidil-nucleósido), sintetizado por el actinomiceto *Streptomyces tendae*, actúa como inhibidor de

la quitina sintetasa (Santiago, 1988). Y siendo la quitina un componente estructural de la cutícula de las larvas como lo refiere Hewitt (2011), la presencia de microorganismos con estas propiedades podría afectar el crecimiento de las larvas debido a que durante su desarrollo tienen que sintetizar varias estructuras de quitina para lograr completarlo.

En todo caso, el efecto producido por los microorganismos benéficos en la reducción de moscas presentes en las excretas podría ser el resultado de uno o varios mecanismos actuando simultáneamente de manera sinérgica.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, se pudo concluir lo siguiente:

1. Se encontró mayor cantidad de larvas de mosca y un mayor número de zonas de ovipostura en el corral control que en los corrales que recibieron los tratamientos, según los resultados encontrados de 10.52, 4.56, 1.76 y 1.14 gramos de larvas por kilogramo de excreta y de 11, 6, 1 y 2 unidades de masas de huevos encontradas el día de la observación para los niveles de 0, 1, 5, y 10 por ciento de cultivo de microorganismos benéficos (MOB's), respectivamente.
2. La temperatura de todos los tratamientos y el control, mantuvo valores similares entre sí y dentro de un rango que varió entre los 22° y 26° Celsius durante las dos primeras fases del ensayo y de alrededor de 34° Celsius en promedio en la tercera. Los valores de pH y de la CE registrados en todos los tratamientos y el control mantuvieron una dinámica similar entre sí y dentro de los valores esperados, citados por la literatura. En todos los casos las variables de temperatura, pH y CE no fueron factores limitantes para el desarrollo de las larvas, debido a que se mantuvieron dentro de los niveles de *confort* de la *Musca domestica*.
3. El tratamiento con 10 por ciento de cultivo de microorganismos benéficos presentó el mayor efecto antibacteriano, al reducir la carga de Coliformes totales y fecales de las excretas. Además, presentó el mayor valor en el recuento de *Lactobacillus* sp., presentes en las mismas, al final de la tercera etapa del experimento. Resultados que permiten recomendar su nivel de uso.

VIII. RECOMENDACIONES

- Evaluar las características químicas y biológicas del cultivo de microorganismos benéficos durante el ensayo, para determinar el comportamiento de la actividad biológica a través del tiempo.
- Ampliar el periodo de evaluación para poder visualizar el comportamiento físico, químico y biológico del medio tratado.
- Evaluar nuevos vehículos para el inóculo que se ofrece por vía oral. Y el grado de colonización de sus componentes bióticos de las heces recién deyectadas.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEARTH (ASOCIACIÓN DE GRADUADOS DE EARTH-ECUADOR). S.f. Ficha técnica de EM-1. AGEARTH. Consultado el 15 de septiembre del 2015 y disponible en: www.agearthecuador.org/web/wp-content/uploads/2014/FICHA%20TECNICA%20EM%201.pdf.

AGUDELO, C. 2007. Propuesta para el manejo y control integrado de la mosca doméstica (*Musca domestica*) en el casco urbano del municipio de Guática departamento de Risaralda. Proyecto de grado bajo la modalidad de práctica empresarial presentada como requisito para optar por el título de Administrador del Medio Ambiente. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. Pp. 11-13.

AKHTAR, M. 2008. Public health aspects of the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: *Muscidae*) – *Enterococcus Spp.* Association. Abstract of dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree Doctor of Philosophy. Kansas State University. Kansas, EEUU. Pp. 2-5.

ALALUNA, E. 2000. Efecto de la fertilización mineral estiércol, fertilización foliar y absorción de nutrientes en la secuencia papa – kiwicha. Evaluado mediante la técnica del elemento faltante. Tesis para optar el grado de *Magister Scientiae*. UNALM. Perú. Pp. 36-37.

ALEGRE, J. 1977. Efecto de enmiendas orgánicas sobre la agregación y estabilidad de los agregados, porosidad, humedad equivalente y CIC de un suelo de Costa. La Molina. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Perú. Pp. 15.

ALFÁU, A. 2012. Plagas domésticas. Historia – Patología – Placidas-Control. Palibrio. EEUU. Pp. 181-184, 189.

ALLISON, M. 2004. Microbiología de la digestión fermentativa en el rumen y en el intestino grueso. En: “Dukes fisiología de los animales domésticos”. (Reece, W.) Acribia. Zaragoza, España. Pp. 551.

- ALONSO, M. 2011. Microencapsulación de biocidas. Memoria presentada para optar por el grado de Doctor en Ciencias Químicas. Universidad del País Vasco. España. Pp. 9-10.
- ÁLVAREZ, A., PÉREZ, H., MARTÍN, T., QUINCOSA, T. y SÁNCHEZ, A. 2009. Fisiología animal aplicada. Ciencia y tecnología. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Pp. 27.
- APABLAZA, J. 1995. Introducción a la entomología general y agrícola. 2. Ed. Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile, Chile. Pp. 15, 67.
- ATLAS, R. y BARTHA, R. 2008. Ecología microbiana y microbiología ambiental. 4. ed. Pearson educación. Madrid, España. Pp. 148-149, 173-187, 280-283, 625-635.
- AUSINA, V., HERNÁNDEZ, Á y EZPELETA, C. 2006. Antisépticos y desinfectantes. En: "Tratado SEIMC de enfermedades infecciosas y microbiología clínica. (Ausina, V. y Moreno, S.). Médica Panamericana. Madrid, España. Pp. 225.
- BARDER, A. y PONZ, F. 1991. Fisiología animal; funciones vegetativas. Síntesis. Madrid, España. Pp. 122.
- BAVERA, G. y PEÑAFORT, C. 2006. Lectura de la bosta del bovino y su relación con la alimentación. *Cursos de Producción Bovina de Carne*. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. Pp. 1.
- BIOEM. s.f. Consultado el 30 de septiembre del 2015 y disponible en: www.bioem.com.pe
- BOUIX, M. y LEVEAU, J. 2000. Las levaduras. En: "Microbiología industrial; los microorganismos de interés industrial". (Bouix, M., y Leveau, L.). Acribia. Zaragoza, España. Pp. 3.
- BOWMAN, D. 2011. Geogis parasitología para veterinarios. 9. Ed. Elsevier. Madrid, España. Pp. 13, 16.
- BURSELL, E. 1974. Introducción a la fisiología de los insectos. Alhambra. Madrid, España. Pp. 298-330.
- CABEZAS, F. 1996. Introducción a la entomología. Trillas. México. Pp. 67.

CANTWELL, G., NAPPI, A. y STOFFOLANO, J. 1976. Embryonic and postembryonic development of the house fly (*Musca domestica* L.). USDA. Agriculture Research Services. 1516-1525. Pp. 2, 27.

CÁRDENAS, J., SOLORIO, F. y SANDOVAL, C. 2004. Ensilaje de forrajes: alternativa para la alimentación de rumiantes en el trópico. Universidad autónoma de Yucatán. Mérida, México. Pp. 14.

CASILLAS, A. 1994. Evaluación bromatológica de ensilaje de estiércol fresco de bovino con sorgo, trigo, semilla de algodón, heno de alfalfa, punta de caña, plantas de maíz y avena. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias de la Nutrición Animal. Universidad de Guadalajara. México. Pp. 3.

CASTRO, Á. 2002. Ganadería de carne; gestión empresarial. Tomo II de Producción bovina. EUED. Costa Rica. Pp. 109

COLÍN, A. y JIMÉNEZ, M. 2003. Química ambiental. En: "Principios básicos de contaminación ambiental". (Solis, L. y Amado, J.). Universidad Autónoma del Estado de México. México. Pp. 72

CORPOICA (CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA). 2007. Producción de abonos orgánicos de buena calidad. Produmedios. Colombia. Pp. 17.

COTO, D. 1998. Estados inmaduros de insectos de las órdenes Ocoleoptera, Diptera y Lepidoptera: manual de reconocimiento. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Pp. 89.

CRUZ, A. y CAMARGO, B. 2001. Glosario de términos en Parasitología y Ciencias Afines. Plaza y Valdés. México, D. F. Pp. 158.

DAHAL, B. 2001. Effective microorganisms (EM) for animal production. In: "Sixth international conference on Kyusei Nature Farming - 1999", third session. (Senanayake, Y. y Sangakkara, U.). University of Pretoria. South Africa.

DALZELL, H., RIDDLESTONE, A., GRAY, K. y THURAIRAJAN, K. 1991. Manejo del suelo, producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín de suelos de la FAO N°56. Food & Agriculture Organization. Roma, Italia. Pp. 132.

DÍAZ, C., HERRERA, M., BARAJAS, R., AGUIRRE, J., RODRIGUEZ, A. y MARTÍNEZ, S. 2011. La Melaza como control ecológico de las moscas. *Abanico Veterinario*, 1(1): Pp. 1-6.

DEGIOVANNI, V., ATENCIO, V. y CHARRY, R. 2010. Rizipiscultura: alternativa para la seguridad alimentaria. En: “Producción eco-eficiente del arroz en América Latina”. Tomo I. (Degiovanni, V., Martínez, C. y Motta, F.). CIAT. Colombia. Pp. 126.

ESCOLÁSTICO, C., CABILDO, M., CLARAMUNT, R. y CLARAMUNT, T. 2013. ECOLOGÍA I: Introducción. Organismos y poblaciones. (Ed. Dig.). UNED. Madrid, España. Consultado el 27 de junio del 2014 y disponible en www.books.google.com.pe

FLOATE, K., LYSYK, T. y GIBSON, G. 2013. *Haematobia irritans* L., Horn fly, *Musca domestica* L., House fly, and *Stomoxys calcitrans* (L.), stable fly (*Diptera: Muscidae*). En: “Biological Control Programmmes in Canada 2001 – 2012”. (Mason, P. y Gillespie, D.) CABI. Cánada. Pp. 182.

FLORENT, J. 2000. Los mohos. En: “Microbiología industrial; los microorganismos de interés industrial”. (Bouix, M., y Leveau, L.). Zaragoza, España. Pp. 109.

GÁLVEZ, S. 2014. Efecto de la aplicación de lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales sobre el suelo. Trabajo de titulación para optar por el título de Ingeniero Ambiental. UNALM. Perú. Pp. 37.

GAMARRA, J. 1990. Efecto de cuatro enmiendas orgánicas en el rendimiento del cultivo de maíz y en las propiedades del suelo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Perú. Pp. 9.

GARCÍA, F. y GIARDINA, S. 1990. Hemoparásitos. Biología y diagnóstico. Cuadernos Universidad Simón Bolívar; serie biología. Equinoccio. Venezuela. Pp. 17.

GARCÍA, J. 1994. Efecto de Profit-G, gallinaza y estiércol bovino sobre la actividad fotosintética y el rendimiento de maíz (*Zea mais* L.) en el distrito de riego N° 26 del bajo río San Juan. Tesis para optar por el título de maestro en ciencias en producción agrícola. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Pp. 9.

GARCÍA, R. 2011. Evaluación y control de la incidencia de agentes zoonóticos implicados en el manejo de estiércoles y purines. Tesis para optar el grado de Doctor en Inmunología, Microbiología y Parasitología. Universidad del País Vasco. España. Pp. 4, 5, 13-17.

GÁLLEGO, J. 2006. Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario. Universidad de Barcelona. España. Pp. 46.

GRUDSKY, R. y ARIAS, J. 1983. Aspectos generales de la fisiología del rumen. *Monografías de Medicina Veterinaria*, 5 (2): Pp. 1-2.

HERNÁNDEZ, A. 2003. Microbiología industrial. EUNED. San José, Costa Rica. Pp. 83.

HERNÁNDEZ, J. 2010. Lectura de la bosta del bovino y su relación con la alimentación. Tesina para optar por el título de Biólogo. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. México.

HEWITT, C. 2011. The house-fly: *Musca domestica* Linn. It's structure, habits, development, relation to disease and control. Cambridge University Press, New York. EEUU. Pp. 101, 119.

HIGA, T. 2001. Effective microorganisms in the context of Kyusei Nature Farming: a technology for the future. In: "Sixth international conference on Kyusei Nature Farming - 1999", keynote addresses. (Senanayake, Y. y Sangakkara, U.). University of Pretoria. South Africa. Pp. 40-42.

HIGA, T. y PARR, J. 1994. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center. Atami. Japan. Pp. 4.

HIGA, T. y WIDIDANA, G. 1991. The concept and theories of effective microorganisms. In: "First international conference Kyusei Nature Farming – 1989", fifth session. (Parr, J., Hornick, S. y Whitman, C.). Khon Kaen University. Thailand. Pp. 119.

HINKLE, N. y HICKLE, L. 2008. External parasites and poultry pest. En: "Diseases of poultry". Twelfth edition. (Saif, Y., Glisson, Y., McDougald, L., Nolan. y Swayne, D.) Wiley– Blackwell. Iowa, EEUU. Pp. 1020.

ICA (INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO), CORPOICA (CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN), MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL, UDCA (UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES), RINCÓN, J., BUITRAGO, F., DARÍO, I., SALAMANCA, A., OSSA, G., ÁLVAREZ, L., DURÁN, C., MANRIQUE, L., TRIVIÑO, M., MARTINEZ, G., VELASQUEZ, J., GOMEZ, I., VERGARA, R., CASSALET, E., BENAVIDES, E., CHAMORRO, D., ARREZA, L., CHONGO, B., CUESTA, A., STUART, R., ROSAS, A., PARDO, N., MARTÍNEZ, H., GOMEZ, C., ROLDÁN, J. y ORJUELA, L. 2007. Volvamos al Campo. Tomo 1; manual del ganadero actual. Grupo Latino Ltda. Colombia. Pp. 556-565.

INGRAHAM, J. e INGRAHAM, C. 1998. Introducción a la microbiología. Reverté. Barcelona, España. Pp. 708, 739-740.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI) y MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (MINAGRI). 2012. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultado definitivos. Consultado el 23 de junio del 2014 y disponible en: <http://www.minag.gob.pe>

JAVAID, A. 2010. Beneficial microorganisms for sustainable agricultura. In: “Genetic engineering, biofertilisation, soil quality and organic farming. Sustainable agriculture reviews 4”. (Lichtfouse, E.). Springer. Dordrecht, Netherlands. Pp. 349-350.

JIMÉNEZ, F. y MORENO, J. 2002. El ensilaje. Una alternativa para la conservación de los forrajes. COPORICA. Bucaramanga, Colombia. Pp. 20.

JIMÉNEZ, L., LARREAL, M. y NOGUERA, N. 2004. Efectos del estiércol bovino sobre algunas propiedades químicas de un Ultisol degradado en el área de la Machiques Colón, estado Zulia. *Revista de la Facultad de Agronomía*. Universidad de Zulia. Caracas, Venezuela. 21 (4).

JULCA, P. 2000. Uso de probióticos como una alternativa para reducir la producción de amoniaco en heces de cerdos en recría. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Perú. Pp. 24-25.

- JURGENSON, E. 2006. Métodos aprobados en la producción de ganado vacuno para carne. 2. Ed. Trillas. México.
- KAPONGO, J. y GILIOMEE, J. 2001. The use of “Effective Micro-organisms” (WM and EM5) in the biological control of house flies associated with poultry production. In: “Sixth international conference on Kyusei Nature Farming - 1999”, sixth session. (Senanayake, Y. y Sangakkara, U.). University of Pretoria. South Africa. Pp. 40-42.
- KEMPPAINEN, E. 1989. Nutrient content and fertilizer value of livestock manure with special reference to cow manure. *Annales Agriculturae Fenniae*. 28: Pp. 163 -284.
- KIRKHAM, W. 1991. Control de la salud de los animales. En: “Técnicas de manejo para ganado y aves de corral”. (Battaglia, R. y Mayrose, V). Limusa. D.F., México. Pp. 545.
- KYAN, T., SHINTANI, M., KANDA, S., SAKURA, M., OHASHI, H., FUJISAWA, A. y POMGDIT, S. 1999. Kyusei Nature Farming and technology of effective microorganisms. Guidelines for practical use. INFRC-APNAN. Thailand. Pp. 9-13.
- LAM, K. 2010. Oviposition ecology of house flies, *Musca domestica* (Diptera: *Muscidae*): competition, chemical cues and bacterial symbionts. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Simon Fraser University. Canada. Pp. 7, 20, 25,55 - 58, 134 y 168.
- LLORENTE, M. 2002. Formaciones superficiales – Geología. Universidad de Salamanca. España. Pp. 6.
- MADIGAN, M., MARTINKO, J. y PARQUER, J. 2004. BROCK Biología de los microorganismos. 10. Ed. Pearson Educación. Madrid, España. Pp. 1096.
- MARAÑÓN, E., SASTRE, H., CASTRILLÓN, L., GONZÁLES, J., PERTIERRA, J. y BERRUETA, J. 1998. Generación de residuos de ganadería vacuna (purines) en Asturias: problemática y tratamiento. Universidad de Oviedo. Gijón, España. Pp. 36.
- MARQUÉZ, D. 2003. Nuevas tendencias para el control de los parásitos de bovinos en Colombia. Una estrategia sostenible para el siglo XXI. CORPOICA. Colombia. Pp. 167.

- MEHLHORN, H. y PIEKARSKI, G. 1993. Fundamentos de parasitología: parásitos del hombre y de los animales domésticos. Acribia. Zaragoza, España. Pp. 320-339.
- MONTOYA, H. 2000. Microbiología básica para el área de salud y afines. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. Pp. 91-95.
- MORA, I. 2007. Nutrición animal. EUNED. San José, Costa Rica. Pp. 46.
- NOVEL, G. 2000. Las bacterias lácticas. En: "Microbiología industrial; los microorganismos de interés industrial". (Bouix, M., y Leveau, L.). Acribia. Zaragoza, España. Pp. 241.
- OH, C. y CHOI, S. 1999. Changes in the microflora and physiological-biochemical characteristics in the culture of EM. In: "Fifth International conference on Kyusei Nature Farming - 1997", tenth session. (Senanayake, Y. y Sangakkara, U.). APNAN. Bangkok, Thailand. Pp.246-253
- OLASCOAGA, L. 2007. Biorremediación de los suelos contaminados con aceite lubricante residual utilizando excretas de vacunos y porcinos. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Perú. Pp.40.
- PADILLA, D. y CANALES, M. 2010. Evaluación de técnicas para acelerar el compostaje de rastrojo vegetal y estiércol de vacuno en el centro de tratamiento de residuos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (CEMTRAR). Trabajo de investigación para optar por el título profesional. UNALM. Perú. Pp. 28.
- PERALTA, P. 1998. Valor energético de las larvas de mosca doméstica (*Musca domestica*) en la alimentación de pollos. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Perú. Pp. 22.
- PERALTA, R. 2010. Determinación de parámetros óptimos en la producción de fast bio usando las excretas del ganado lechero del establo de la UNALM. Trabajo de Investigación para optar por el título de Biólogo. UNALM. Perú. Pp. 43 - 44.
- PEREYRA, A. y PERLA, J. 2011. Producción y evaluación de abono orgánico con B-LAC en un biodigestor artesanal de uso doméstico. Trabajo de investigación para optar el título profesional. UNALM. Perú. Pp. 41-43.

- PEREZ, C. 1976. Parasitología. Hermann Blume. Madrid, España. Pp. 437-356.
- PINO, A., REPETTO, C., MORI, C. y PERDOMO, C. 2008. Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo. *Terra latinoamericana*. 26 (1): Pp. 48
- PINOS, J., GARCÍA, J., PEÑA, L., RENDÓN, J., GONZÁLES, C. y TRISTÁN, FLOR. 2012. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de américa. *Agrociencia*, 46 (4): Pp. 362.
- POND, W. y POND, K. 2006. Introducción a la ciencia animal. Acribia. Zaragoza, España. Pp. 650.
- PORTAL OFICIAL DE LA TECNOLOGÍA EM EN AMÉRICA LATINA. 2015. Consultado el 30 de septiembre del 2015 y disponible en: http://www.em-la.com/aplicaciones_y_usos_del_emy1®.php?idioma=1
- POZO, A del. 2008. Evaluación del proceso de compostaje de estiércol vacuno empleando buenas prácticas de manejo. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Perú. Pp. 59, 62, 65.
- PRESCOTT, L., HARLEY, J. y KLEIN, D. 2004. Microbiología. 5. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana de España. Madrid, España. Pp. 119-120, 1101-1108.
- QUIROZ, H. 1984. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. Limusa. México D. F. Pp. 713.
- RAMOS, E. y ZÚÑIGA, D. 2008. Efecto de la humedad, temperatura y pH del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio. *Ecología aplicada*. Departamento académico de biología. UNALM. 7 (1,2). Pp. 126.
- RICHARDS, O. y DAVIES, R. 1984. Tratado de entomología imms; volumen 2. Omega. España. Pp. 647.
- RODRÍGUEZ, J. 2006. Microorganismos y salud. Bacterias lácticas y bifidobacterias probióticas. Complutense. Madrid, España. Pp. 6.

ROMÁN, C. 2012. Tratamiento biológico de la cuyinaza a través de un proceso de fermentación homoláctica. Tesis para optar por el título de Ingeniero Ambiental. UNALM. Perú. Pp. 77-78.

RUSSELL, R., OTRANTO, D. y WALL, R. 2013. The encyclopedia of medical and veterinary entomology. CABI. Tarxien, Malta. Pp. 160.

SALAZAR, E., VÁSQUEZ, C., TREJO, H. y RIVERA, O. 2003. Aplicación, manejo y descomposición del estiércol de ganado bovino. En: “Agricultura Orgánica”. (Salazar *et al.*). Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED. México. Pp. 32.

SALAZAR-SOSA, E, VÁZQUEZ-VÁZQUEZ, C, LEOS-RODRÍGUEZ, J, FORTIS-HERNÁNDEZ, M, MONTEMAYOR-TREJO, J, FIGUEROA-VIRAMONTES, R, Y LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. 2004. Mineralización del estiércol bovino y su impacto en la calidad del suelo y la producción de tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill) bajo riego sub-superficial. *Revista Internacional de Botánica Experimental Fyton*. Pp. 272.

SÁNCHEZ, Z. 2009. Propuesta para el tratamiento de metales pesados en lodos residuales de origen urbano utilizando vermicomposteo. Tesis para optar por el grado de maestro en tecnología avanzada. Instituto Politécnico Nacional. México. Pp. 18.

SANTIAGO, C. 1988. Insecticidas que inhiben la formación de la cutícula. En: “Insecticidas biorracionales. Volumen N° 9 de Nuevas Tendencias”. (Bélles, X.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas – CSIC Press. Madrid, España. Pp. 264.

SAÑA, J. y SOLIVA, M. 2006. Condiciones para el compostaje *in situ* de deyecciones ganaderas sólidas. Convenio ARC-ESBA/UPC. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona – Universidad Politécnica de Catalunya. España. Pp. 5-6, 11.

SARMIENTO, L. 1999. Efecto de tres tipos de estiércol en algunas propiedades químicas del humus producido por la lombriz (*Eisenia foetida*) y su efecto en la producción de semillas pre-básica de papa var. “Perricholi”. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Perú. Pp. 5 – 6.

SCHLEGEL, H. 1997. Microbiología general. Omega. Barcelona, España. Pp. 292, 458.

SEGURA, J. 2006. Evaluación del efecto de los microorganismos efectivos (EM) en el rendimiento del maíz híbrido PM-212 en el valle del Yauca- Arequipa. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Perú. Pp. 38.

SERVICE, M. 2004. Medical entomology for students. Third edition. Cambridge University Press. United Kingdom. Pp. 149.

SIERRA, C. y ROJAS, C. 2010. La materia orgánica y su efecto como enmienda y mejorador de la productividad de los cultivos. Centro Nacional de Investigación La Platina. Chile. Pp. 16.

SILVA, Y. 2011. Adición de microorganismos efectivos en la alimentación de cerdos en recría y crecimiento. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Perú. Pp. 23-24.

SINGLETON, P. 2004. Bacterias en biología, biotecnología y medicina. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pp. 261.

SOONWERA, M. 2015. Larvicidal and oviposition deterrent activities of oils against house fly (*Musca domestica* L.; Diptera: *Muscidae*). Journal of Agricultural and Technology. 11 (3): Pp. 657-662.

SPICKLER, A., ROTH, J., GALYON, J., LOFSTEDT, J. y LENARDÓN, M. 2010. Enfermedades emergentes y exóticas de los animales. CFSPH Iowa State University. EEUU. Pp. 91.

TREJO, E., SALAZAR, E., LÓPEZ, J. y VÁZQUEZ, C. 2013. Impacto del estiércol bovino en el suelo y producción de forraje de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4 (5): Pp. 735.

VELA-GUTIÉRREZ, G., CASTRO, M., CABALLERO, A. y BALLINAS, E. 2012. Bebida probiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras sensorialmente aceptable por adultos mayores. *RECITEIA*. 11(2): Pp. 11.

VERGARA, R. 1996. Sistema de manejo integrado de moscas comunes en explotaciones pecuarias: alternativa ecológica y económica. En: "Epidemiología, diagnóstico y control de

enfermedades parasitarias en bovinos. Compendio N° 2". (CORPOICA).CORPOICA. Medellín, Colombia. Pp. 43-45.

WILSON, G. y POND, K. 2006. Introducción a la ciencia animal. Acribia. Zaragoza, España.

ZAPATA, M. 1986. Entomología general; parte I. Departamento de entomología. UNALM. Perú. Pp. 113-118.

X. ANEXOS

ANEXO I. REGISTRO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL CORRAL UNO

Corral 1: MOB's al 1%								
Fecha	T °C					T °C Media	pH	mS
13-nov	25.9	26.0	26.2	26.5	26.8	26.3	8.52	8.49
15-nov	23.6	23.8	23.1	23.2	23.9	23.5	8.74	7.99
17-nov	23.4	24.1	24.7	24.3	24.5	24.2	8.78	7.51
19-nov	22.9	23.5	23.2	24.2	23.1	23.4	8.73	6.45
21-nov	22.2	21.8	22.6	22.9	22.7	22.4	8.95	7.51
25-nov	x	x	22.7	23.1	23.2	23.0	9.02	5.63
27-nov	x	x	26.6	25.3	23.8	25.2	9.01	7.76
29-nov	x	x	24.5	25.1	25.5	25.0	8.92	7.42
01-dic	x	x	24.1	25.1	26.0	25.1	8.88	7.15
03-dic	x	x	24.6	25.1	23.7	24.5	9.10	8.08
08-dic	x	x	37.4	38.4	36.7	37.5	9.01	6.07
12-dic	x	x	34.4	31.4	31.6	32.5	8.82	4.71
16-dic	x	x	32.3	33.1	32.6	32.7	8.79	4.34
20-dic	x	x	33.5	32.3	33.4	33.1	8.81	4.93
24-dic	x	x	32.8	32.4	33.1	32.8	8.84	4.84
Zona saturada								
25-nov	x	x	22.2	22.7	22.6	22.5	8.79	5.02
27-nov	x	x	22.8	22.7	23.8	23.1	8.76	4.70
29-nov	x	x	23.7	22.8	24.1	23.5	8.72	4.96
01-dic	x	x	23.2.	23.7	24.7	24.2	8.55	4.70
03-dic	x	x	23.7	23.9	23.4	23.7	8.88	5.49

**ANEXO II. REGISTRO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL
CORRAL DOS**

Corral 2: MOB's al 5%								
Fecha	T °C					T °C Media	pH	mS
13-nov	25.4	25.5	26.8	25.0	24.9	25.5	8.52	8.72
15-nov	23.8	24.1	24.2	24.0	25.4	24.3	8.70	7.78
17-nov	24.8	24.1	23.8	24.8	24.2	24.3	8.73	8.00
19-nov	23.5	24.1	23.9	23.4	24.6	23.9	8.72	7.28
21-nov	21.7	21.9	22.3	22.8	21.7	22.1	8.96	8.06
25-nov	x	x	23.0	23.4	27.2	24.5	9.09	4.70
27-nov	x	x	23.1	24.5	25.0	24.2	8.99	7.29
29-nov	x	x	24.3	24.1	23.9	24.1	8.87	7.60
01-dic	x	x	24.5	24.2	24.9	24.5	8.91	6.88
03-dic	x	x	23.5	25.0	25.3	24.6	9.02	7.32
08-dic	x	x	32.1	33.5	32.2	32.6	9.09	6.07
12-dic	x	x	33.8	37.2	36.5	35.8	8.85	4.05
16-dic	x	x	29.9	32.7	31.4	31.3	8.76	5.05
20-dic	x	x	30.4	31.2	33.5	31.7	8.78	5.18
24-dic	x	x	32.1	29.6	29.4	30.4	8.76	5.34
Zona saturada								
25-nov	x	x	23.3	23.2	25.9	24.1	9.04	5.4
27-nov	x	x	23.6	25.2	25.8	24.9	8.9	4.69
29-nov	x	x	23.8	23.7	25.1	24.2	8.75	4.63
01-dic	x	x	23.6	23.2	24.6	23.8	8.52	4.79
03-dic	x	x	24.5	23.4	23.8	23.9	8.98	5.08

**ANEXO III. REGISTRO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL
CORRAL TRES**

Corral 3: MOB's al 10%								
Fecha	T °C					T °C Media	pH	mS
13-nov	28.3	28.0	27.0	25.9	26.0	27.0	8.46	9.04
15-nov	24.8	25.3	26.6	25.9	25.8	25.7	8.61	8.30
17-nov	23.8	23.5	23.8	24.1	23.5	23.7	8.77	8.36
19-nov	23.2	23.8	23.6	24.0	23.3	23.6	8.72	7.94
21-nov	22.7	22.2	22.8	22.3	23.4	22.7	8.82	7.17
25-nov	x	x	23.1	23.1	25.3	23.8	9.07	4.75
27-nov	x	x	24.8	25.8	25.7	25.4	9.02	7.56
29-nov	x	x	23.9	24.6	24.9	24.5	9.03	7.71
01-dic	x	x	22.8	24.9	26.0	24.6	8.88	7.76
03-dic	x	x	24.0	25.6	24.3	24.6	9.06	7.86
08-dic	x	x	32.1	31.3	29.5	31.0	8.68	6.71
12-dic	x	x	38.9	38.6	37.6	38.4	8.81	5.20
16-dic	x	x	33.2	33.1	32.4	32.9	8.80	5.12
20-dic	x	x	33.5	32.6	34.2	33.4	8.59	5.50
24-dic	x	x	32.5	34.1	32.2	32.9	8.74	6.34
Zona saturada								
25-nov	x	x	25.4	22.8	22.9	23.7	8.76	5.47
27-nov	x	x	24.0	23.9	26.8	24.9	8.88	5.99
29-nov	x	x	23.8	24.4	23.6	23.9	8.87	5.06
01-dic	x	x	24.6	24.4	24.6	24.5	8.48	4.66
03-dic	x	x	24.6	24.7	24.9	24.7	8.82	5.14

ANEXO IV. REGISTRO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL CONTROL

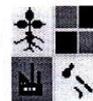
Corral 0: Control								
Fecha	T °C					T °C Media	pH	mS
13-nov	26.6	26.1	27.3	26.8	26.7	26.7	8.78	9.10
15-nov	24.8	24.7	24.5	24.9	25.4	24.9	8.73	8.70
17-nov	24.3	23.8	24.5	25.1	24.7	24.5	8.76	8.42
19-nov	24.2	23.6	24.4	23.8	23.7	23.9	8.79	7.82
21-nov	21.2	21.8	22.2	21.5	22.0	21.7	8.97	7.94
25-nov	x	x	23.4	23.8	23.5	23.6	9.07	7.22
27-nov	x	x	25.0	24.8	24.3	24.7	9.02	8.27
29-nov	x	x	23.8	24.5	24.7	24.3	8.91	8.15
01-dic	x	x	24.3	22.9	24.7	24.0	8.99	8.41
03-dic	x	x	24.1	24.6	24.7	24.5	9.10	8.55
08-dic	x	x	26.1	26.7	26.6	26.6	8.98	6.26
12-dic	x	x	34.2	33.8	34.6	34.2	8.92	6.33
16-dic	x	x	33.3	32.7	31.9	32.6	8.86	5.73
20-dic	x	x	33.5	33.1	32.3	33.0	8.90	5.67
24-dic	x	x	34.4	33.2	32.1	33.2	8.87	5.48
Zona saturada								
25-nov	x	x	22.7	22.6	22.2	22.5	8.98	4.94
27-nov	x	x	24.9	23.6	25.8	24.8	8.63	4.06
29-nov	x	x	24.4	23.9	25.1	24.5	8.7	5.78
01-dic	x	x	24.9	24.3	24.1	24.4	8.69	5.87
03-dic	x	x	27.2	25.6	26.2	26.3	8.95	5.52

ANEXO VI. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADO AL INICIO DE LA PRIMERA ETAPA DEL ENSAYO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1411363 - LMT

SOLICITANTE : HECTOR GIANCARLO BEAS ALVIZURI

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA :

1411363) EXCRETAS DE VACUNO

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2014 - 11 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2014 - 11 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2014 - 11 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2014 - 11 - 28

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1411363
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	50 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	50 x 10
¹ Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	16 x 10 ⁴
¹ Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp (UFC/g)	26

Nota: Los valores < 3 y < 10 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 15 de Diciembre de 2014

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: imt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

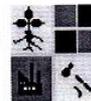
□ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

ANEXO VII. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADO AL FINAL DE LA SEGUNDA ETAPA AL CORRAL UNO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1412420 - LMT

SOLICITANTE : HECTOR GIANCARLO BEAS ALVIZURI

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA :

1412420) COMPOST T1

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2014 - 12 - 05
FECHA DE RECEPCIÓN : 2014 - 12 - 05
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 08
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1412420
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	51 x 10 ⁵
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp</i> (UFC/g)	28 x 10 ⁴

Nota: Los valores < 3 y < 10 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acricbia.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 17 de Diciembre de 2014

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

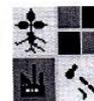
□ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

**ANEXO VIII. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADO
AL FINAL DE LA SEGUNDA ETAPA AL CORRAL DOS**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1412421 - LMT

SOLICITANTE : HECTOR GIANCARLO BEAS ALVIZURI

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA :

1412421) COMPOST T2

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2014 - 12 - 05
FECHA DE RECEPCIÓN : 2014 - 12 - 05
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 08
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1412421
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	92 x 10 ⁵
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp</i> (UFC/g)	12 x 10 ⁴

Método:

¹ International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 17 de Diciembre de 2014

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lm@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

□ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lm@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

ANEXO IX. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADO AL FINAL DE LA SEGUNDA ETAPA AL CORRAL TRES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1412422 - LMT

SOLICITANTE : HECTOR GIANCARLO BEAS ALVIZURI

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA :

1412422) COMPOST T3

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2014 - 12 - 05
FECHA DE RECEPCIÓN : 2014 - 12 - 05
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 08
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1412422
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	25 x 10 ⁵
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp</i> (UFC/g)	21 x 10 ⁵

Nota: Los valores < 3 y < 10 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

¹ International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 17 de Diciembre de 2014

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: imt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

□ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

ANEXO X. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADO AL FINAL DE LA SEGUNDA ETAPA AL CONTROL



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1412423 - LMT

SOLICITANTE : HECTOR GIANCARLO BEAS ALVIZURI

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA :

1412423) COMPOST T0

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2014 - 12 - 05
FECHA DE RECEPCIÓN : 2014 - 12 - 05
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 08
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1412423
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	> 16 x 10 ⁶
¹ Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp (UFC/g)	11 x 10 ⁶

Nota: Los valores < 3 y < 10 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 17 de Diciembre de 2014

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA
Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

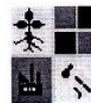
□ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

ANEXO XI. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADO AL FINAL DEL ENSAYO AL CORRAL UNO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1412452 - LMT

SOLICITANTE : HECTOR GIANCARLO BEAS ALVIZURI

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA :

1412452) SUELO T1

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2014 - 12 - 26
FECHA DE RECEPCIÓN : 2014 - 12 - 26
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 26
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 31

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1412452
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	50 x 10
¹ Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	42 x 10 ⁵
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp</i> (UFC/g)	36 x 10 ³

Método:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 05 de enero de 2015

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lm@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

□ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lm@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

ANEXO XII. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADO AL FINAL DEL ENSAYO AL CORRAL DOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1412453 - LMT

SOLICITANTE : HECTOR GIANCARLO BEAS ALVIZURI

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA :

1412453) SUELO T2

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2014 - 12 - 26
FECHA DE RECEPCIÓN : 2014 - 12 - 26
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 26
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 31

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1412453
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	66 x 10 ⁵
¹ Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp (UFC/g)	19 x 10 ³

Método:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 05 de enero de 2015

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

ANEXO XIII. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADO AL FINAL DEL ENSAYO AL CORRAL TRES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1412454 - LMT

SOLICITANTE : HECTOR GIANCARLO BEAS ALVIZURI

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA :

1412454) SUELO T3

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2014 - 12 - 26
FECHA DE RECEPCIÓN : 2014 - 12 - 26
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 26
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 31

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1412454
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	50 x 10
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	20 x 10
¹ Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	21 x 10 ⁵
¹ Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp (UFC/g)	42 x 10 ³

Método:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 05 de enero de 2015

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

**ANEXO XIV. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADO
AL FINAL DEL ENSAYO AL CONTROL**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1412455 - LMT

SOLICITANTE : HECTOR GIANCARLO BEAS ALVIZURI

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA :

1412455) SUELO T0

PROCEDENCIA : UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2014 - 12 - 26
FECHA DE RECEPCIÓN : 2014 - 12 - 26
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 26
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2014 - 12 - 31

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1412455
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	> 11 x 10 ²
¹ Recuento de aerobios mesófilos (UFC/g)	95 x 10 ⁵
¹ Recuento de <i>Lactobacillus sp</i> (UFC/g)	40 x 10 ²

Método:

¹ International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 05 de enero de 2015

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU