

1-1-2011

Uso del vermicompostaje como alternativa para reducir poblaciones de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans*

Diana Marcela García Moreno
Universidad de La Salle, Bogotá

Sandra Marcela Torres Hernández
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria



Part of the [Environmental Engineering Commons](#)

Citación recomendada

García Moreno, D. M., & Torres Hernández, S. M. (2011). Uso del vermicompostaje como alternativa para reducir poblaciones de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans*. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/136

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

USO DEL VERMICOMPOSTAJE COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR
POBLACIONES DE LA MOSCA DEL ESTABLO *Stomoxys calcitrans*.

DIANA MARCELA GARCÍA MORENO
SANDRA MARCELA TORRES HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTÁ
2011

USO DEL VERMICOMPOSTAJE COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR
POBLACIONES DE LA MOSCA DEL ESTABLO *Stomoxys Calcitrans*

DIANA MARCELA GARCÍA MORENO
SANDRA MARCELA TORRES HERNÁNDEZ

Trabajo de grado para optar por el título de:
Ingeniero Ambiental y Sanitario

DIRECTOR:
EFRAÍN BENAVIDES ORTIZ
MEDICO VETERINARIO Msc. PhD

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTÁ
2011

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá 25, julio de 2011

Dedicatoria

A mi familia,

Hermanitas de mi corazón gracias por estar hay pendientes de mi y siempre ser las secuaces de mis pequeños proyectos, a mi madre por educarme y corregirme, a mi sobrina cachetes quien vino a esta familia a llenarla de luz, energía, vida y a ser una fuerza mas que impulsa mis pasos a seguir adelante, y en especial a aquel ser que siempre ha estado a mi lado para escucharme, consolarme, ayudarme y corregirme, me ha brindado su apoyo incondicional, nunca me ha dicho no, al contrario siempre he escuchado de su parte un si se puede, siempre ha sido mi mayor impulso, cada vez que doy un paso en falso es él, quien me anima a levantarme sacudirme el polvo y seguir adelante, mi vida esta comprometida enteramente a llenarte de orgullo, cada logro es por ti y para ti, en especial este pequeño paso es enteramente dedicado a ti, mi padre, la razón de mi ser.

Diana Marcela García

Dedicatoria

A Miguel mi padre, que con su sacrificio y compromiso en sus interminables jornadas de trabajo me abrió el camino por las intrincadas rutas de la vida, a Teresa mi madre, por su incansable paciencia y sus preocupadas bendiciones en cada despedida, ambos con su incondicional apoyo permiten este momento; a mi hermana Lucy, testiga y compañera de esta prolongada lucha; a mi ángel María Ana , que aunque sus ojos hoy no abran para verme cerrar esta parte de mi historia, estoy segura que desde la estrella donde descansa me sigue iluminando en la oscuridad de la noche...

A Eduardo por su compromiso, paciencia, apoyo, guía y complicidad día a día que ha permitido este logro, y la felicidad de continuar juntos hacia los tiempos venideros. A Luz Stella por brindarme su apoyo escuchando mis cuestiones y darme un acogedor calor de hogar.

Se hacen escasas estas líneas para incluir a todas las personas que brindaron sus brazos para ayudarme a dar el siguiente paso; mis tíos y sus esposas confidentes, mis primos y sus risas con ilusión, mi abuelo Luis y el templado carácter que sembró en mis orígenes , a Parmenio y Lola mis abuelos paternos responsables de la humildad y la nobleza de que me acompañan , a mis amigos de aquí y de allá que sabrán perdonar mis ausencias, a Diana Marcela la coautora de este proyecto por su compromiso y arduo trabajo, a los profesores que me albergaron en sus cátedras compartiendo su sabiduría , a todos y cada uno de los seres que me han acompañado, soportado , entendido, colaborado, guiado , y que hoy recuerdo con aprecio y gratitud, al poder cerrar con la satisfacción del deber cumplido este ciclo de mi vida.

A todos... una y mil gracias...

Sandra Marcela Torres Hernández

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial a la Universidad de la Salle y su facultad de Medicina Veterinaria, al Doctor Efraín Benavides Ortiz, director del Proyecto, al Doctor Eugenio Ramírez Cardona, codirector del proyecto y a la Doctora Bertha Von Archek quienes nos colaboraron durante el desarrollo del proyecto en cada aspecto que estuvo a su alcance, su ayuda resulto muy significativa, valiosa e importante para el avance del proyecto.

De igual manera al Mayor Jorge Ramírez Troncoso, Mayor Ramiro Obando, Capitán Alexander López, Sargento Gildardo Vargas, Doctor Mauricio Pedroza, Cabo 2 John Ardila, Cabo 2 William Jara, palafreneros, servicios generales y un agradecimiento especial al Sargento Alexander Ordóñez, que con su ayuda permitieron y acompañaron el proyecto en la Escuela de Equitación del Ejército Nacional de Colombia.

CONTENIDO

pág.

1. OBJETIVOS	- 15 -
1.1 OBJETIVO GENERAL	- 15 -
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	- 15 -
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	- 16 -
2.1. Formulación del problema	- 16 -
3. HIPÓTESIS	- 17 -
3.1. Pregunta de Investigación	- 17 -
4. ESTADO DEL ARTE	- 18 -
5.1. <i>Stomoxys calcitrans</i>	- 20 -
5.1.1. Descripción General:	- 20 -
5.1.2. Ciclo de vida	- 22 -
5.2. PROCESO DE COMPOSTAJE	- 23 -
5.2.1 Que es el compostaje	- 23 -
5.2.2. Parámetros de control	- 24 -
5.2.2.1. Relación Carbono / Nitrógeno	- 24 -
5.2.2.2. Humedad	- 25 -
5.2.2.3 pH	- 25 -
5.3. VERMICOMPOSTAJE	- 26 -
5.3.1 Parámetros de control	- 27 -
5.3.1.1 Humedad	- 27 -
5.3.1.2. Temperatura	- 27 -
5.3.1.2. pH	- 28 -
5.3.2. Cosecha de lombrices y humus	- 28 -
6. MARCO GEOGRAFICO	- 30 -
6.1. Universidad De La Salle, Sede Floresta	- 30 -
6.2 Escuela de Equitación del Ejército Nacional	- 33 -
7. DISEÑO EXPERIMENTAL	- 36 -
7.1. DENSIDAD POBLACIONAL	- 36 -
7.1.1 Captura en Trampas	- 36 -
7.1.2 Puntos de muestreo por lugar de estudio	- 36 -
7.1.4 Densidad por animal	- 39 -
7.2 MEDICIONES METEOROLÓGICAS	- 46 -
8. PROCESO DE CONTROL DE <i>Stomoxys calcitrans</i> MEDIANTE COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE	- 48 -
8.1 IMPLEMENTACIÓN COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE	- 48 -
8.1.1 Preparación de los lechos:	- 48 -
8.1.2 Inseminación de las lombrices:	- 48 -
8.2 MONITOREO DE PARÁMETROS DE CONTROL DURANTE COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE	- 49 -
8.2.1 Temperatura	- 50 -
8.2.2 Control de pH	- 50 -
8.2.3 Humedad	- 51 -
8.2.4 Relación C/N	- 51 -
8.3 DISEÑO PILAS DE COMPOST HATO, UNIVERSIDAD DE LA SALLE	- 53 -
8.3.1. Densidad de residuo	- 53 -

8.3.2 Cuantificación de los volúmenes	- 53 -
8.3.3 Tiempo de compostaje (Tc).....	- 54 -
8.3.4 Vermicompostaje.....	- 55 -
8.4 DISEÑO PILAS DE COMPOST, ESCUELA DE EQUITACIÓN EJÉRCITO NACIONAL-	
57 -	
8.4.1 Densidad de residuo	- 57 -
8.4.2 Cuantificación de los volúmenes	- 58 -
8.4.3 Tiempo de compostaje (Tc).....	- 59 -
8.4.4 Vermicompostaje.....	- 60 -
8.5 PROTOCOLO DE MANEJO DE RESIDUOS DE EXCRETAS DE ANIMALES	
HERVIBOROS	- 63 -
9. RESULTADOS	- 64 -
9.1. ANALISIS ESTADISTICOS	- 64 -
9.1.1. Resumen estadística descriptiva de los datos, Moscas Adultas	- 64 -
9.1.2. Análisis de efectividad del proceso de vermicompostaje para el control de la	
población de <i>Stomoxys calcitrans</i>	- 66 -
9.1.2.1 Prueba de efectividad, wilcoxon.....	- 67 -
9.1.2.2 Prueba de efectividad, moscas adultas en animales.....	- 69 -
9.1.2.3 Análisis estadístico estadios inmaduros de <i>Stomoxys calcitrans</i>	- 70 -
9.2 Análisis Climático de la Zona de Estudio	- 72 -
9.2.1 Comportamiento general de la precipitación	- 72 -
9.2.1.1 Distribución temporal.....	- 72 -
9.2.2 Comportamiento en la zona de estudio.....	- 73 -
9.2.2.1 Distribución espacial.....	- 74 -
9.2.3 Comportamiento en la zona de estudio.....	- 74 -
9.2.4 Comportamiento general de la temperatura.....	- 75 -
9.2.4.1 Distribución temporal.....	- 75 -
9.2.5 Comportamiento en la zona de estudio.....	- 75 -
9.2.6 Distribución espacial	- 75 -
9.2.7 Comportamiento de la humedad relativa.....	- 76 -
9.2.7.1 Distribución temporal.....	- 76 -
9.3 CORRELACIÓN DE DATOS CLIMATICOS Y DENSIDAD POBLACIONAL	- 76 -
9.3.1 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES.....	- 77 -
9.4. COMPORTAMIENTO DE LOS PARAMETROS DE COMPOSTAJE Y	
VERMICOMPOSTAJE	- 79 -
9.4.1 Universidad De La Salle, Sede Floresta.....	- 79 -
9.4.2 Escuela De Equitación del Ejército Nacional.....	- 81 -
9.5 COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL <i>Stomoxys calcitrans</i> vs	
PARAMETROS CLIMATOLOGICOS	- 83 -
9.5.1 Universidad De La Salle, Sede Floresta.....	- 83 -
9.5.2 Escuela de Equitación Del Ejército Nacional.....	- 87 -
9.6 COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA VS NÚMERO DE MOSCAS	- 92 -
9.6.1 Universidad De La Salle, Sede Floresta.....	- 92 -
9.6.2 Equitación del Ejército Nacional	- 94 -
9.7 COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE LARVAS Y PUPAS- 97 -	
9.7.1 Universidad De La Salle, Sede Floresta.....	- 97 -
9.7.2 Escuela de Equitación del Ejército Nacional	- 100 -
9.8 COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL <i>Stomoxys calcitrans</i> POR	
ANIMAL	- 102 -

9.8.1 Universidad De La Salle, Sede Floresta..... - 102 -
9.8.2 Escuela de Equitación del Ejército Nacional - 105 -
9.9 COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL *Stomoxys calcitrans* POR
UBICACIÓN GEOGRAFICA - 108 -
10. ANÁLISIS DE RESULTADOS - 113 -
11. CONCLUSIONES..... - 116 -
BIBLIOGRAFIA - 118 -

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Relación C/N de algunos residuos orgánicos.....	- 25 -
Tabla 2. Análisis de residuos compostados	- 26 -
Tabla 3. Algunos parámetros de control de estabilidad del compost	- 26 -
Tabla 4. Características del humus de lombriz	- 29 -
Tabla 5. Ejemplares Hato Universidad De La Salle	- 40 -
Tabla 6. Ejemplares Escuela de Equitación del Ejército Nacional	- 43 -
Tabla 7. Nitrógeno y C/N en varios materiales.....	- 52 -
Tabla 8. Densidad de los residuos a compostar	- 53 -
Tabla 9. Cuantificación de los volúmenes	- 53 -
Tabla 10. Densidad de los residuos a compostar	- 57 -
Tabla 11. Especificación volumen venta de guano	- 58 -
Tabla 12. Cuantificación de los volúmenes	- 58 -
Tabla 13. Cantidad de Mosca adulta por trampa Universidad de La Salle	- 67 -
Tabla 14. Efectividad en moscas adultas, Universidad de La Salle	- 67 -
Tabla 15. Cantidad de Mosca adulta por trampa Escuela de Equitación.....	- 68 -
Tabla 16. Efectividad en moscas adultas Escuela de Equitación	- 68 -
Tabla 17. Efectividad en moscas adultas en Animales.	- 69 -
Tabla 18. Efectividad en moscas adultas en Animales	- 70 -
Tabla 19. Efectividad en larvas y pupas, Universidad de la Salle.	- 70 -
Tabla 20. Efectividad en Larvas y pupas, Universidad de la Salle.....	- 71 -
Tabla 21. Efectividad en larvas y pupas, Escuela de Equitación.	- 71 -
Tabla 22. Efectividad en Larvas y pupas, Escuela de Equitación.....	- 72 -
Tabla 23. Promedio General de Mosca por Equino	- 102 -
Tabla 24. Promedio Mensual de Mosca por Equino.....	- 103 -
Tabla 25. Promedio General de Mosca por Equino	- 105 -
Tabla 26. Promedio Mensual de Mosca por Equino.....	- 106 -
Tabla 27. Resultados de aciertos en pruebas realizadas.....	- 110 -

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. <i>Stomoxys calcitrans</i>	- 20 -
Figura 2. Detalle piezas bucales <i>Musca domestica</i> y <i>Stomoxys calcitrans</i>	- 21 -
Figura 3. Proboscis picadora de <i>Stomoxys calcitrans</i>	- 21 -
Figura 4. Metamorfosis completa, huevo, larva, pupa y adulto.	- 22 -
Figura 5. Pupas en diferentes estadios de madurez.....	- 22 -
Figura 6. Presencia de Hongos en la pila de compostaje	- 23 -
Figura 7. Cocones presentes en la cama de vermicompostaje.....	- 28 -
Figura 8. Universidad de la Salle, Sede Floresta	- 30 -
Figura 9. Hato, La Floresta.....	- 31 -
Figura 10. Detalle Zona de estudio	- 31 -
Figura 11. Disposición de residuos	- 32 -
Figura 12. Disposición de residuos Junio de 2010.....	- 32 -
Figura 13. Cantón Norte Ejército Nacional de Colombia.....	- 33 -
Figura 14 Escuela de Equitación del Ejército Nacional.....	- 34 -
Figura 15 Detalle Zona de Estudio.....	- 35 -
Figura 16. Disposición de residuos	- 35 -
Figura 17. Trampas utilizadas	- 36 -
Figura 18. Puntos de muestreo Hato, la Floresta.....	- 37 -
Figura 19. Puntos de muestreo Escuela de Equitación.....	- 37 -
Figura 20. Localización trampas Escuela de Equitación.....	- 38 -
Figura 21. Conteo de larvas y Pupas Escuela de Equitación.....	- 38 -
Figura 22. Conteo visual directo Escuela de Equitación (Caballo Bizancio).....	- 39 -
Figura 23. Ubicación pesebreras y equinos Escuela de Equitación.....	- 46 -
Figura 24. Pluviómetro universidad de la Salle, Hato.....	- 47 -
Figura 25. Termómetro de máxima y mínima, formato de registro.....	- 47 -
Figura 26. Preparación de lechos Escuela de Equitación Ejército Nacional.....	- 48 -
Figura 27 Inseminación de lombrices en camas de vermicompostaje.....	- 49 -
Figura 28. Evolución temporal de los principales parámetros de seguimiento del proceso de compostaje y sucesión microbiana.	- 49 -
Figura 29 Termómetro bimetálico control de temperatura	- 50 -
Figura 30. Medición de pH.	- 51 -
Figura 31. Pilas de compostaje	- 54 -
Figura 32. Camas de vermicompostaje.....	- 55 -
Figura 33. Lugar de compostera	- 56 -
Figura 34. Detalle compostera	- 56 -
Figura 35. Medidas lugar de compostera.....	- 57 -
Figura 36 Pilas de compostaje	- 59 -
Figura 37 Camas de vermicompostaje.....	- 60 -
Figura 38 Compostera.....	- 61 -
Figura 39. Compostera, Camas de vermicompostaje.....	- 61 -
Figura 40. Detalle compostera	- 62 -
Figura 41. Medidas lugar de compostera.....	- 62 -
Figura 42. Resumen estadístico Universidad de la Salle, datos sitio 1 (molino).....	- 64 -
Figura 43. Resumen estadístico Universidad de la Salle datos sitio 2 (pastoreo) ...	- 65 -
Figura 44. Histograma frecuencia de datos sitio 1 (Área social).....	- 65 -
Figura 45. Histograma frecuencia de datos sitio 2. (Fuente central pesebreras).....	- 66 -

Figura 46. Ejemplo de Régimen Bimodal predominante en la ciudad de Bogotá ...	- 73 -
Figura 47. Distribución temporal y espacial de precipitación piedemonte.....	- 74 -
Figura 48. Universidad de la Salle, Estación torca y Estación Universidad de la Salle.-	77 -
Figura 49. Escuela de Equitación del Ejército Nacional, Estación el Bosque y Usaquén-	78 -
Figura 50. Parámetros compostaje pila 1, Universidad de la Salle	- 79 -
Figura 51. Parámetros compostaje, Universidad de la Salle.....	- 80 -
Figura 52. Parámetros vermicompost, universidad de la Salle	- 80 -
Figura 53. Parámetros pila, Escuela De Equitación del Ejército Nacional	- 81 -
Figura 54. Parámetros vermicompost, Escuela De Equitación del Ejército Nacional-	82 -
Figura 55. Densidad poblacional vs Precipitación estación la Salle Bogotá, Universidad de la Salle, sitio 1. Molino.....	- 83 -
Figura 56. Densidad poblacional vs Precipitación estación Torca, Universidad de la Salle, sitio 1. Molino. (Históricos)	- 84 -
Figura 57. Densidad poblacional vs Precipitación Universidad de la Salle Bogotá, Salle, sitio 2. Pastoreo.....	- 85 -
Figura 58. Densidad poblacional vs Precipitación estación Torca, Universidad de la Salle, sitio 2. Pastoreo.....	- 86 -
Figura 59. Densidad poblacional vs Precipitación estación la Salle Bogotá, Equitación del Ejército Nacional, sitio 1. (Área social).....	- 87 -
Figura 60. Densidad poblacional vs Precipitación estación la Salle Bogotá, Equitación del Ejército Nacional, sitio 2. (Fuente central pesebreras).....	- 88 -
Figura 61. Densidad poblacional vs Precipitación estación Bosque datos históricos (2003-2009), Equitación del Ejército Nacional, sitio 1. (Área social)	- 89 -
Figura 62. Densidad poblacional vs Precipitación estación Usaquén datos históricos (1988-2007), Equitación del Ejército Nacional, sitio 1. (Área social).....	- 90 -
Figura 63. Densidad poblacional vs Precipitación estación Bosque datos históricos (2003-2009), Equitación del Ejército Nacional, sitio 2. (Fuente central pesebreras).....	- 90 -
Figura 64. Densidad poblacional vs Precipitación estación Usaquén datos históricos (2003-2009), Equitación del Ejército Nacional, sitio 2. (Fuente central pesebreras)-	91 -
Figura 65. Densidad poblacional vs Temperatura Universidad de la Salle Bogotá, hato Universidad de la Salle, sitio 1. Molino.....	- 92 -
Figura 66. Densidad poblacional vs Temperatura estación Universidad de la Salle Bogotá, hato Universidad de la Salle, sitio 2. Pastoreo	- 93 -
Figura 67. Densidad poblacional vs Temperatura estación la Salle, Equitación del Ejército Nacional, sitio 1. (Área social).....	- 94 -
Figura 68. Densidad poblacional vs Temperatura estación la Salle, Equitación del Ejército Nacional, sitio 2. (Fuente central pesebreras).....	- 95 -
Figura 69. Densidad poblacional vs Temperatura estación Bosque históricos (2007-2009), Equitación del Ejército Nacional, sitio 1. (Área social) y sitio 2. (Fuente central pesebreras)	- 96 -
Figura 70. Densidad poblacional de larvas - Pupas, montón descubierto, Universidad de la Salle.....	- 97 -
Figura 71. Densidad poblacional de larvas y Pupas - Pila 1, Universidad de la Salle-	98 -
Figura 72. Densidad poblacional de larvas y Pupas - Pila 2, Universidad de la Salle-	98 -
Figura 73. Densidad poblacional de larvas y Pupas - Compostera, Universidad de la Salle	- 99 -
Figura 74. Densidad poblacional de larvas y Pupas – Guanera, Escuela de Equitación del Ejército Nacional	- 100 -

Figura 75. Densidad poblacional de larvas y Pupas – Pila, Escuela de Equitación del Ejército Nacional	- 100 -
Figura 76. Densidad poblacional de larvas y Pupas – Compostera, Escuela de Equitación del Ejército Nacional.....	- 101 -
Figura 77. Densidad poblacional – Total Equinos, Universidad de la Salle	- 104 -
Figura 78. Densidad poblacional – Total Equinos, Escuela de Equitación del Ejército Nacional	- 107 -
Figura 79. Promedio de moscas encontradas por ubicación geográfica, Universidad de la Salle.	- 108 -
Figura 80. Promedio de moscas encontradas por ubicación geográfica, Escuela de Equitación.....	- 109 -
Figura 81. Promedio de moscas encontradas por ubicación geográfica, Escuela de Equitación.....	- 111 -

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO 1	- 120 -
FORMATO DE PRE TEST – POST TEST	- 120 -
ANEXO 2	- 123 -
CARTILLA PARA EL CONTROL DE <i>Stomoxys calcitrans</i> MEDIANTE COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE DE RESIDUOS AGRICOLAS.....	- 123 -

INTRODUCCIÓN

Los residuos generados en explotaciones pecuarias, han representado un problema ambiental, técnico y sanitario ocasionado principalmente por el incorrecto manejo que se le ha dado al residuo de forma tradicional, el cual se deja descomponer en el suelo de manera directa y sin control; convirtiéndose así en un foco propicio para la reproducción de la mosca *Stomoxys calcitrans* o mosca de los establos, esta mosca representa el mayor problema generado en este tipo de actividad, ya que pica a los animales generándoles molestias y disminuyendo su productividad (Ej.: leche y carne), molestias en animales de menor tamaño como perros, además de picar a humanos y debido a su actuación como vector del patógeno *Enterobacter saklazzakii*, (patógeno oportunista que contamina la comida, ocasionando meningitis, enterocolitis y sepsis principalmente en infantes), su control se hace fundamental como operación normal para el correcto funcionamiento en las explotaciones pecuarias.

Debido a que el foco de proliferación de la mosca *Stomoxys calcitrans* son los residuos generados por los animales de gran tamaño, las técnicas de compostaje se convierten en una alternativa viable para detener la problemática ambiental que se genera en la actualidad en las explotaciones pecuarias, además de dar un uso propicio al residuo, (para mejorar las condiciones del suelo y por ende la productividad de las cosechas, limitando el uso de fertilizantes químicos), se están limitando y controlando los lugares de reproducción de la mosca *Stomoxys calcitrans*, sin generar ningún tipo de contaminación adicional, para finalmente lograr una reducción significativa de su población.

Partiendo de esto, en la siguiente investigación se busca controlar la proliferación evidenciada en la población de la mosca *Stomoxys calcitrans* por medio del manejo y estabilización de los residuos orgánicos derivados de los animales del Hato de la Universidad de la Salle y una réplica en la Escuela de Equitación del Ejército Nacional, donde su población representa y ha representado una gran problemática. Con este fin se efectuaron técnicas de vermicompostaje debido a su efectividad de estabilización de este tipo de residuos es la mas propicia (Lazcano Cristina 2008) que permita establecer su efectividad en el control de la población y a su vez obtener un valor agregado a dichos residuos.

Finalmente, los resultados de la investigación serán analizados con el propósito de brindar una solución a una problemática actual, además de brindar el conocimiento acerca del manejo ambiental y controlado de la transformación de este tipo de residuo, en todo el sector agrícola en general, mediante la validación de un manual para el correcto manejo de los residuos agrícolas animales como medida de control de la mosca *Stomoxys calcitrans*, convirtiendo los residuos en una fuente extra de ingresos, disminuyendo costos en fumigaciones y abonos, transmisión de enfermedades, malos olores, entre otros, sin ocasionar otro tipo de problemáticas ambientales, encaminando las actividades a procesos sostenibles.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la utilidad de la técnica de vermicompostaje como alternativa para reducir poblaciones de la mosca del establo, *Stomoxys calcitrans*.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Validar métodos para la estimación de la densidad poblacional de la mosca *Stomoxys calcitrans* en cada lugar de estudio, mediante el uso de trampas y recuentos directo sobre animales.
- Medir las fluctuaciones de la densidad poblacional de la mosca *Stomoxys calcitrans* durante la investigación, comparándolas con las variables ambientales metereológicas, cantidad de animales y la existencia de sitios de reproducción en cada lugar de estudio.
- Validar el uso de vermicompostaje mediante el desarrollo de un protocolo que sirva como herramienta para el manejo de residuos de excretas de herbívoros a través del monitoreo de parámetros de control: pH, temperatura, humedad, C/N y cantidad de humus producido en la pila de compost.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mosca de los establos (*Stomoxys calcitrans*), es una de las plagas más serias en las explotaciones pecuarias, reducen el peso y la eficiencia alimentaria del ganado vacuno. Esta mosca también puede afectar la producción de leche, que en el peor de los casos puede ser de 40% a 60% (Miller 1973). En algunas ocasiones también se convierte en una plaga significativa para las poblaciones humanas, por su característica hematófaga, atacando frecuentemente la parte inferior del cuerpo en especial las piernas o patas delanteras de los animales de sangre caliente.

La mosca de establo puede actuar como vector biológico y mecánico de enfermedades, son huéspedes intermedios de nematodos como *Setaria cervi*. Son picadores persistentes, haciéndolos excelentes vectores mecánicos de patógenos transportados en la sangre incluyendo *Trypanosoma evansi* o *Surra* en caballos y perros y su variedad americana (*T. equinum*) o del mal de caderas en Centro y Sudamérica. Es uno de los huéspedes intermediarios de *Habronema microtoma*, experimentalmente transmite el virus de la anemia infecciosa y el *Bacillus anthracis*. Se cree que las excreciones salivales de la mosca pueden causar reacciones tóxicas, las cuales pueden reducir la respuesta inmunológica del huésped animal.

Los animales más afectados son los que se encuentran pastoreando cerca de las instalaciones o los animales estabulados o semiestabulados, tiene una alta afinidad por los equinos y son muy comunes en las caballerizas.

El control de la mosca se realiza principalmente a través del uso de insecticidas que actúan sobre estados adultos, y también con medidas de manejo sanitario. Sin embargo, las estrategias de control se pueden complicar y ser poco efectivas, debido al comportamiento biológico diversificado que le permite utilizar sitios alternativos de reproducción, movimientos de migración y el uso de múltiples huéspedes incluido el hombre; así el desarrollo y la implementación de estrategias de control requiere comprender los diversos aspectos que conforman su ciclo de vida, tanto a nivel de los estados inmaduros como de los estados adultos.¹

2.1. Formulación del problema

La explosión poblacional de la mosca *Stomoxys calcitrans* debido al manejo inadecuado de los residuos generados por animales herbívoros en explotaciones pecuarias, los convierten en los focos ideales de reproducción de la mosca *Stomoxys calcitrans* generando problemáticas económicas, sanitarias y ambientales.

¹ Foil L D Hugest J A. 1994 Biology and control of tabanids, Stable flies and horn flies Rev. Sci Tech Off Int Epiz 13(4) 1125-1158

3. HIPÓTESIS

Mediante el tratamiento de heces de animales herbívoros a través de técnicas de compostaje y vermicompostaje es posible lograr un control de la densidad poblacional de la mosca *Stomoxys calcitrans* teniendo en cuenta que es en estas heces donde este tipo de mosca completa su ciclo de desarrollo y que las técnicas de manejo de este residuo producen cambios drásticos en las características iniciales como son un aumento elevado de la temperatura, una disminución en la humedad y la producción de CO₂ por la descomposición de la materia orgánica, que pueden resultar ser mortales para las larvas contenidas en el material, interrumpiendo así el desarrollo de moscas y logrando la disminución de la densidad poblacional.

3.1. Pregunta de Investigación

¿El tratamiento de heces de animales herbívoros a través de vermicompostaje es una alternativa efectiva para el control de la explosión poblacional de la mosca *Stomoxys calcitrans*?

4. ESTADO DEL ARTE

- **Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. Comparación de la eficacia de compostaje y vermicompostaje para la estabilización biológica de las deyecciones ganaderas (Lazcano, Gómez-Brandón, Domínguez, 2008):** Este estudio comparativo de las técnicas de manejo de residuos orgánicos procedentes de deyecciones ganaderas mediante la medición de cambios químicos, microbiológicos y bioquímicos. Cuyo resultado expone las diferencias encontradas entre los tres métodos, la necesidad de largos periodos de tiempo para lograr la estabilización, aconseja la utilización de la técnica de Vermicompost para la estabilización de eyecciones ganaderas ya que la actividad de la lombriz de tierra modifica de manera favorable la actividad de degradación reflejado en la baja CE, C, N, pH y una liberación de manera gradual de fósforo.
- **Manual para la elaboración de compostaje bases conceptuales y procedimientos (organización panamericana de la salud):** brinda de manera clara cual es la clasificación de los residuos de donde provienen, clasificándolos por industrias productoras, las alternativas de tratamiento, la descripción del procedimiento a seguir para la elaboración del compostaje teniendo en cuenta los parámetros a monitorear y los parámetros para el diseño y puesta en marcha dependiendo del tratamiento requerido. Debido a la importancia de los microorganismos en el proceso de compostaje se explica de manera general la función de los microorganismos en la naturaleza, los ciclos biogeoquímicos presentes en la naturaleza y conceptos sobre nutrición y crecimiento microbiano para entender de manera como y el por que de las etapas del proceso de descomposición.
- **Manual de compostaje para municipios (Eva Röben, 2002):** El municipio de Lonja en Ecuador publicó un manual para el proceso de compostaje, explica de una manera mas técnica los procesos existentes y la tecnología de compostaje, paso a paso como se debe desarrollar el proceso, los sistemas de compostaje existentes, la maquinaria necesaria y los sistemas de control del proceso, la finalidad del manual es la implementación de plantas de compostaje a nivel municipal , exponiendo resultados obtenidos en varios municipio de Ecuador.
- **Vermicompost y compost de residuos hortícolas como componentes de sustratos para la producción de planta ornamental y aromática. caracterización de los materiales y respuesta vegetal. (Mendoza Hernández,2010)** Este proceso ha sido utilizado para la biodegradación y estabilización de gran número de residuos orgánicos y se considera hoy día como una tecnología limpia y sin impacto ambiental “eco tecnología”, cuyos costes de inversión, energéticos y de mantenimiento son además moderadamente bajos.
- **Presencia de estiércol e infestación por mosca del establo, Stomoxys calcitrans (Cruz-Vázquez, Ramos, Quintero-Martínez,)** Estudio realizado en corrales con sistemas de estabulación libre, en Aguascalientes, México, mostrando la incidencia de 3 factores (estiércol, Humedad y temperatura) en la población de Stomoxys calcitrans

encontradas en los animales mediante el conteo de 10 animales por establo, se llegó a la conclusión que la relación entre la abundancia de estiércol en los corrales y el nivel de infestación por *S. calcitrans* es significativa.

- **Competencia del Vector de *Stomoxys calcitrans* (Dipteria:Muscidae), para *Enterobacter sakazakii*. (Mramba, Broce y Zurek, 2007)** *Stomoxys calcitrans* es un vector/deposito del patógeno *Enterobacter sakazakii* el cual es un patógeno oportunista que contamina la comida, ocasionando meningitis, enterocolitis y sepsis principalmente en infantes. La mosca de establo es capaz de mantener al patógeno por al menos 20 días independientemente de la fuente de alimento que consuma la mosca (sangre o azúcar) contaminándola. Finalmente se encontró que la concentración del patógeno por individuo se encuentra en un rango de 1.8×10^5 a 6.4×10^6 .
- **La abundancia de la mosca de los establos en las vacas tratadas para el control de la mosca con aretes impregnados de organofosforados (Glugliemone, Volpogni, Quaino, Anziani y Mangold ,2004).** Se realizaron aretes o marcas auriculares con una concentración de 40% de insecticidas organofosforados (Diazion o Diazon mas clorpirifos etil), se lo coloco a un grupo de novillas Holstein, el tratamiento obtuvo una baja eficiencia para la mosca de los establos se redujo en promedio un 42% del total. Finalmente se encontró un pico bimodal de abundancia en primavera de la primera temporada, con picos en primavera y otoño durante la segunda temporada.

5. MARCO TEORICO

5.1. *Stomoxys calcitrans*

Es también conocida como la mosca del establo, debido a que es muy común encontrarlas en explotaciones pecuarias, pertenece a la familia de Muscidae pero este tipo de mosca en particular se alimenta de sangre de mamíferos, incluido el hombre, fue primero reconocida en Nueva Zelanda en 1849 por Walker, altamente influenciada por la temperatura, el ciclo completo de vida tarda entre 3 a 6 semanas.

Nombre científico: *Stomoxys calcitrans* (L.)

Familia: Muscidae

Orden: Díptera

Clase: Insecta

Filo: artrópodo

Reino: Animal

5.1.1. Descripción General:

Dípteros: 2 alas; Ciclorrafas: antenas típicas de 3 segmentos; Muscidae picadoras: como la mosca doméstica pero con chupón anterior duro o proboscis picadora, ambos sexos son hematófagos: se alimentan de sangre, metamórficamente completa, huevos y larvas en heces animales muy frescas mezcladas con orina y paja, o vegetales en descomposición, molestan a los animales, interfieren con pastoreo y producción, vectores mecánicos de tripanosomas tropicales, ántrax, brucelosis y virus de la anemia infecciosa equina.²

La mosca adulta es de color gris, la hembra tiene cerca de 7mm de longitud, el macho es usualmente más pequeño. El tórax está marcado con cuatro rallas oscuras diagonales y algunas manchas oscuras en la parte superior.³

Figura 1. *Stomoxys calcitrans*



Fuente: Autores

² O. BARRIGA, Omar, enfermedades parasitarias de los animales domésticos en América Latina.

³ D. H. TODD, THE BITING FLY *Stomoxys calcitrans* (L) IN DAIRY HERDS IN NEW ZEALAND, Journal N.Z.J. Agric, res 7: 60-79, October 1963

Figura 2. Detalle piezas bucales Musca domestica y Stomoxys calcitrans.



Fuente: Medical and veterinary entomology, the MACMILLAN company, 1915.

La mosca de los establos adulta es aproximadamente del mismo tamaño que la mosca domestica común, pero se distingue fácilmente de esta gracias a las piezas bucales, además la mosca de los establos (*Stomoxys calcitrans*) posee un abdomen más ancho que la mosca domestica, con manchas oscuras sobre el dorso del abdomen. La mosca tiene un perspicaz sentido del olfato y puede detectar con facilidad a su víctima, humedad y material orgánico fermentándose, abundan en las partes bajas de los animales donde no pueden ser molestadas y la densidad de pelo no es la suficiente para lograr una buena protección contra la picadura, pero si la mosca abunda se la puede encontrar en todo el cuerpo de la víctima.

En cuanto a las piezas bucales como se muestra en Figura 2 son muy diferentes en las dos especies, ambas son succionadoras, pero la proboscis de *Stomoxys calcitrans* está adaptada para atravesar la piel, Figura 3 produciendo en su víctima pérdida de vitalidad, dolor, pérdida de sangre, pérdida de peso por la molestia durante el pastoreo entre otros inconvenientes.

Figura 3. Proboscis picadora de *Stomoxys calcitrans*



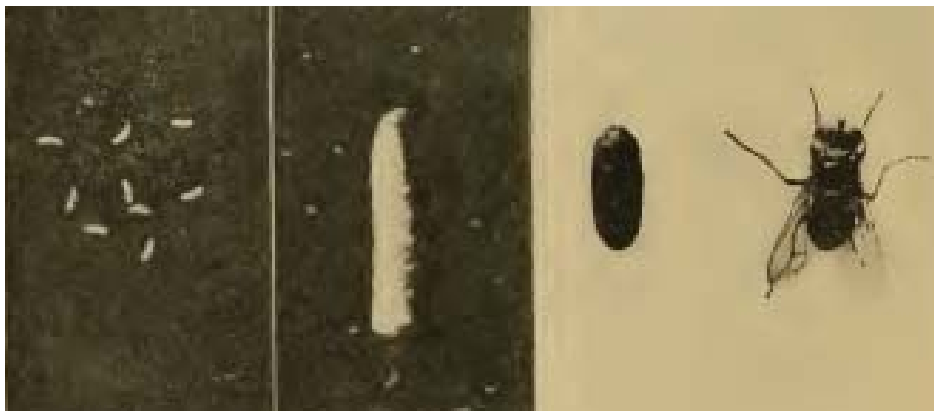
Fuente: Explosión poblacional de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans* en el hato de la Floresta, Bogotá, Efraín Benavidez Ortiz.

Las poblaciones de moscas son monitoreadas a través de trampas de fibra de vidrio o mediante conteos directos en la manada de ganado, usualmente en sus patas delanteras. Los estadios inmaduros de la mosca se encuentran en muchos hábitats, pero son abundantes en la vegetación en descomposición, como paja húmeda, heno, pasturas, sobre todo si se mezclan con estiércoles u orina. En mayor desarrollo se da en estiércol ya secado y podrido por periodos variables de tiempo (viejo) por lo general varias semanas a un año, también su abundancia se asocia a periodos de lluvia, que mojan los estiércoles del ganado aumentando la humedad y las condiciones propicias de desarrollo de la mosca.

5.1.2. Ciclo de vida

La hembra necesita tres tomas de sangre para depositar huevos, la oviposición solo ocurre en ambientes con la humedad correcta, en muchos casos la hembra debe profundizarse en el material orgánico en descomposición para encontrar la humedad ideal para el desarrollo de los huevos, los huevos son de color crema, de aproximadamente 1mm de longitud. Las larvas son translúcidas al inicio pero comienzan a cambiar a color crema a medida que crece es de aproximadamente 15mm de longitud, para su reconocimiento se deben examinar a través del microscopio los espiráculos ubicados en uno de los extremos los cuales tienen una forma triangular y se encuentran separados aproximadamente el tamaño de dos o tres espiráculos entre sí. Las pupas son ovoides alargadas, de color nuez al inicio hasta llegar a un color más oscuro cuando emerge, se requieren entre 21 y 25 días para completar un ciclo de vida de la mosca *Stomoxys calcitrans*.

Figura 4. Metamorfosis completa, huevo, larva, pupa y adulto.



Fuente: Medical and veterinary entomology, the MACMILLAN company, 1915.

Figura 5. Pupas en diferentes estadios de madurez



Fuente: Autores

5.2. PROCESO DE COMPOSTAJE

5.2.1 Que es el compostaje

El compostaje es un proceso biológico aerobio mediante el cual se descompone la materia orgánica mediante la acción de los microorganismos que se encuentran en ella, hasta convertirse en un residuo estabilizado que se utiliza para mejorar las condiciones del suelo y rendimiento de los cultivos gracias a los nutrientes contenidos luego del proceso.

ETAPA DE LATENCIA: Es la etapa inicial desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, con respecto a la temperatura del material inicial. Esta etapa es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. Si el material tiene ya un tiempo de acopio esta fase puede pasar inadvertida, esta etapa puede durar de 24 a 72 horas.

ETAPA MESOTERMICA (10-40°C): En esta etapa, se destacan las fermentaciones facultativas de la microflora mesófila, en concomitancia con oxidaciones aeróbicas (respiración aeróbica). Mientras se mantienen las condiciones de aerobiosis actúan Euactinomicetos (aerobios estrictos), de importancia por su capacidad de producir antibióticos. Se dan también procesos de nitrificación y oxidación de compuestos reducidos de Azufre, Fósforo, etc. La participación de hongos se da al inicio de esta etapa y al final del proceso, en áreas muy específicas de las pilas de compostaje. La etapa mesotérmica es particularmente sensible al binomio óptimo humedad-aireación. La actividad metabólica incrementa paulatinamente la temperatura. La falta de disipación del calor produce un incremento aún mayor y favorece el desarrollo de la microflora termófila que se encuentra en estado latente en los residuos.

Figura 6. Presencia de Hongos en la pila de compostaje



Fuente: Autores

ETAPA TERMÓGENA (40-75°C): La microflora mesófila es sustituida por la termófila debido a la acción de Bacilos y Actinomicetos termófilos, entre los que también se establecen relaciones de tipo simbióticas. Normalmente en esta etapa, se eliminan todos los mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables. Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de vapor de agua. El CO₂ se produce en volúmenes importantes que difunden desde el núcleo a la corteza. Este gas, juega un papel fundamental en el control de **larvas de insectos**. La corteza y más en aquellos materiales ricos en proteínas, es una zona donde se producen la puesta de insectos. La concentración de CO₂ **alcanzada resulta letal para las larvas**. Conforme el ambiente se hace totalmente anaerobio, los grupos de termófilos intervinientes, entran en fase de muerte. Como esta etapa es de gran interés para la higienización del material, es conveniente su prolongación hasta el agotamiento de los nutrientes.

ETAPA MESOTÉRMICA 2: con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los termófilos, comienza el descenso de la temperatura. Cuando la misma se sitúa aproximadamente a temperaturas iguales o inferiores a los 40°C se desarrollan nuevamente los microorganismos mesófilos que utilizarán como nutrientes los materiales más resistentes a la biodegradación, tales como la celulosa y lignina restante en las pilas. Esta etapa se la conoce generalmente como etapa de maduración. Su duración depende de numerosos factores. La temperatura descenderá paulatinamente hasta presentarse en valores muy cercanos a la temperatura ambiente. En estos momentos se dice que el material se presenta estable biológicamente y se da por culminado el proceso.⁴

Las etapas mencionadas no se cumplen en la totalidad de la masa en compostaje, es necesario, remover la pila de material en proceso, de forma tal que los materiales que se presentan en la corteza pasen a formar parte del núcleo, además de permitir la aireación.

5.2.2. Parámetros de control

5.2.2.1. Relación Carbono / Nitrógeno

El carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica, una relación carbono nitrógeno óptima de entrada a compostar es de C (25) / N (1) = 25

⁴ Francisco José Colomer Mendoza, Antonio Gallardo Izquierdo, Tratamiento y gestión de residuos sólidos

Tabla 1. Relación C/N de algunos residuos orgánicos

BASE SECA			
Materiales	C%	N%	C/N
Aserrines	40	0.1	400
Podas, tallos, maíz	45	0.3	150
Estiércol de Equino	15	0.5	30
Estiércol Bovino	7	0.5	15

Fuente: Tratamiento y gestión de residuos sólidos

En términos generales, una relación C/N inicial de 20-30 se considera como adecuada para iniciar el proceso de compostaje, mediante el uso de estiércol de equino únicamente, se cumple con los valores de entrada ideales para el proceso de compostaje, sin necesidad de realizar un balance de nutrientes inicial. Si la relación C/N esta en el orden de 10 indica que el material tiene relativamente más nitrógeno que carbono, si la relación es mayor por ejemplo de 45 en el material existe un mayor contenido de carbono que de nitrógeno.

Un material que presente una relación C/N superior a 30, requerirá para su biodegradación un mayor número de generaciones de microorganismos, y el tiempo necesario para alcanzar una relación C/N final entre 12-15 (considerada apropiada para uso agronómico) será mayor. Si el cociente entre estos dos elementos es inferior a 20 se producirán pérdidas importantes de nitrógeno.⁵

5.2.2.2. Humedad

La humedad idónea para una biodegradación con respiración aeróbica, se sitúa del orden del 15% al 35% (del 40 al 60%) si se puede mantener una buena aireación. Si la humedad es inferior a 10%, desciende la actividad biológica general y el proceso de compostaje se vuelve extremadamente lento. Con humedades inferiores a 20%, las poblaciones pasan a fases estacionarias o en condiciones extremas a fase de muerte, retardando o deteniendo el proceso de compostaje. La humedad adecuada para cada etapa depende de la naturaleza, compactación y textura de los materiales de la pila. Los materiales fibrosos y finos tienen una mayor humedad y aumentan la superficie específica de contacto.

2.2.2.3 pH

Los pH inferiores a 5,5 inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos, valores superiores a 8 también son agentes inhibidores de crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos.

⁵ Francisco José Colomer Mendoza, Antonio Gallardo Izquierdo, Tratamiento y gestión de residuos sólidos

Tabla 2. Análisis de residuos compostados

TIPO DE RESIDUOS	Tc/días	C/N	pH	M.O%	Total %					
					N	P	Ca	K	Mg	Na
Excreta bovina	85	16	7.3	35	1.7	0.87	2.5	1.3	0.98	0.17
Excreta equina	80	15	7.8	32	1.6	0.9	2.8	1	0.97	0.16

Fuente: Tratamiento y gestión de residuos sólidos

Tabla 3. Algunos parámetros de control de estabilidad del compost

Temperatura	Estable
Color	Marrón oscuro-negro ceniza
Olor	Sin olor desagradable
pH	Alcalino (anaerobio 55°C, 24 Hr)
C/N	>=20
# termófilos	Decreciente a estable
respiración	0<10mg/g compost
Media	0<7.5 mg/g de compost
COD	<700mg/g (peso seco)
ATP	Decreciendo a estable
CEC	>60 meq/100 libre de cenizas
Actividad de enzimas hidrosolubles	Incrementándose a estable
Polisacáridos	<30-50mg glúcidos/g peso seco
Reducción de azucares	35%
Germinación	<8
Nematodos	Ausentes

Fuente: Tratamiento y gestión de residuos sólidos

5.3. VERMICOMPOSTAJE

Las lombrices de tierra ingieren diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso y expelen el 60% transformado en humus de lombriz o vermicompost, que es un abono orgánico prácticamente insuperable, que puede incrementar hasta en un 300% la producción de hortalizas y otros productos vegetales. Una lombriz produce diariamente

unos 0,3 g de humus, con lo que en pequeñas superficies se pueden obtener grandes cantidades de humus.⁶

El Humus tiene un aspecto similar a la tierra, suave, ligero e inodoro, tiene altos contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y micro elementos en cantidades al menos cinco veces superiores a las de un buen terreno fértil. Como abono orgánico tiene un valor nutritivo, pero lo más importante es la alta disponibilidad de los nutrientes para las plantas, también se encuentran enzimas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas y ulminas, que permiten mejorar la estructura del suelo, debido a que actúan como cementantes de unión entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares uniformes que permiten un óptimo desarrollo radicular, mejora el intercambio gaseoso, aumenta la oxidación de la materia orgánica y por ello la disponibilidad de nutrientes en formas asimilables, estimulando así el crecimiento vegetal.⁷

El sustrato estabilizado asegura la reproducción del pie de cría y en poco tiempo habremos multiplicado el pie de cría y se obtendrán buenas cosechas de compost.

5.3.1 Parámetros de control

5.3.1.1 Humedad

Debe estar entre 70% y 80%. Una humedad superior al 85% hace que las lombrices entren en un periodo de latencia y se afecta la producción de vermicompost y la reproducción. Debajo de un 70% de humedad es una condición desfavorable. Niveles de humedad inferiores al 55% son mortales para las lombrices. La prueba para medir el porcentaje de humedad del sustrato se conoce como prueba de puño, la cual consiste en agarrar una cantidad del sustrato con el puño de la mano, posteriormente se le aplica fuerza, lo normal de un brazo, y si salen de 8 a 10 gotas es que la humedad está en un 80% aproximadamente.

5.3.1.2. Temperatura

La temperatura es otro de los factores que influyen en la reproducción, producción (vermicompost) y fecundidad de las cápsulas. Una temperatura entre 18 y 25 °C se considera óptima, ya que conlleva el máximo rendimiento de las lombrices. Cuando la temperatura desciende por debajo de 15°C las lombrices entran en un periodo de latencia, disminuyendo su actividad. Van dejando de reproducirse, crecer y producir vermicompost; los cocones (huevos) no eclosionan y pasan más tiempo encerrados en los embriones hasta que presentan condiciones favorables.

⁶ Diego Rengifo, Lombricultivos del valle,
http://www.lombricultivosdeelvalle.blogspot.com/2009_03_01_archive.html

⁷ Francisco José Colomer Mendoza, Antonio Gallardo Izquierdo, Tratamiento y gestión de residuos sólidos

Figura 7. Cocones presentes en la cama de vermicompostaje



Fuente: Autores

5.3.1.2. pH

pH la lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8.4, fuera de esta escala la lombriz entra en una etapa de latencia. Con un pH ácido el sustrato (<7) puede desarrollarse una plaga conocida como planaria. La preparación del sustrato debe realizarse mediante fermentación aerobia. Esta fermentación es el resultado de la actividad de diferentes grupos de microorganismos. El tiempo que dure la fermentación depende del pH, humedad, temperatura y tipo de sustrato

5.3.2. Cosecha de lombrices y humus

El objetivo es que el sustrato se estabilice en un pH de 7.5 a 8, humedad del 80% y temperatura de 18 a 25°C. En el estiércol bovino el tiempo necesario para la estabilización es de 10 a 15 días, y es el sustrato que más rápido se estabiliza. El estiércol de conejo tarda de 20 a 25 días, y los residuos de cosecha de 15 a 25 días.

Durante el proceso se debe proporcionar alimento en capas de un espesor de 10cm, se inoculan las lombrices, posteriormente en un periodo de 7 a 15 días consumirán el sustrato dependiendo de la cantidad de alimento y la densidad de la población. Cuando el alimento esta consumido se observan pequeños grumos, indicando que el lecho no tiene comida, teniendo la necesidad de agregar más sustrato. El alimento preparado se coloca a lo largo de las camas (parte media longitudinal del cajón). Este sistema permite controlar si el alimento es apropiado y está correctamente preparado. Si después de 2 o 3 días en el interior del lomo se encuentran las lombrices colonizando el nuevo alimento, este está en correctas condiciones. La ausencia de lombrices descalificaría el alimento por lo que habría que removerlo y cambiarlo por otro.

Como parte del manejo de cajones se recomienda llevar un registro con datos como fecha de inoculación, frecuencia de alimentación, fechas de cosecha de humus y lombrices, destino de las lombrices, problemas presentados y su solución, cantidad de lombrices y humus producidos, consumos de sustratos, procedencia, tipo y tratamiento.

Para la cosecha es necesario que las camas estén llenas y el alimento consumido, y se realiza en distintas formas según el tipo de cultivo. Por ejemplo, en cunas se retrasa la alimentación por lo menos 4 días y luego se ofrece alimento en cantidad normal, con lo que la lombriz se concentra en la superficie. Al cabo de 2 o 3 días, una vez poblada la superficie se procede a retirarlas manualmente. Este procedimiento se repite dos veces más para separar la mayoría de la población de lombrices.

Tabla 4. Características del humus de lombriz

PARÁMETRO	CONTENIDO
Materia orgánica	65-70%
Humedad	40-45%
Nitrógeno N2	1.5-2%
Fósforo p2o5	2-2.5%
Relación C/N	10-11
Flora bacteriana	2x106colonias/gr
sodio	0.02%
pH	6.8-7,2%
Carbono orgánico	14-30%
Calcio	2-8%
Potasio como K2O	1-1.5%
Ácidos Húmicos	3.4-4%
Magnesio	1-2,5%
Cobre	0.05%
Fuente: Emison	

6. MARCO GEOGRAFICO

6.1. Universidad De La Salle, Sede Floresta

Figura 8. Universidad de la Salle, Sede Floresta

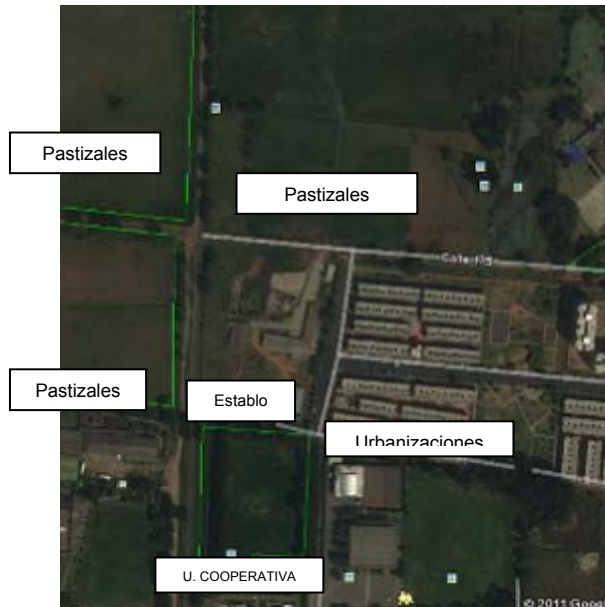


Fuente: Google Earth, 2011

Ubicada en la Cr 7 N° 172-85, Bogotá, Colombia. En la sede funciona la Facultad de Ciencias Agropecuarias, con los programas de Administración de Empresas Agropecuarias, Ingeniería Agronómica, Medicina Veterinaria y Zootecnia, para el desarrollo del plan de estudios la Universidad tiene a disposición de sus estudiantes, un total de 37 animales grandes, 14 vacunos y 23 equinos, estos animales se mantienen en un área de pastizales, en la parte occidental conocida como El Hato de la Universidad de la Salle.

La sede colinda al Norte con CODABAS, Central de Abastos del Norte, al Oriente y Sur con urbanizaciones y la Universidad Cooperativa de Colombia, la problemática de moscas sin duda afecta a la población cercana al foco de la explosión poblacional (El Hato).

Figura 9. Hato, La Floresta



Fuente: Google Earth, 2011

El sector del Hato de la Sede Norte de la Universidad de la Salle, colinda con urbanizaciones y la Universidad Cooperativa de Colombia, en la imagen se aprecia la zona de pastos y la estructura física de la misma, con frecuencia las heces en mayor medida de los vacunos se deja descomponer en la zona de pastoreo, para los equinos se cuenta con lugares donde es más factible recoger sus heces, pero estas se disponen de manera indiscriminada en algunas zonas del Hato, formando pilas sin forma definida, expuestas al ambiente, proporcionando las condiciones ideales para la reproducción de la mosca *Stomoxys calcitrans*.

Figura 10. Detalle Zona de estudio



Fuente: Google Earth, 2011

Figura 11. Disposición de residuos



Fuente: Autores

Figura 12. Disposición de residuos Junio de 2010



Fuente: Explosión poblacional de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans* en el hato de la Floresta, Bogotá, Efraín Benavides Ortiz.

El lugar cuenta con dos galpones que en la actualidad no se encuentran en funcionamiento, la infraestructura cuenta con tejados, casetas de almacenamiento, muros bajos y piso pavimentado. Se escogió el galpón alejado de la población colindante con la cancha de fútbol de la Universidad Cooperativa de Colombia como el lugar para la disposición de los residuos y la ubicación de las composteras.

Para la conformación de las pilas iniciales se utilizaron residuos en diversos grados de descomposición debido a la necesidad de eliminar los sitios de reproducción actuales de la mosca, se levantaron en total 12 pilas esparcidas en diferentes lugares del Hato, y con volúmenes diferentes, evidenciando en ellas la presencia de larvas y pupas de *Stomoxys calcitrans*, lombriz roja californiana y microfauna en el proceso de descomponer la materia orgánica.

6.2 Escuela de Equitación del Ejército Nacional

Figura 13. Cantón Norte Ejército Nacional de Colombia



Fuente: Google Earth, 2011

Ubicado en la Cr 7 N° 106-00, Bogotá, Colombia. Dentro de sus instalaciones se encuentran las siguientes áreas del ejército Nacional: Batallón # 13 Tequendama grupo de Caballería y la Escuela de Equitación del Ejército Nacional con un total de 135 caballos; en donde la mayor parte del día permanecen en las pesebreras con eventuales salidas para entrenamiento y competencias.

La Escuela de Equitación colinda al Norte con las urbanizaciones y el Olímpica, supermercado y droguería del barrio Santa Ana localidad 1 Usaquén, al Oriente con los apartamentos fiscales y Polígono, al Sur con el batallón N° 13 Tequendama grupo de Caballería, y al Occidente con el Teatro Patria y la Brigada N° 13.

Figura 14 Escuela de Equitación del Ejército Nacional



Fuente: Google Earth, 2011

El sector de la Escuela de Equitación del Ejército Nacional, limita con los apartamentos fiscales, aulas y parqueaderos, así mismo las diferentes dependencias de la escuela como el área social y pesebreras; que se encuentran afectados por la cercanía a la guanera lugar donde se origina la explosión poblacional de la mosca debido a la acumulación del guano diario sin reglamentación y expuesto al medio ambiente originando la reproducción de la mosca.

Figura 15 Detalle Zona de Estudio



Fuente: Google Earth, 2011

Figura 16. Disposición de residuos



Fuente: Autores

La zona de disposición de heces (Guanera) se encuentra a 2 metros de la primera pesebrera, los palafreneros y personal del servicio general disponen diariamente sin ningún tipo de reglamentación, permitiendo el medio requerido por la mosca para su reproducción.

Para la formación de las pilas de compostaje se utilizaron los residuos diarios que dispone el personal del servicio general, con volúmenes y descomposición diferentes, se escogió el área contigua a la guanera a 15 metros de las pesebreras y áreas comunales como hangares y carpintería evitando la proximidad y posibles molestias para la ubicación de los residuos y compostera.

7. DISEÑO EXPERIMENTAL

7.1. DENSIDAD POBLACIONAL

7.1.1 Captura en Trampas

Para la determinación de la densidad poblacional de la mosca *Stomoxys calcitrans* se utilizaron trampas piramidales de plástico termo formado de alta resistencia de la empresa INALMET, modelo piramidal tipo cajón de cuatro lados, que posee un panel vertical de 40 cm de ancho y 60 cm de alto y una tapa piramidal triangular de 40 cm de lado, las trampas se forran con un plástico color blanco debido a la preferencia de este tipo de mosca de posarse en superficies blancas después de haber picado a sus víctimas, el plástico se recubrió con un adherente especial de la misma empresa sobre el cual se posa la mosca quedando atrapada para su posterior conteo, se dejaron en el sitio por un periodo de dos horas, cada cara se colocó en dirección a los cuatro puntos cardinales posterior al cual se procedió a realizar el conteo de número de moscas atrapadas, por punto cardinal y por trampa, desde las 9 de la mañana a las 11 de la mañana una vez por semana.

Figura 17. Trampas utilizadas



Fuente: INALMET

7.1.2 Puntos de muestreo por lugar de estudio

Las trampas se colocaron en dos lugares por cada sitio de estudio procurando características y distancias similares entre sí, una trampa se colocó cerca de la zona donde los animales se encuentran la mayor parte del tiempo pastando y la siguiente trampa se ubicó en inmediaciones al sitio de reproducción de la mosca *Stomoxys calcitrans*.

Figura 18. Puntos de muestreo Hato, la Floresta



Fuente: Google Earth

Punto 1: Cercanía a la estructura del molino

Punto 2: Cercanía a la zona de pastoreo

Figura 19. Puntos de muestreo Escuela de Equitación.



Fuente: Google Earth

Punto 1: Cercanía Área social

Punto 2: Fuente central pesebreras.

Figura 20. Localización trampas Escuela de Equitación.

Trampa # 1 Área Social



Trampa # 2 Pesebreras



Fuente: Autores

7.1.3 Densidad de larvas y pupas

Para la determinación de la densidad de larvas y pupas se monitoreo un área de 20 x 20 cm con una profundidad de 20cm en los sitios de reproducción y se realiza el conteo de número de larvas y pupas de *Stomoxys calcitrans* encontradas en ese volumen.

Figura 21. Conteo de larvas y Pupas Escuela de Equitación



Fuente: Autores

7.1.4 Densidad por animal

Se escogieron en cada lugar de estudio 10 equinos de diferentes pelajes, los cuales un día a la semana entre las 9 a.m y 11 a.m, se monitoreo el número de moscas en las extremidades delanteras mediante el método de conteo visual directo.

Figura 22. Conteo visual directo Escuela de Equitación (Caballo Bizancio)






Fuente: Autores

Descripción por color:

- **Castaño:** Manto café, crin y cola y patas negras
- **Moro:** Manto blanco, piel negra, mezcla de pelos blancos y negros en mayor o menor proporción de alguno de ellos.
- **Rocillo:** mezcla de tres colores, por ejemplo, blanco, negro y rojo.
- **Zainon:** color semejante al negro, pero con algunos pelos de color castaño.
- **Alazán:** Manto café, pero crin y cola blancas.

Tabla 5. Ejemplares Hato Universidad De La Salle

Equino N°	Imagen	Descripción
1		Color castaño
2		Color: Moro
3		Color: Rocillo

4		<p>Color: Castaño Ralla mula</p>
5		<p>Color: Moro Crin corta</p>
6		<p>Color: Castaño mandarina</p>
7		<p>Color: Rocillo Mancha blanca cuello</p>





8		Color: castaño claro
9		Color: Castaño potrillo
10		Color: Castaño claro
Fuente: Autores		

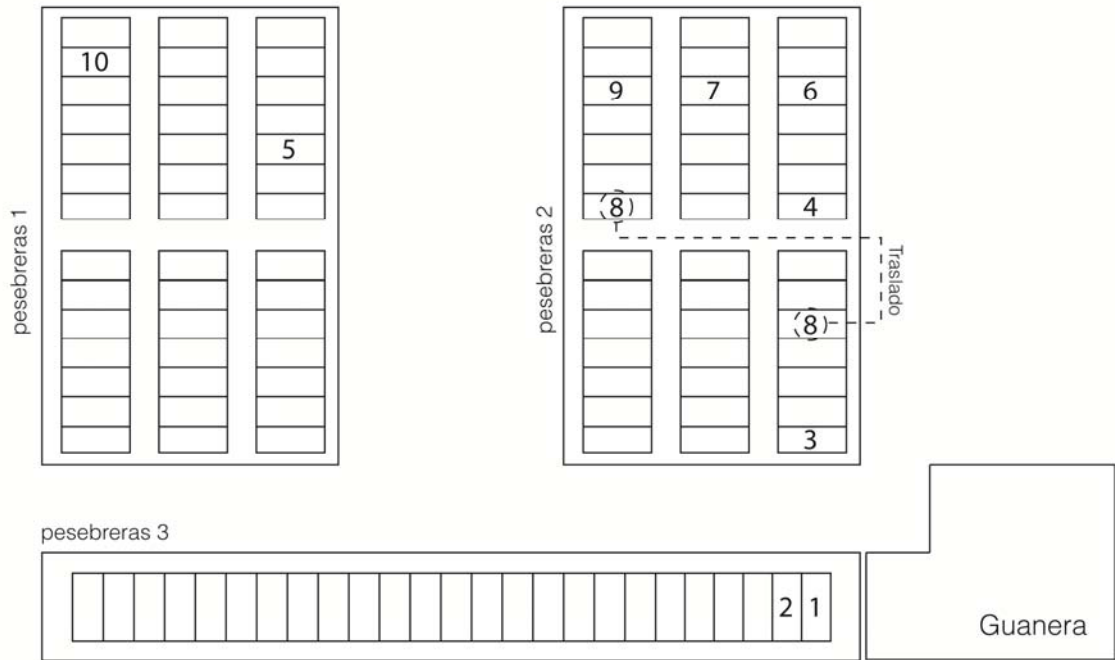
Tabla 6. Ejemplares Escuela de Equitación del Ejército Nacional

Equino N°	Número de la Escuela	Imagen	Nombre	Descripción
1	84		Bizancio	Color: Rocillo
2	83		Casungo	Color: Rocillo
3	143		Rigoletto	Color: Castaño Ralla mula

4	136		Varonesa	Color: Zainon
5	63		Dall	Color: Moro Tordo
6	134		Moisés	Color: Zainon
7	121		Brissa	Color: Moro

8	140		Rafaelo	Color: Rocillo
9	89		Atlas	Color: Moro Tordo
10	49		Araucano	Color: Alazán
Fuente: Autores				

Figura 23. Ubicación pesebreras y equinos Escuela de Equitación



Fuente: Autores

7.2 MEDICIONES METEOROLÓGICAS

De acuerdo a la dinámica poblacional de la mosca *Stomoxys calcitrans*, se ha demostrado que se encuentra directamente determinada por factores climáticos como lo son la pluviosidad y temperatura (medida indirecta de la humedad del aire), por esta razón se realizó un seguimiento a estos parámetros durante el tiempo de la investigación, para ello se tomaron datos de precipitación total diaria (mm), temperatura máxima y mínima diaria (°C) de un total de 12 estaciones de la red de monitoreo de calidad de aire de Bogotá y 4 estaciones de la CAR, de las cuales se seleccionaron 3 para el análisis poblacional por su cercanía al lugar de estudio estas son: la estación de la red de monitoreo de calidad de aire de Bogotá (BOSQUE) y de dos estaciones meteorológicas de la CAR (TORCA y USAQUEN) estaciones tipo CO, los datos fueron utilizados para la caracterización climática del lugar de estudio y para la interrelación entre número de moscas y parámetros meteorológicos. De manera paralela en El Hato de la Universidad de La Salle se instaló un pluviómetro casero para la medición de precipitación diaria y un termómetro de temperatura máxima y mínima, las mediciones las realiza el encargado del Hato y se lleva un registro diario de los datos obtenidos, además se tomaron datos de los registros del IDEAM de la estación ubicada dentro de la Universidad de la Salle tomados por el personal de servicios generales de la universidad, como una manera de correlacionar los datos tomados de forma experimental por los equipos instalados en el Hato del lugar de estudio.

Figura 24. Pluviómetro universidad de la Salle, Hato.



Fuente: Autores

Figura 25. Termómetro de máxima y mínima, formato de registro



Fuente: Autores

8. PROCESO DE CONTROL DE *Stomoxys calcitrans* MEDIANTE COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE

8.1 IMPLEMENTACIÓN COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE

8.1.1 Preparación de los lechos:

Los lechos deben tener las siguientes dimensiones: ancho: de 1 a 2 metros, alto: de 50 a 60 centímetros, largo: depende del material a vermicompostar, se colocó aproximadamente una capa de 20 cm de material (guano) pasados de 10 a 15 días dependiendo de la dinámica de la descomposición se le agregó 10 cm de material ya fermentado para continuar con la alimentación de las lombrices en los lechos.

Figura 26. Preparación de lechos Escuela de Equitación Ejército Nacional.



Fuente: Autores

8.1.2 Inseminación de las lombrices:

La inseminación se hizo a la luz del día preferiblemente de mañana. Se colocaron en la parte superior y se espera a que se profundicen, si lo hacen es una señal de que las condiciones en los lechos son las ideales para su desarrollo.

En general el desarrollo de las lombrices se realiza en un rango de temperatura de 12 a 25 °C, la óptima temperatura que favorece el crecimiento es de 20 a 25 °C y la temperatura ideal para la formación de cocones es de 12 a 15°C, en estas condiciones no existirán olores desagradables y el pH se encontrará cercano a la neutralidad.

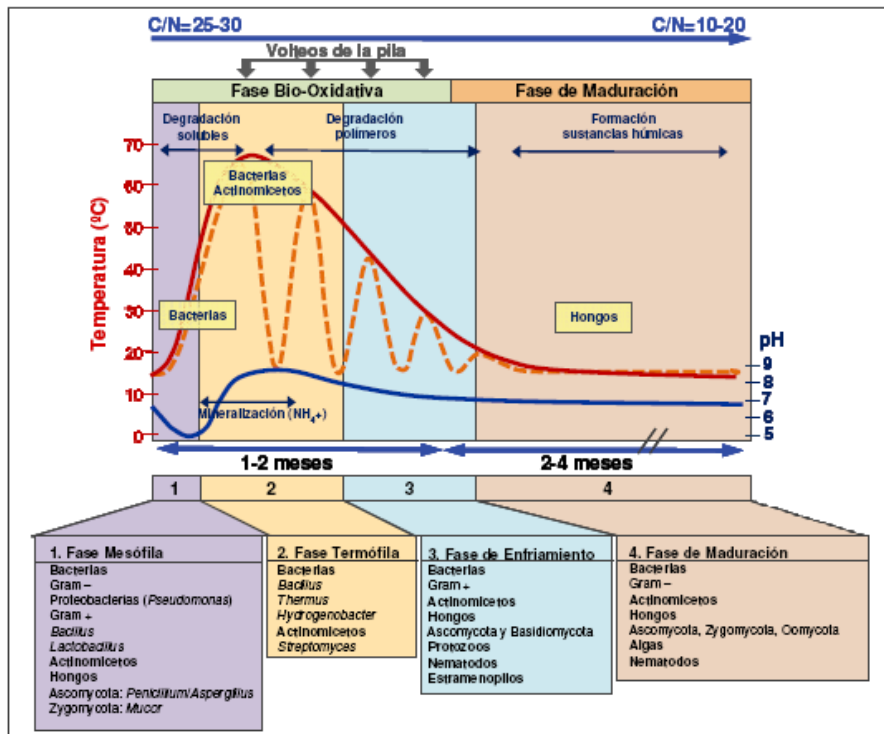
Figura 27 Inseminación de lombrices en camas de vermicompostaje.



Fuente: Autores

8.2 MONITOREO DE PARÁMETROS DE CONTROL DURANTE COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE

Figura 28. Evolución temporal de los principales parámetros de seguimiento del proceso de compostaje y sucesión microbiana.



Fuente: Moreno y Mormoneo, 2008

8.2.1 Temperatura

Para el crecimiento de las lombrices 20-25 C y para la formación de cocones 12-15 C. No es bueno tener muchos días temperaturas altas, porque trae pérdida de nitrógeno. En ese caso agregar material rico en carbono, como el material leñoso. También se puede bajar la dimensión de la pila para disipar más calor. Si por el contrario la pila no eleva la temperatura, agregar material rico en nitrógeno como los estiércoles. La cobertura con polietileno ayuda a mantener elevada la temperatura.

Para el monitoreo de la temperatura se dispuso de un termómetro de suelos con cuadrante bimetalico en cada lugar de estudio con su correspondiente sonda que permita la medición de la temperatura a diferentes profundidades de la pila. Se tomaron dos datos de temperatura en dos puntos de la pila y se determino la temperatura por pila mediante promedio aritmético.

Figura 29 Termómetro bimetalico control de temperatura



Fuente: Autores

8.2.2 Control de pH

Para la determinación de pH, se peso 10 gr de compost y se añadió 25 ml de agua destilada, se agito con una varilla de vidrio y se dejo reposar por 30 minutos, con el electrodo del pHmetro se midió el valor introduciéndolo en la mezcla.

Figura 30. Medición de pH.



Fuente: Autores

Si se presenta un pH menor a 6: su resultado es un compost crudo, si es pH entre 6 y 7,6 es un compost semimaduro y si resulta mayor o igual a 7 hasta 7,5 el compost es maduro.

8.2.3 Humedad

El rango óptimo de humedad se sitúa entre el 65 y el 70%. En estiércoles puros se retiene demasiada humedad, mientras que con demasiada paja no hay humedad suficiente, por lo cual se tiene la necesidad de regar, remover y eventualmente agregar materiales más finos. Ayuda a conservar la humedad la cobertura de la pila con polietileno negro de 100 micrones. Si es excesiva la cantidad de agua, se distanciaran los riegos y se dejara destapada la pila durante más tiempo. Si no escurre agua, se debe regar la pila y reiterar la operación.

La determinación de la humedad se realizo de manera experimental mediante la prueba del puño esta consiste en colocar material en la palma de la mano y ejercer fuerza normal sobre el material, si el material gotea de manera continua la humedad es mayor de 40% si gotea de manera intermitente la humedad esta cercana a 40% si no gotea pero se moldea en la mano la humedad es del orden de 20-30% y si el material se disgrega la humedad es del 20%, este método se utilizo gracias a la facilidad de medición in situ durante el proceso de compostaje y la dificultad de trasladar las muestras sin perder humedad hasta el laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria ubicado en la sede Candelaria.

8.2.4 Relación C/N

La relación C/N correcta se ubica en un rango de 25 a 35 partes de Carbono y una parte de Nitrógeno [30/1 a 40/1] debido a los microorganismos que absorben en la proporción 30/1 eliminando 2/3 del Carbono como sobrante [CO₂] y 1/3 inmovilizándolo como parte

del cuerpo microbiano resultando la relación de equilibrio 10/1 que es ideal para la alimentación de la lombriz.

Tabla 7. Nitrógeno y C/N en varios materiales

Material	%N	Relación C/N
Estiércol de vaca	1.7	18-25
Estiércol de ave	3.0-6.0	10-12
Estiércol de oveja	3.8	19-20
Estiércol de cerdo	2.3	24
Estiércol de caballo	2.3	24
Aserrín	0.10	200-500
Periódico	0.05	983
Revistas	0.07	723
Pasto	2.15	20.10
Hojas	0.5-1	40-80
Fuente: Autores		

En los casos en que los residuos se alejen de la relación 25 A 35 se mezclara en la pila el residuo con una parte de un residuo con alto contenido de carbono (paja, pasto, o rastrojo) o con una parte de residuo con alto contenido de nitrógeno (estiércol de vaca, cerdo o caballo).

8.3 DISEÑO PILAS DE COMPOST HATO, UNIVERSIDAD DE LA SALLE

8.3.1. Densidad de residuo

Se tomó diferentes cantidades de residuos con características de humedad y de color diferentes y se determinó la densidad individual de cada tipo de residuo como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 8. Densidad de los residuos a compostar

Muestra	Volumen (m ³)	Peso (Kg)	Densidad (Kg/m ³)
1	0.0008	0.315	393.75
2	0.0007	0.210	300
3	0.0006	0.240	400
4	0.0007	0.330	471.42
Promedio			391.3

Fuente: Autores

8.3.2 Cuantificación de los volúmenes

Se determinó que por equino se produce aproximadamente 14 Kg de estiércol / día, para la Universidad de la Salle se trató el residuo de 17 animales que se encuentran de manera permanente en el Hato, el resto de animales se encuentran en prácticas, clínica o en diferentes zonas de la Universidad por lo cual su residuo se hace de difícil recolección para el tratamiento.

Tabla 9. Cuantificación de los volúmenes

	Diario	Semanal	Mensual
Peso Kg.	238	1.666	6.664
Volumen m³	0,6	4,25	17

Fuente: Autores

La cuantificación determinó que la cantidad de residuo a compostar por semana es de 1.666 kg para lo cual se requiere una pila con un volumen de 4,25 m³, la **unidad de compostaje (UC)** en nuestro caso es la conformada por el material de dos semanas (8,5m³) este es el material que conformara una pila con las siguientes dimensiones:

$$Vol.pila = Largo * Ancho * Alto$$

$$8,5m^3 = Largo * 2m * 0.8m$$

$$Largo = 5,3m$$

8.3.3 Tiempo de compostaje (Tc)

Es el tiempo transcurrido desde la conformación de las pilas hasta la obtención de un material estable con una temperatura aproximada de 20°C, pH cercano a la neutralidad y un color característico, indicando que el material se encuentra listo para pasar al proceso de vermicompostaje.

Según los registros llevados el tiempo de compostaje es de aproximadamente un mes, dependiendo de las condiciones climáticas y la cantidad de material a compostar.

Figura 31. Pilas de compostaje



Fuente: Autores

8.3.4 Vermicompostaje

Para el proceso de vermicompostaje se diseñaron dos camas cada una con un volumen total de $2,52 \text{ m}^3$ para un total de $5,04 \text{ m}^3$ de volumen disponible para el material a compostar, el cual es agregado cada 15 días un volumen de $0,63 \text{ m}^3$ hasta completar en el mes el volumen de $2,52 \text{ m}^3$ de material compostado. Las dimensiones de las camas de lombricultura son las siguientes para el caso de la universidad de la Salle.

$$\text{Vol.cama} = \text{Largo} * \text{Ancho} * \text{Alto}$$

$$\text{Vol.cama} = 1,20\text{m} * 3,50\text{m} * 0,6\text{m}$$

$$\text{Vol.cama} = 2.52\text{m}^3$$

Figura 32. Camas de vermicompostaje



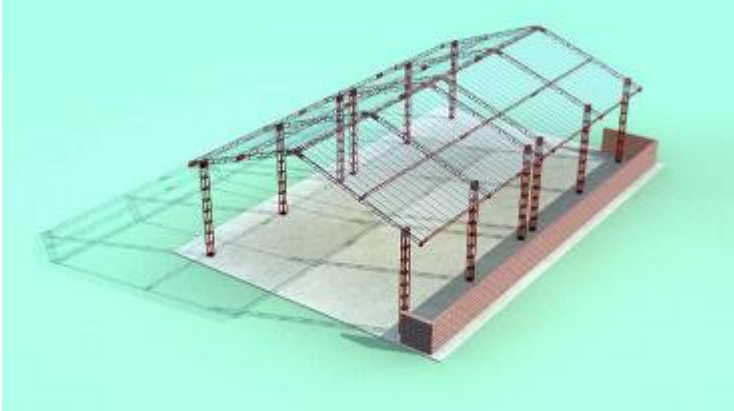
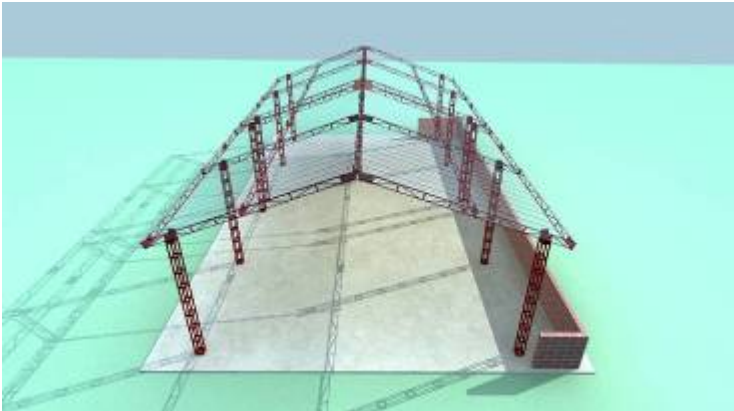
Fuente: Autores

Figura 33. Lugar de compostera



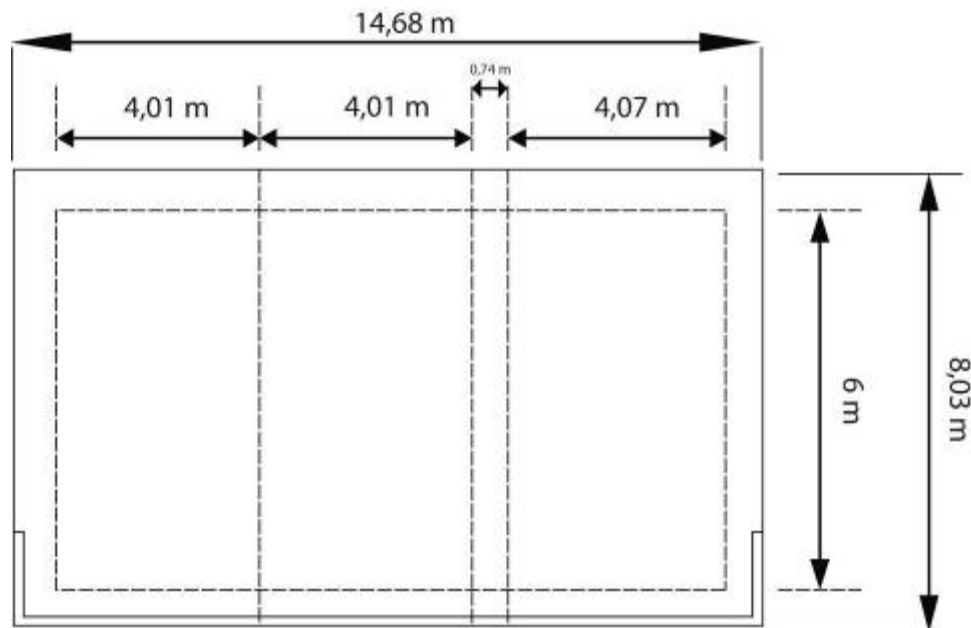
Fuente: Autores

Figura 34. Detalle compostera



Fuente: Autores

Figura 35. Medidas lugar de compostera



Fuente: Autores

8.4 DISEÑO PILAS DE COMPOST, ESCUELA DE EQUITACIÓN EJÉRCITO NACIONAL

8.4.1 Densidad de residuo

Se tomó diferentes cantidades de residuos con características de humedad y de color diferentes y se determino la densidad individual de cada tipo de residuo como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 10. Densidad de los residuos a compostar

Muestra	Volumen (m ³)	Peso (Kg)	Densidad (Kg/m ³)
1	0.0010	0.542	542
2	0.0009	0.492	546.6
3	0.0008	0.402	502.5
4	0.0009	0.520	577.7
5	0.0006	0.353	588.3
Promedio			551.42

Fuente: Autores

8.4.2 Cuantificación de los volúmenes

Se determinó que por equino se produce aproximadamente 14 Kg de estiércol / día, para la Escuela de Equitación del Ejército Nacional se trato el residuo de 30 animales que se encuentran de manera permanente en la Escuela ya sea en las pesebreras o en (clases de equitación-picadero), los residuos de los restantes 105 equinos no se tratan debido a la venta semanal de guano con un volumen de (22.05 m³), transportados en dos camiones con las siguientes especificaciones.

Tabla 11. Especificación volumen venta de guano


Camión Kodiak 600			
Largo: 7,0	Ancho: 2,60	Alto: 1,90	
Volumen guano total transportado por viaje: 17,94 m ³			
Fuente: Autores			

Tabla 12. Cuantificación de los volúmenes

	Diario	Semanal	Mensual
Peso Kg.	420	2.940	11.760
Volumen m³	0,9	6,3	25,2
Fuente: Autores			

La cuantificación determinó que la cantidad de residuo a compostar por semana es de 2.940 Kg para lo cual se requiere una pila con un volumen de 6,3m³, la **unidad de compostaje (UC)** en nuestro caso es la conformada por el material de dos semanas (12,6m³) este es el material que conformara una pila con las siguientes dimensiones:

$$Vol.pila = Largo * Ancho * Alto$$

$$12,6m^3 = Largo * 2m * 1,0m$$

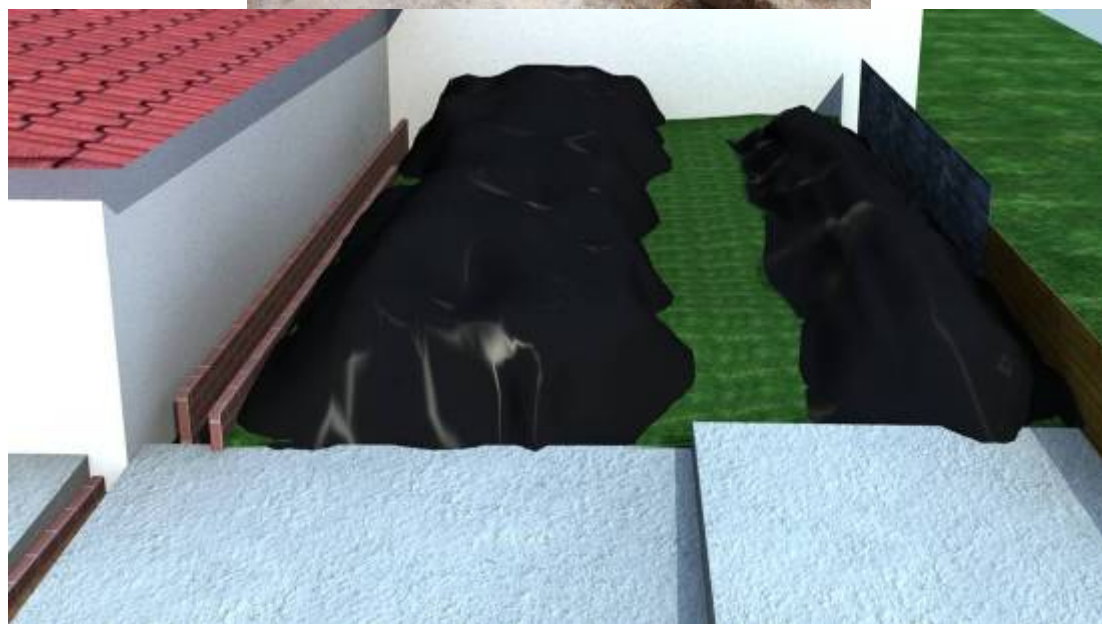
$$Largo = 6,3m$$

8.4.3 Tiempo de compostaje (Tc)

Es el tiempo transcurrido desde la conformación de las pilas hasta la obtención de un material estable con una temperatura aproximada de 20°C, pH cercano a la neutralidad y un color característico, indicando que el material se encuentra listo para pasar al proceso de vermicompostaje.

Según los registros llevados el tiempo de compostaje es de aproximadamente un mes, dependiendo de las condiciones climáticas y la cantidad de material a compostar.

Figura 36 Pilas de compostaje



Fuente Autores

8.4.4 Vermicompostaje

Para el proceso de vermicompostaje se diseñaron dos camas cada una con un volumen total de $3,15 \text{ m}^3$ para un total de $6,3\text{m}^3$ de volumen disponible para el material a compostar, el cual es agregado cada 15 días un volumen de $0,78\text{m}^3$ hasta completar en el mes el volumen de $3,15 \text{ m}^3$ de material compostado. Las dimensiones de las camas de lombricultura son las siguientes para la Escuela de Equitación del Ejército Nacional.

$$\text{Vol.cama} = \text{Largo} * \text{Ancho} * \text{Alto}$$

$$\text{Vol.cama} = 1,80\text{m} * 3,50\text{m} * 0,5\text{m}$$

$$\text{Vol.cama} = 3.15\text{m}^3$$

Figura 37 Camas de vermicompostaje



Fuente Autores

Figura 38 Compostera



Fuente Autores

Figura 39. Compostera, Camas de vermicompostaje.



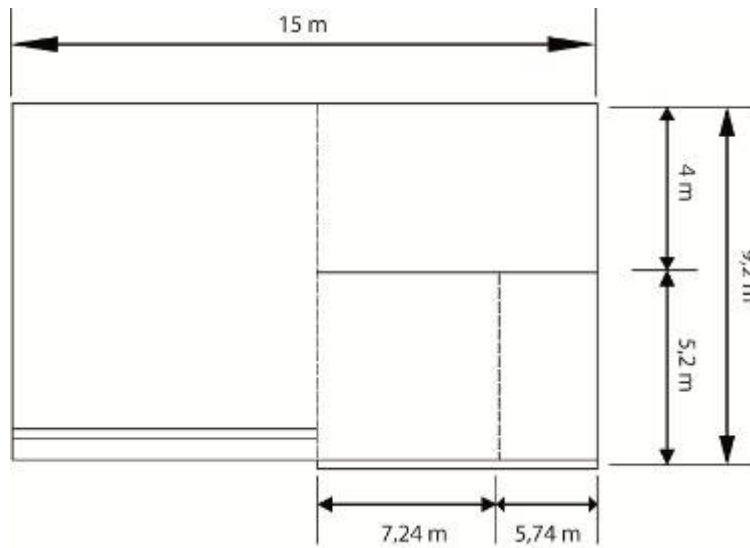
Fuente: Autores

Figura 40. Detalle compostera



Fuente Autores

Figura 41. Medidas lugar de compostera



Fuente: Autores

8.5 PROTOCOLO DE MANEJO DE RESIDUOS DE EXCRETAS DE ANIMALES HERVIBOROS

Para la realización del protocolo de manejo de residuos de excretas se realizó una cartilla validada a través de sondeos en estudiantes y egresados de medicina veterinaria, ingeniería ambiental y sanitaria y miembros de la Escuela de Equitación del Ejército Nacional. De acuerdo a la muestra escogida para la validación el material se pretende como nivel de alcance del material todas las personas pertenecientes al sector agropecuario. (Ver anexo 2).

Para la validación del material se realizo mediante la aplicación de pre-test y post-test a las 26 personas de la muestra distribuidas de la siguiente manera:

- 7 Miembros de la Escuela de equitación, Militares.
- 10 Estudiantes de 9 y 10 semestre de Medicina Veterinaria Universidad de la Salle.
- 9 Estudiantes y egresados no graduados de la carrera de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad de la Salle

A este grupo de personas se les realizo un pre-test (Anexo 1) de 12 preguntas cerradas de selección múltiple, como prueba inicial de conocimiento, posteriormente se les hizo entrega de la “cartilla para el control de *Stomoxys calcitrans* mediante compostaje y vermicompostaje de residuos agrícolas”, el material fue leído y analizado en su totalidad. Finalmente se realizo un post test con las mismas 12 preguntas cerradas de selección múltiple.

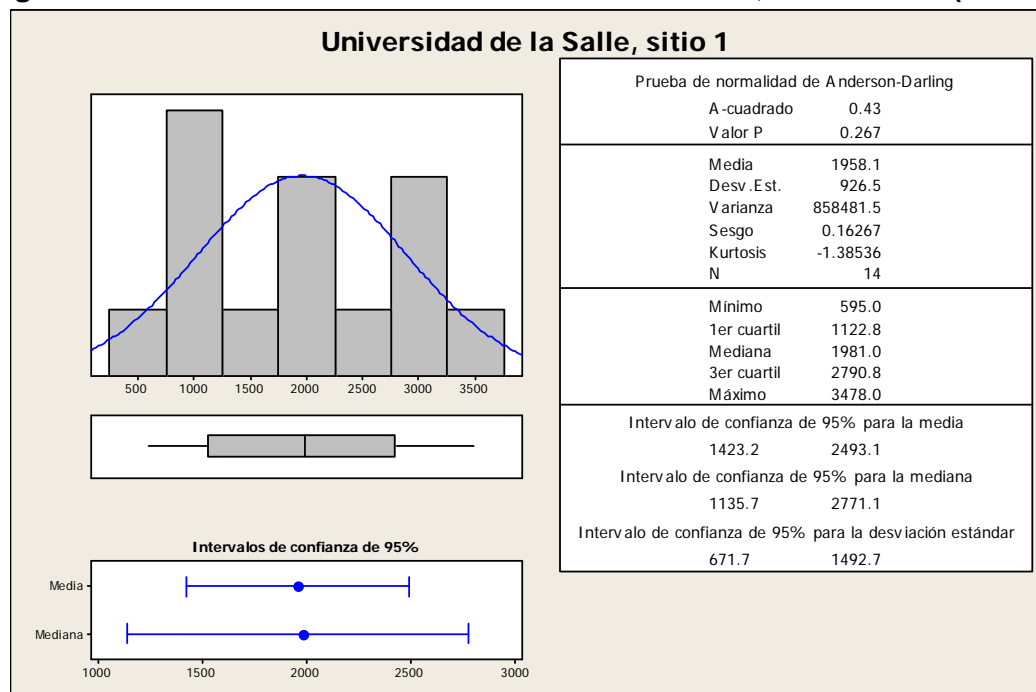
Se analizaron los resultados obtenidos a través de la prueba de Wilcoxon de estadística no paramétrica para determinar si el material suministrado aumentaba el grado de aprendizaje acerca del tema expuesto en la cartilla o por el contrario sería necesario realizar mejoras al material para lograr su mayor comprensión.

9. RESULTADOS

9.1. ANALISIS ESTADISTICOS

9.1.1. Resumen estadística descriptiva de los datos, Moscas Adultas

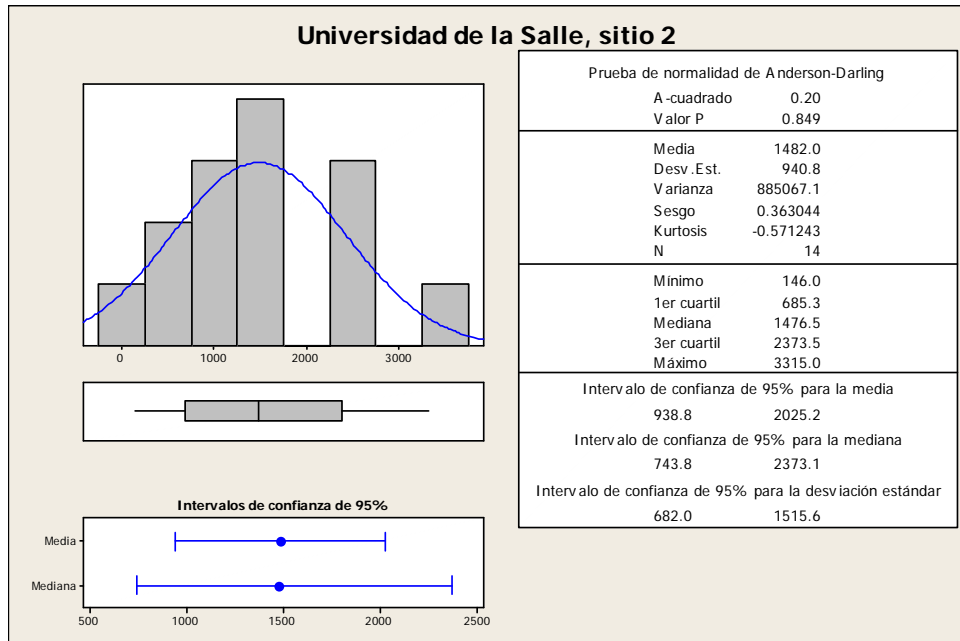
Figura 42. Resumen estadístico Universidad de la Salle, datos sitio 1 (molino)



Fuente: Autores

Se aprecia en el histograma la mayor distribución de frecuencia de los datos obtenidos se ubico en el rango de 1000 moscas seguido por 2000 y 3000 moscas en total de la investigación. El valor medio en la distribución es de 1958 moscas. El valor mínimo encontrado fue de 595 moscas comparado con un máximo de 3478, indicando una reducción de la densidad poblacional de moscas adultas a través de la implementación del proceso de compostaje y vermicompostaje.

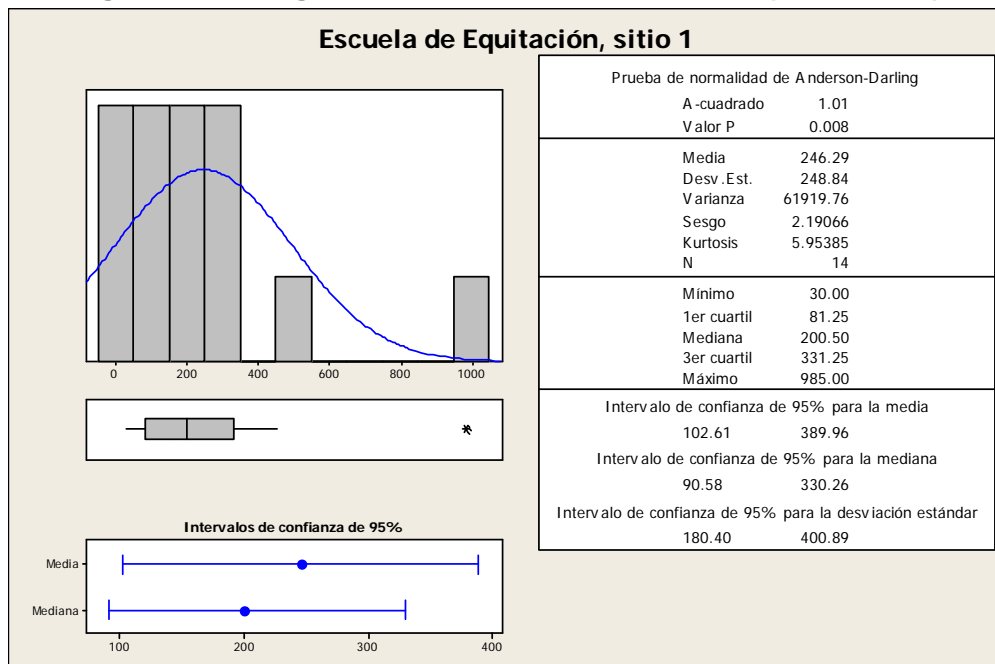
Figura 43. Resumen estadístico Universidad de la Salle datos sitio 2 (pastoreo)



Fuente: Autores

Los datos según el histograma presenta una distribución sesgada a la izquierda, con una frecuencia mayor en 900 moscas, indicando que en este intervalo se encontraba la mayoría de los datos tomados, las mediciones no presentan una variación significativa.

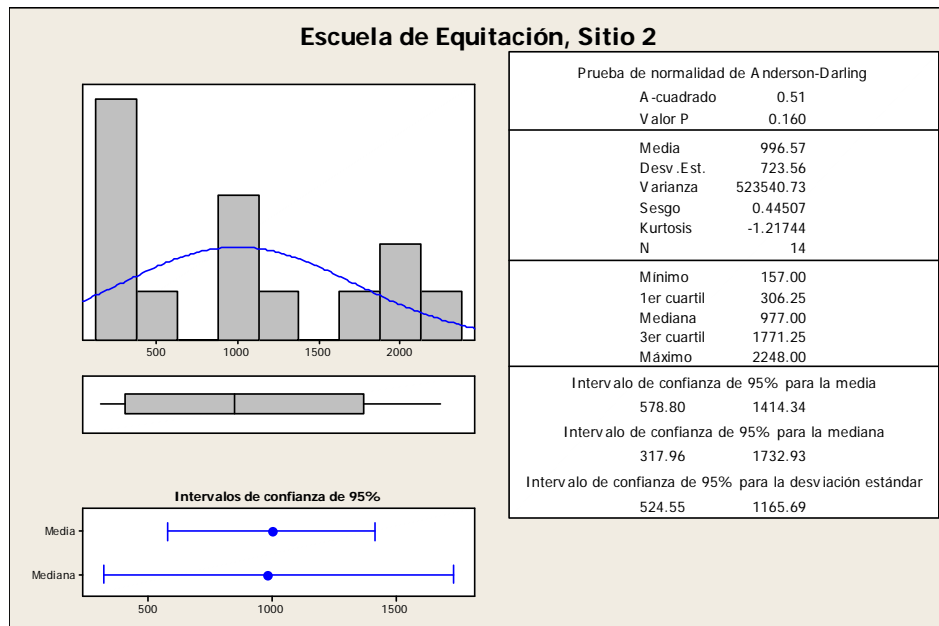
Figura 44. Histograma frecuencia de datos sitio 1 (Área social)



Fuente: Autores

Los datos según el histograma presentan una distribución sesgada a la izquierda, con una frecuencia mayor para los datos de -100 y una distribución menor para datos de 900 moscas.

Figura 45. Histograma frecuencia de datos sitio 2. (Fuente central pesebreras)



Fuente: Autores

Los datos según el histograma presentan una distribución sesgada, con una frecuencia mayor para los datos de -100 y una distribución menor para datos de 900 y 1900 moscas.

9.1.2. Análisis de efectividad del proceso de vermicompostaje para el control de la población de *Stomoxys calcitrans*.

Para el análisis estadístico se considero el ensayo como una prueba de efectividad de un tratamiento a través del tiempo y no mediante un grupo de control (por dificultades de implementación); en consideración se comparan las variables en las mediciones antes de tratamiento (4 semanas de medición sin intervención) y posteriores al tratamiento (10 semanas de compostaje y vermicompostaje) para la demostración de la efectividad del método de control.

En el análisis estadístico se considera la hipótesis nula para la evaluación de la efectividad. Se parte de la hipótesis de tener una media igual entre los valores de pre-tratamiento y los valores de post-tratamiento en este caso se supone que el tratamiento no logro ninguna efectividad, si la probabilidad encontrada de que la media sea diferente se encuentra en 0.05 o menor se rechaza la hipótesis nula, indicando en este caso que las dos muestras presentan una media diferente por lo cual se dice que el método de tratamiento presenta una efectividad con un nivel de confianza de 95%

Tabla 13. Cantidad de Mosca adulta por trampa Universidad de La Salle

Fecha	Sitio 1 Cercanía Molino		Sitio 2 Pastoreo	
	Pre-tratamiento	Tratamiento	Pre-tratamiento	Tratamiento
27/01/11	1141		1085	
01/02/11	1347		464	
10/02/11	2865		2375	
17/02/11	3140		2623	
24/02/11		2742		3315
03/03/11		1993		1698
10/03/11		1074		146
17/03/11		2186		1423
24/03/11		1969		1530
31/03/11		3478		1668
07/04/11		2766		1006
14/04/11		979		759
28/04/11		595		283
05/05/11		1139		2373
TOTAL	8493	18921	6547	14201
MEDIANA	2106	1981	1730	1476.5
Fuente: Autores				

9.1.2.1 Prueba de efectividad, wilcoxon.

Tabla 14. Efectividad en moscas adultas, Universidad de La Salle

Análisis estadístico	Sitio 1 Cercanía Molino	Sitio 2 Pastoreo
Valor de P	0.43	0.62
Hipótesis nula	Mediana = 0.0	
Hipótesis alterna	Mediana ≠ 0.0	
Fuente: Autores		

Analizando los valores encontrados de P, para el análisis de efectividad en la Universidad de La Salle, podemos concluir que la hipótesis nula se acepta, es decir que el método de compostaje y vermicompostaje no fue efectivo para la reducción de *Stomoxys calcitrans* en estado adulto, pero de acuerdo a la experiencia de los investigadores estos valores se pueden justificar por las intervenciones y mal manejo ocurrido en algunas ocasiones por el personal de la Universidad además de la cercanía del lugar de estudio a CORABASTOS y el rango de acción de la mosca de 2 Km, se creería que moscas adultas provenientes de este lugar interferiría en los datos encontrados.

Tabla 15. Cantidad de Mosca adulta por trampa Escuela de Equitación

Fecha	Sitio 1 Cercanía Área Social		Sitio 2 Fuente Central Pesebreras	
	Pre-tratamiento	Tratamiento	Pre-tratamiento	Tratamiento
27/01/11	249		2248	
01/02/11	237		1000	
10/02/11	453		1952	
17/02/11	277		1231	
24/02/11		330		1019
03/03/11		985		1723
10/03/11		105		344
17/03/11		93		321
24/03/11		109		622
31/03/11		335		1916
07/04/11		164		954
14/04/11		46		262
28/04/11		35		203
05/05/11		30		157
TOTAL	1216	2232	6431	7521
MEDIANA	263	107	1591	483
Fuente: Autores				

Tabla 16. Efectividad en moscas adultas Escuela de Equitación

Análisis estadístico	Sitio 1 Cercanía Área Social	Sitio 2 Fuente Central Pesebreras
Valor de P	0.17	0.04
Hipótesis nula	Mediana = 0.0	
Hipótesis alterna	Mediana \neq 0.0	
Fuente: Autores		

De acuerdo a los resultados de P, podemos observar que para el área social, la hipótesis nula se acepta, es decir el tratamiento no fue efectivo para el control, es necesario considerar que en este punto la problemática no es tan significativa debido a la lejanía del foco de reproducción, a la poca presencia de animales y a la constante limpieza de la zona por parte de los palafreneros, lo que nos indica que las diferencias entre pre tratamiento y postratamiento como es de esperarse no son significativas, sin embargo para la zona de la fuente central pesebreras donde la problemática es mayor debido a la cercanía del foco de reproducción y a la presencia de animales, el valor obtenido de P (0.04) nos indica que el tratamiento si fue efectivo para el control de moscas adultas. En este punto es importante aclarar que las fuentes de reproducción solo se encontraban

dentro del lugar de estudio y es poco probable la interferencia de otras fuentes en cuanto a la presencia de moscas adultas.

Es posible determinar que el tratamiento implementado en la Escuela de Caballería del Ejército Nacional fue efectivo, gracias a la constancia de las medidas implementadas para el control cultural de la mosca, y la efectividad del tratamiento por la constante vigilancia del personal encargado de las labores implementadas en los procesos de compostaje y vermicompostaje; a diferencia de la Universidad de La Salle, en donde el escaso personal, la falta de compromiso y conocimiento acerca de la medida de control de manejo de residuos animales, no permitieron lograr la eficacia esperada en el tratamiento implementado y los resultados obtenidos se vieron afectados por diferentes circunstancias en cuanto al manejo de residuos e intervención externa de poblaciones vecinas.

9.1.2.2 Prueba de efectividad, moscas adultas en animales.

Es importante analizar el comportamiento de la mosca adulta en cuanto a los hábitos de alimentación para conocer si se afecta en alguna medida la implementación del tratamiento de control en los hábitos alimenticios y por consiguiente en el bienestar de los animales del estudio, para esto se analiza de igual manera los resultados obtenidos de conteos directos en animales mediante la prueba no paramétrica de wilcoxon y se evalúa la efectividad de la medida de control utilizada.

Tabla 17. Efectividad en moscas adultas en Animales.

	Moscas Adultas en 10 Animales, Salle.		Moscas Adultas 10 animales, Escuela.	
	Pre-tratamiento	Tratamiento	Pre-tratamiento	Tratamiento
	71		13	
	44		10	
	110		18	
	94		14	
		126		12
		51		12
		54		9
		88		9
		76		13
		105		25
		48		13
		25		7
		0		5
		33		5
TOTAL	319	606	55	110
MEDIANA	82.5	52.5	13.5	10.5
Fuente: Autores				

Tabla 18. Efectividad en moscas adultas en Animales

Análisis estadístico	Universidad de La Salle	Escuela de Equitación
Valor de P	0.430	0.13
Hipótesis nula	Mediana = 0.0	
Hipótesis alterna	Mediana ≠ 0.0	
Fuente: Autores		

De acuerdo a los resultados obtenidos del valor de P indica que no se evidencia una efectividad en el método de control implementado, en este caso el valor de moscas adultas posadas sobre las extremidades de los animales, es posible evidenciar una disminución del número de moscas encontradas pero no se evidencia una efectividad.

En este caso es importante tener en cuenta que los valores obtenidos durante las mediciones en animales disminuyeron a través del tiempo de manera significativa y no se alcanzo al finalizar valores mayores de 15 moscas por animal.

9.1.2.3 Análisis estadístico estadios inmaduros de *Stomoxys calcitrans*.

Tabla 19. Efectividad en larvas y pupas, Universidad de la Salle.

	Larvas, Salle.		Pupas, Salle.	
	Pre-tratamiento	Tratamiento	Pre-tratamiento	Tratamiento
	73		2	
	4		95	
	1		4	
		0		1
		0		5
		2		7
		0		1
		1		7
		0		0
		0		2
		0		0
		0		4
		0		3
		0		5
TOTAL	78	3	101	35
MEDIANA	4	0	4	3
Fuente: Autores				

Tabla 20. Efectividad en Larvas y pupas, Universidad de la Salle

Análisis estadístico	Universidad de La Salle	Escuela de Equitación
Valor de P	0.0059	0.3442
Hipótesis nula	Mediana = 0.0	
Hipótesis alterna	Mediana ≠ 0.0	
Fuente: Autores		

De acuerdo a los análisis estadísticos, la efectividad se encontró en el tratamiento aplicado para el control de larvas, mientras que el tratamiento para el control de pupas no parece ser efectivo para la Universidad de La Salle.

Tabla 21. Efectividad en larvas y pupas, Escuela de Equitación.

	Larvas, Escuela.		Pupas, Escuela.	
	Pre-tratamiento	Tratamiento	Pre-tratamiento	Tratamiento
Guanera	76		25	
	60		30	
	41		25	
	45		32	
	56		32	
	26		17	
Pila		20		14
		15		11
		18		23
		6		9
		5		8
		2		0
Cama vermi.		4		3
		2		5
		2		5
		1		0
		0		2
		1		5
	0		1	
TOTAL	304	76	161	86
MEDIANA	50.5	2	27.5	5
Fuente: Autores				

Tabla 22. Efectividad en Larvas y pupas, Escuela de Equitación.

Análisis estadístico	Universidad de La Salle	Escuela de Equitación
Valor de P	0.007	0.001
Hipótesis nula	Mediana = 0.0	
Hipótesis alterna	Mediana \neq 0.0	
Fuente: Autores		

De acuerdo a los valores encontrados en la Escuela de equitación se encontró efectividad del tratamiento para el control de larvas y pupas, gracias al manejo realizado durante el proceso de los residuos de animales comprobando el control en estadios inmaduros gracias a procesos de compostaje y vermicompostaje.

9.2 Análisis Climático de la Zona de Estudio

A través de los datos de precipitación y temperatura media obtenidos de 12 estaciones de la red de monitoreo de calidad de aire de Bogotá y 4 estaciones de la CAR ubicadas dentro del perímetro urbano y con el apoyo del documento “CONDICIONES ATMOSFERICAS PREDOMINANTES EN LAS SEDES DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE-BOGOTÁ”, de Víctor Leonardo López, se realizó el análisis climático de la zona norte de la cordillera oriental, sector de piedemonte, donde se encuentran los dos lugares de estudio.

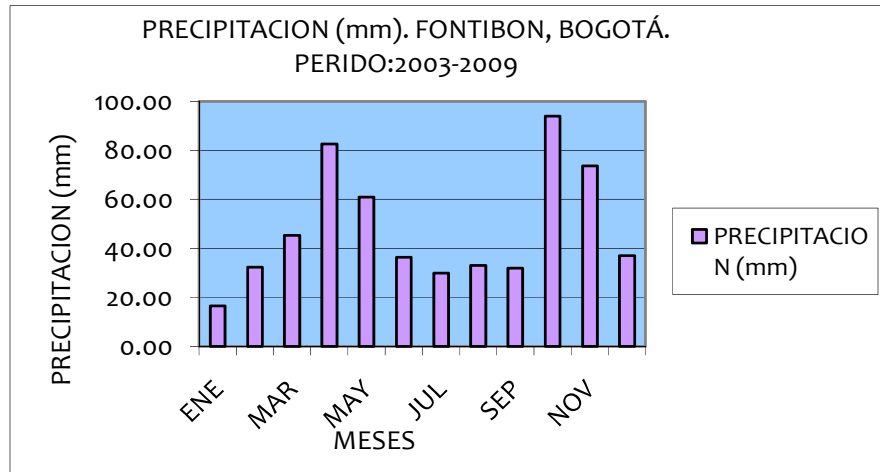
9.2.1 Comportamiento general de la precipitación

9.2.1.1 Distribución temporal

El comportamiento general de las lluvias en la zona corresponde a un régimen bimodal: dos periodos de lluvias frecuentes alternadas con dos periodos de tiempo seco o una disminución notoria en la precipitación. Las dos temporadas de lluvias se deben al comportamiento de la “zona de confluencia intertropical ZCIT (sector de la baja troposfera donde confluyen los vientos alisios procedentes de latitudes medias de los dos hemisferios) la que en su recorrido sur-norte-sur cruza dos veces el centro de Colombia trayendo consigo la formación de núcleos nubosos que dan origen a fuertes frecuencias de lluvias”⁸

⁸ Víctor Leonardo López, Condiciones Atmosféricas Predominantes En Las Sedes De La Universidad De La Salle-Bogotá.

Figura 46. Ejemplo de Régimen Bimodal predominante en la ciudad de Bogotá



Fuente: RCAB, Autores

La primera temporada lluviosa en Bogotá se inicia a finales del mes de marzo hasta mediados de Junio como se aprecia en la figura 46. La segunda época de lluvias comienza a mediados de septiembre y finaliza a comienzos de diciembre. Los meses secos son de diciembre a enero y de julio a agosto. El desarrollo metodológico se desarrollo durante el periodo que comprende el mes seco de enero y los meses lluviosos de marzo a mayo.

9.2.2 Comportamiento en la zona de estudio

De acuerdo a los datos multianuales analizados de las estaciones y la posterior realización de isóneas de precipitación encontramos que el sector de estudio cuenta con una precipitación media mensual de 60mm para la Universidad de la Salle sede Floresta y 80mm para la Escuela de Equitación del Ejército Nacional. Esto se debe principalmente a la ubicación geográfica, la Escuela de Equitación se encuentra más cercana a los cerros por lo cual la precipitación es mayor en la zona por la presencia de nubes ascendentes, además de la cercanía a la calera una zona predominantemente lluviosa. En cuanto a los valores total anual medio de precipitación en la zona según lo analizado en el estudio de las condiciones atmosféricas predominantes en la sedes de la Universidad de la Salle se indica que en la localidad de Usaquén, (Sede Floresta) los valores de precipitación oscilan entre 1000 y 1100 mm.

Figura 47. Distribución temporal y espacial de precipitación piedemonte.



Fuente: Víctor Leonardo López, Condiciones Atmosféricas Predominantes En Las Sedes De La Universidad De La Salle-Bogotá.

9.2.2.1 Distribución espacial

La cantidad de lluvia se hace mayor al oriente de la ciudad, en la zona de piedemonte oriental, incrementándose hacia el noreste de la ciudad, la cantidad de lluvia supera en un 30% los valores al occidente de la ciudad, debido a la masa de aire frío procedente del hemisferio sur al cruzar la cordillera se condensan y producen lloviznas frecuentes.⁹

9.2.3 Comportamiento en la zona de estudio

Debido a la ocurrencia de estas lloviznas y lluvias ligeras en el piedemonte es que la distribución espacial muestra un incremento de los totales de oeste a este de la ciudad como se aprecia en la Figura 47. Así, mientras en la estación ubicada en el Aeropuerto El dorado el total anual medio de precipitación es de 804mm, en la Universidad Nacional se

⁹ Víctor Leonardo López, Condiciones Atmosféricas Predominantes En Las Sedes De La Universidad De La Salle-Bogotá.

registran 923mm y en El Venado de Oro (Av. Circunvalar), en inmediaciones de la sede centro de la Universidad de La Salle, el valor medio anual alcanza los 1112mm.

9.2.4 Comportamiento general de la temperatura

9.2.4.1 Distribución temporal

La temperatura se ve influenciada por la elevación, Bogotá cuenta con una elevación media de 2560msnm, en un piso térmico frío y una temperatura media de 13.8°C.

9.2.5 Comportamiento en la zona de estudio

Para determinar el comportamiento se utilizó la estación de la Escuela Colombiana de Ingeniería (2650msnm elevación) con valores promedio de 14 °C “aplicando los gradientes encontrados por Cortés Betancour (1990), la temperatura media estimada para la Universidad de la Salle Floresta es de 13,3 °C y los valores mínimos cercanos a 4°C”, debido a la cercanía entre los dos sitios de estudio los valores aplicando el gradiente térmico son muy similares para la Escuela de Equitación del Ejército Nacional, con una temperatura media estimada en 13.4 °C y una temperatura mínima de 5°C.

9.2.6 Distribución espacial

Hay factores físicos, distintos a los mismos elementos meteorológicos, que inciden en el comportamiento diurno de la temperatura. En noches despejadas es menor el enfriamiento en el centro de la ciudad que en los lugares alejados debido a la concentración de fuentes de calor en las edificaciones, relacionada con la actividad humana. De igual manera, durante el día el calentamiento del centro de la urbe se ve incrementado debido al calor producido por los automotores, fábricas y restaurantes, entre otros. A este fenómeno se le conoce como islas de calor.

La temperatura media en la ciudad de Bogotá, como ya se anotó, es de 13.8°C, con una máxima media de 19.5°C y una mínima media de 8°C.

La oscilación de temperatura se reduce y los promedios se elevan en hacia el centro de la ciudad, debido al aumento de las mencionadas fuentes artificiales de calor. Los promedios disminuyen nuevamente hacia los sectores ubicados en el piedemonte de los cerros orientales, en principio por la sombra que los mismos cerros proyectan sobre esta franja de la ciudad en las primeras horas de la mañana y segundo, por el efecto del viento de montaña.

9.2.7 Comportamiento de la humedad relativa¹⁰

Los valores medios de humedad en Bogotá no son constantes en el tiempo y su variación mensual se explica, principalmente, por el comportamiento de la ZCIT y la advección de masas de aire procedentes del Brasil las cuales llegan a la ciudad luego de superar la cordillera oriental.

En la ciudad los porcentajes medios de humedad oscilan entre 73 y 80% durante la mayor parte del año. En las épocas de lluvias los valores medios pueden incrementarse en un dos o tres por ciento dependiendo de la frecuencia e intensidad de las lluvias.

En el análisis diurno es normal encontrar que en las madrugadas la humedad supera el 85%, debido a la significativa disminución de los valores de temperatura. El aire atmosférico se satura por enfriamiento y esta saturación es más importante cuando el descenso de temperatura es precedido de lluvias o acompañado por la llegada de masas de aire húmedo.

9.2.7.1 Distribución temporal.

Al igual que la precipitación, la humedad del aire tiene un comportamiento bimodal, presentando sus mayores promedios en los meses de lluvias y los más bajos en los considerados meses secos. Esto se debe principalmente por el incremento en la precipitación que trae una cantidad mayor de vapor de agua a la atmosfera en los meses de lluvias al igual ocurre en el proceso inverso en meses secos.

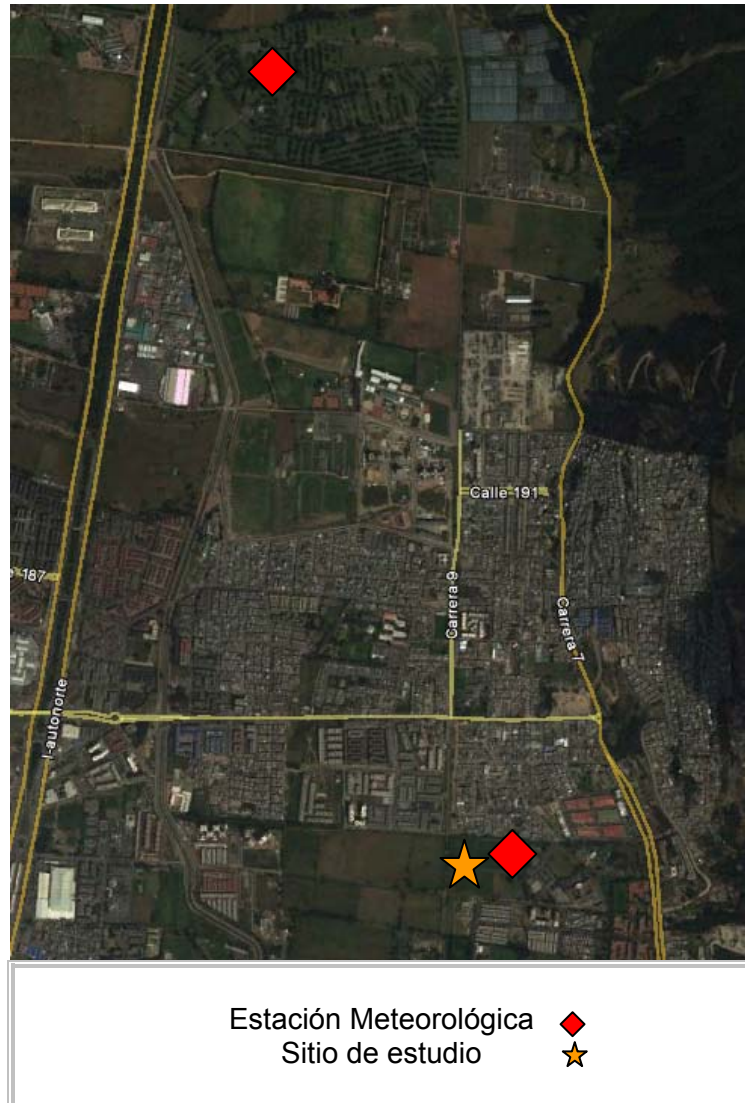
9.3 CORRELACIÓN DE DATOS CLIMATICOS Y DENSIDAD POBLACIONAL

La correlación de parámetros meteorológicos con la densidad poblacional de *Stomoxys calcitrans* se realizó mediante la utilización de los datos de precipitación y temperatura de las dos estaciones climatológicas más cercanas a cada lugar de estudio, de igual manera se utilizaron los datos oficiales de las entidades distritales para realizar una corroboración de los datos obtenido de manera experimental en la sede de la universidad de la Salle sede Floresta.

¹⁰ Víctor Leonardo López, Condiciones Atmosféricas Predominantes En Las Sedes De La Universidad De La Salle-Bogotá.

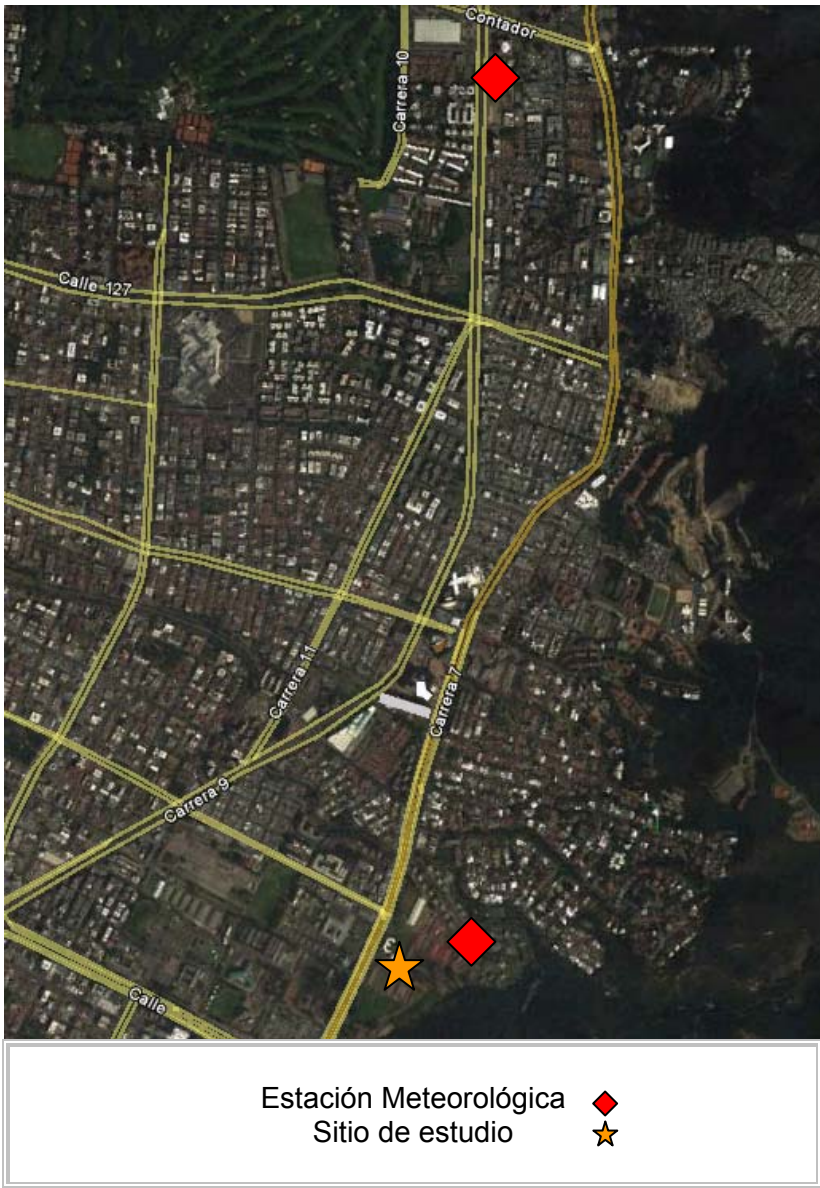
9.3.1 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES

Figura 48. Universidad de la Salle, Estación torca y Estación Universidad de la Salle.



Fuente. Google Earth, 2011

Figura 49. Escuela de Equitación del Ejército Nacional, Estación el Bosque y Usaquén



FUENTE. Google Earth, 2011

9.4. COMPORTAMIENTO DE LOS PARAMETROS DE COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE

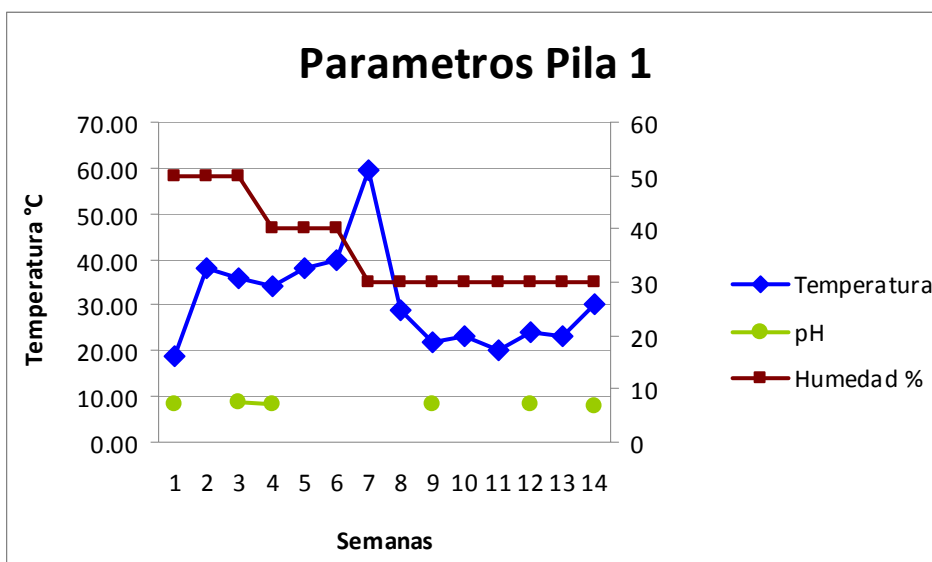
9.4.1 Universidad De La Salle, Sede Floresta

Se monitorearon durante las 14 semanas de estudio los parámetros de control en las pilas de compostaje y vermicompostaje; a través de este seguimiento, se pudo corroborar el correcto funcionamiento del proceso. En las graficas 50 y 51, se observa el comportamiento de los parámetros, temperatura, humedad y pH.

La temperatura alcanzo su valor máximo (60°C) en corto tiempo (semana 7) para la pila 1, debido a que la pila se conformo con material que ya tenía cierto grado de descomposición; y para la pila 2, la máxima temperatura se alcanzo en la semana 10, debido a que esta pila se realizo con material fresco, el proceso tomo más tiempo, posteriormente en ambos casos se inicia el descenso de temperatura hasta alcanzar 18-20°C la temperatura optima para el proceso de vermicompostaje.

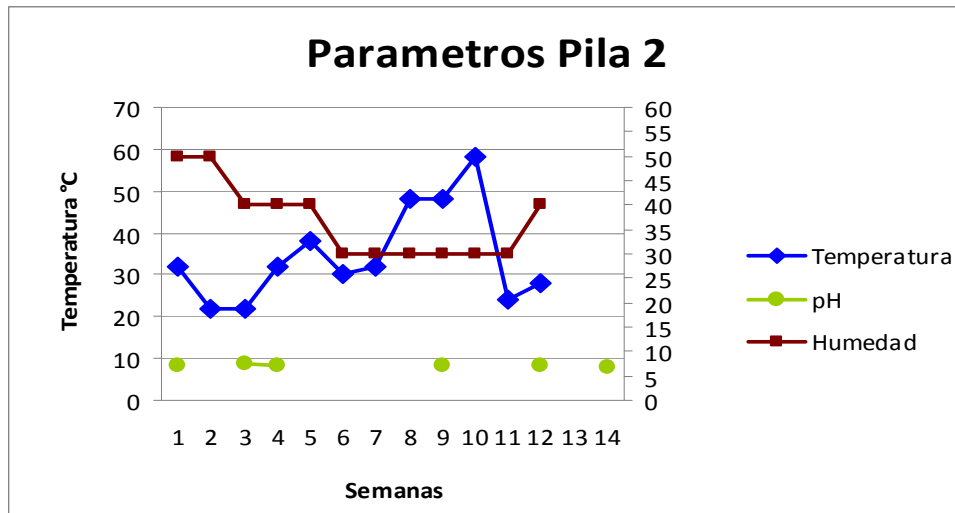
En cuanto al comportamiento de la humedad podemos corroborar que mientras la temperatura aumenta, el valor de la humedad disminuye, debido a que estos dos parámetros son inversamente proporcionales, en general la humedad se encontró en un rango de 30% a 50% aproximadamente. El comportamiento del pH se mantuvo cercano a la neutralidad sin superar el valor de 9 ya que sería un indicio de inhibición por parte de los microorganismos responsables del proceso de descomposición en la pila.

Figura 50. Parámetros compostaje pila 1, Universidad de la Salle



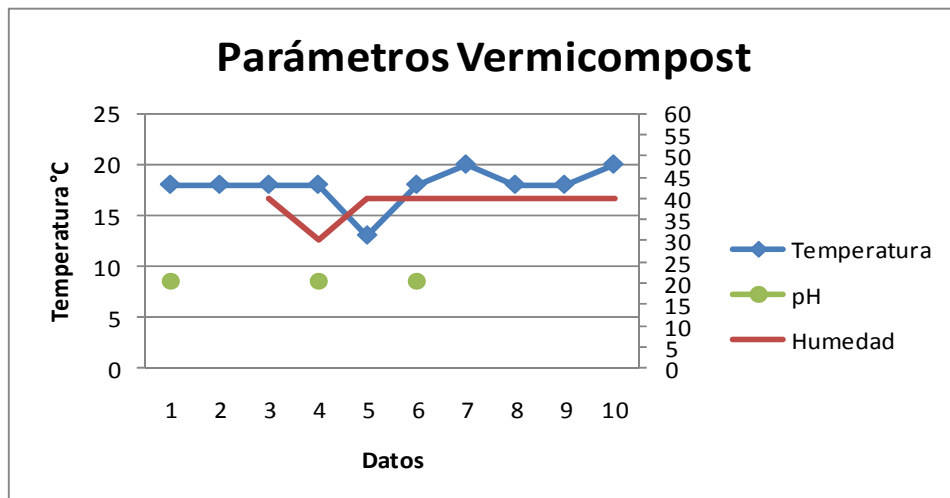
FUENTE: Autores

Figura 51. Parámetros compostaje, Universidad de la Salle



Fuente: Autores

Figura 52. Parámetros vermicompost, Universidad de la Salle



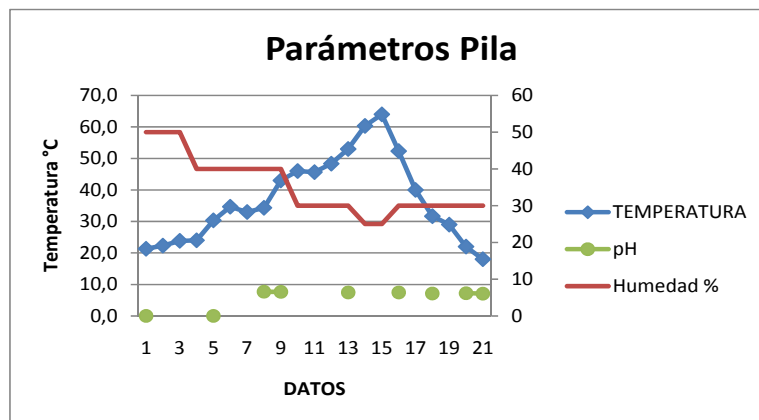
Fuente: Autores

El comportamiento de los parámetros de control en el proceso de vermicompostaje son similares, durante las 14 semanas la temperatura se mantuvo estable hasta la semana 5ta donde la humedad fue mayor debido a cambios climáticos por lo cual la temperatura de la pila disminuyó hasta alcanzar los 14°C, posteriormente se suspendió el riego a la cama de vermicompostaje y la temperatura volvió a incrementarse a valores estables; en cuanto a la humedad, se mantuvo en 40% no se alcanzó la humedad requerida debido a las dimensiones de la pila, pero no fue un impedimento para el correcto desarrollo de las lombrices ya que a lo largo de la investigación se evidenció la presencia de cocones y lombrices adultas en la cama de vermicompostaje, en cuanto al pH, se mantuvo cercano a

la neutralidad sin superar los valores permisibles para el desarrollo de las lombrices y el proceso de descomposición.

9.4.2 Escuela De Equitación del Ejército Nacional

Figura 53. Parámetros pila, Escuela De Equitación del Ejército Nacional



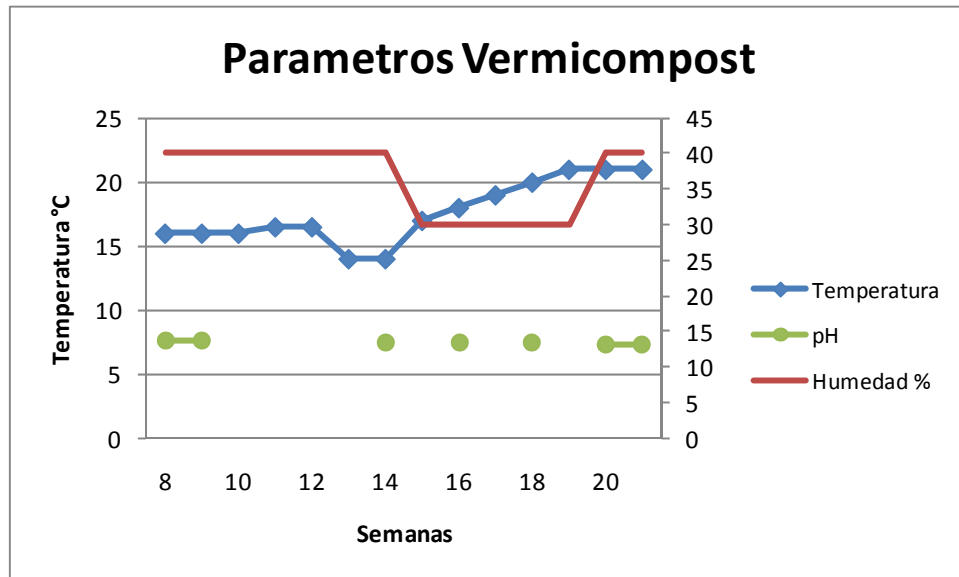
Fuente: Autores

En la figura 53, se muestran 21 datos obtenidos durante el proceso de las 14 semanas de descomposición del material, en cuanto el comportamiento de la temperatura se observa un primer pico con un rango de 21,3°C a 34,7°C permitiendo el proceso de la 1 fase mesófila y sucesión microbiana (Bacterias, proteobacterias, actinomicetos, hongos), para el segundo pico de temperaturas un rango de 33,0 a 48, dando paso inicial a la 2 fase termófila y sucesión microbiana (Bacterias, actinomicetos) en el tercer pico de temperaturas con un rango de 34,3 °C a 64,0 °C logrando las temperaturas máximas del sistema, continuando la 2 fase termófila y dando lugar a la fase 3 (Bacterias, proteobacterias, actinomicetos, hongos, protozoos, nematodos). El último rango de temperatura 52,3 a 18,0°C permite entrar a la fase de maduración (bacterias, actinomicetos, algas, hongos, nematodos); estas fluctuaciones de temperatura controladas permiten las condiciones ideales para el desarrollo de la pila, control de olores y un producto de buena calidad facilitando y agilizando el trabajo en la compostera.

Cuando los valores de temperatura aumentan los porcentajes de humedad disminuyen gradualmente, un primer rango se encuentra de 50% a 40% situándose en la humedad aeróbica idónea, el siguiente rango de 40% a 25% apareció debido a disminución en el riego y el material de la pila contiene con aserrín disminuyendo la humedad, se realizaron periodos de riegos más intensos, para la finalización del proceso de la pila, la humedad aumentó en un rango de 25 % a 30% logrando una cifra estable y adecuada para las condiciones de la pila.

El pH mantiene datos estables durante el proceso, para las variaciones generales se encuentra un rango de 7,7 a 7,65 y un final de 7,48 a 7,41.

Figura 54. Parámetros vermicompost, Escuela De Equitación del Ejército Nacional



Fuente: Autores

En la figura (54) se observa para la temperatura un primer comportamiento relativamente estable con un rango de 16 °C a 16,5 °C aunque es un dato bajo para las condiciones requeridas del vermicompostaje se mantiene el progreso de producción de compost, el segundo comportamiento con un rango de 14°C a 17°C etapa que disminuyo la actividad de la lombriz de crecimiento, producción de vermicompost y eclosión de cocones durante 1 semana. Para la finalización del proceso de compostera el tercer comportamiento con un rango de 18 °C a 21 °C logro una condición óptima ya que conlleva al máximo rendimiento de las lombrices, crecimiento, eclosión de ellas, producción y calidad de vermicompost.

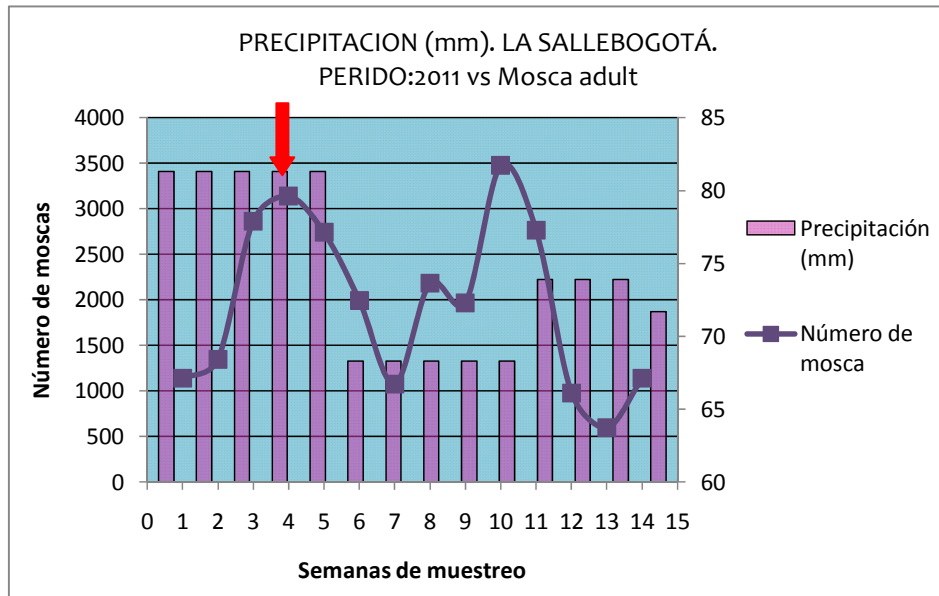
La humedad se comporta de forma inversamente proporcional a la temperatura tiene un primer rango de 40% a 30 % y un segundo de 30% a 40% aunque no se logra la cantidad ideal de humedad requerido no afecta el desarrollo del compostaje, crecimiento de lombrices en la cama de vermicompostaje y presencia de cocones luego se procede a realizar un riego más constante y se tapa con un plástico de 100 micrones para conservarla.

El pH se mantiene valores constantes en un rango de 7,68 y 7,3 siendo aceptable para la escala que requiere la lombriz, realizándose mediante fermentación aerobia asegurando un desarrollo y descomposición favorable para el proceso.

9.5 COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL *Stomoxys calcitrans* vs PARAMETROS CLIMATOLOGICOS

9.5.1 Universidad De La Salle, Sede Floresta

Figura 55. Densidad poblacional vs Precipitación estación la Salle Bogotá, Universidad de la Salle, sitio 1. Molino



Punto de intervención →

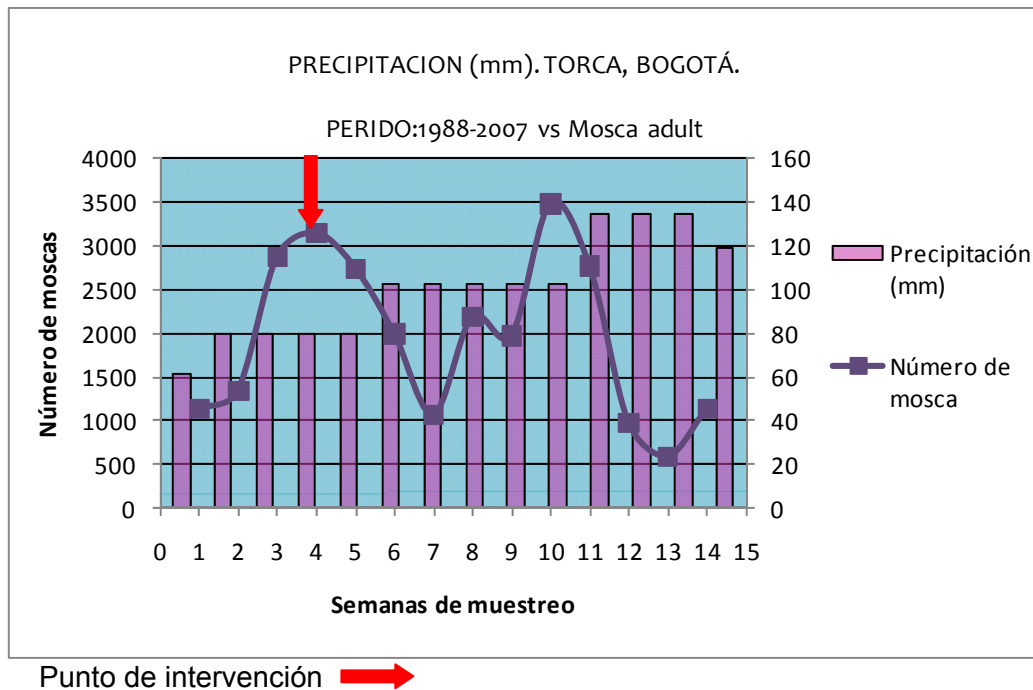
Fuente: Autores

En la semana 10 se presentó un incremento del número de moscas alcanzando un valor de 3500 debido a la realización de nuevas pilas sin control sobre el pasto y otras superficies como se realizaba al inicio de la intervención, debido a la necesidad de acumular material para ser llevado a zonas de cultivo alejadas de la investigación, en la siguiente semana se erradicaron estos lugares de reproducción y se corrigió el manejo cultural del residuo, en vista del aumento del número de moscas.

El comportamiento inicial de moscas es ascendente debido a las condiciones de precipitación encontradas en este periodo, la cual brinda las condiciones ideales para su proliferación, aun así, en la semana 5 se evidencia una disminución del número de moscas debido al control de excretas y la eliminación de sitios de reproducción, de la semana, el comportamiento tiene la tendencia de disminuir, pero debido a problemas de manejo en la semana 10 se tiene un pico de mosca, en este punto es importante señalar que aun existiendo menores precipitaciones, el número de moscas aumenta debido al

manejo identificado, mostrando claramente el factor predominante en el número de moscas es la presencia de sitios de reproducción propicios (excretas), luego de realizar la corrección al manejo de excretas, el número de moscas disminuye nuevamente, aun con un aumento en las precipitaciones.

Figura 56. Densidad poblacional vs Precipitación estación Torca, Universidad de la Salle, sitio 1. Molino. (Históricos)

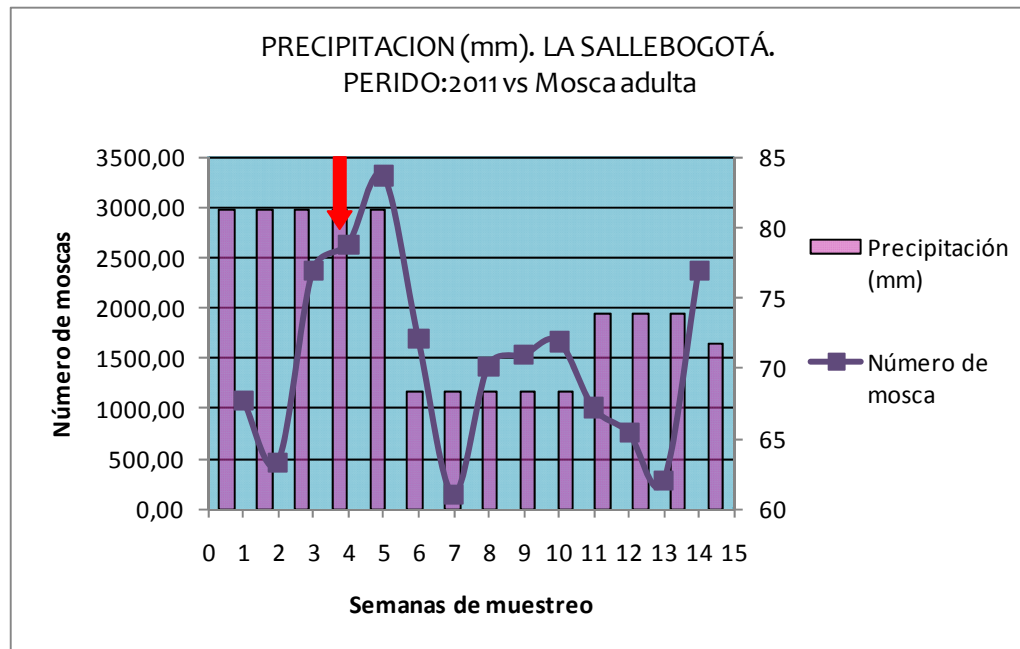


Fuente: Autores

En los promedios históricos de precipitación podemos ver que la zona de estudio presenta valores de precipitación altos lo cual ayuda a la reproducción de la mosca de estudio, en los meses de marzo y abril es muy posible encontrar picos de poblaciones de moscas adultas, mientras que en épocas de vientos y disminución de la precipitación como son los meses de Mayo y Junio el numero de ve reducido, si se realiza el manejo de excretas es muy posible que los valores de poblaciones sean de 500 moscas en promedio comparados con valores sin control que pueden ser mayores de 3000 moscas en época de lluvia y humedad.

Aunque en diversos estudios se ha comprobado la dependencia de la presencia de moscas en épocas de precipitaciones mayores, en este caso la intervención de los sitios de reproducción afectan su comportamiento agregando una nueva variable a considerar, es claro en la grafica que las poblaciones encontradas no están directamente relacionadas con la precipitación y que el cambio en el numero de moscas encontradas depende de manera más directa del manejo de las excretas animales que sirven como sitio de reproducción de la mosca.

Figura 57. Densidad poblacional vs Precipitación Universidad de la Salle Bogotá, Salle, sitio 2. Pastoreo



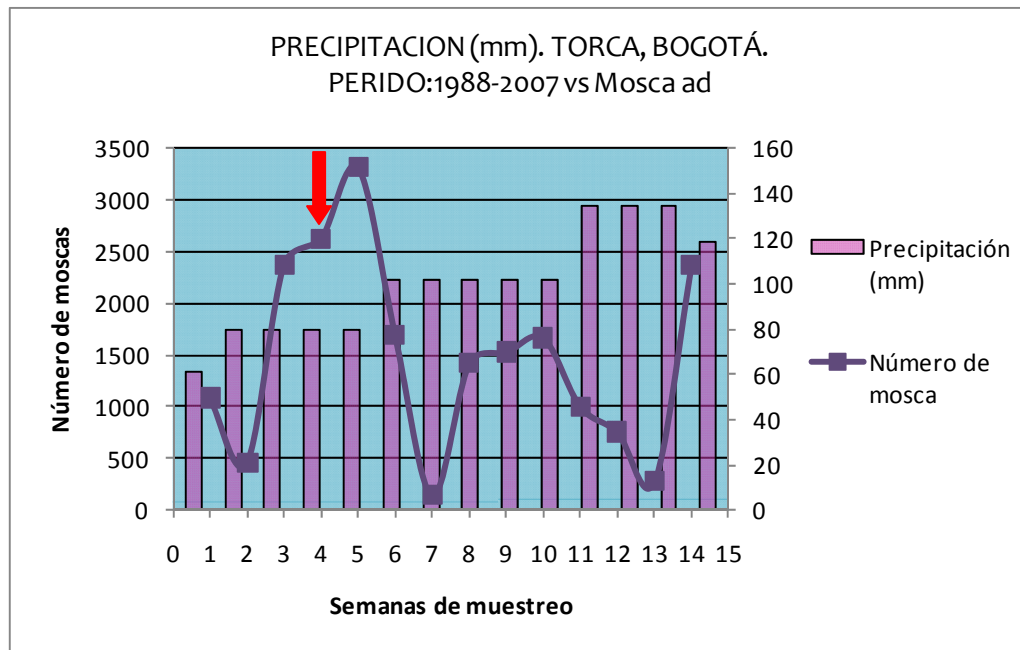
Punto de intervención 

Fuente: Autores

En la semana 14 se presentó un incremento en el número de moscas encontradas debido a que en la última semana se realizaron de manera continua prácticas académicas con equinos en las cercanías a la ubicación de la trampa. Es por esto que el número se incrementó por la interferencia de los animales en las cercanías, en los dos sitios de estudio.

La población de moscas presenta una disminución inicial posterior a un aumento continuo y elevado de número de moscas adultas encontradas en trampas, en relación con la pluviosidad es evidente que las precipitaciones son mayores propiciando condiciones de encharcamiento en las pilas de excretas dispuestas sin ningún tipo de control, posterior a la intervención el número de moscas no disminuye, es posible que en este punto las pupas encontradas en el material con las condiciones de humedad estuvieran eclosionando, ya que el material pese a tener un control más propicio todavía no contaba con las condiciones de temperatura y Humedad que permitiera un control más efectivo, posteriormente el número de moscas disminuye, hasta alcanzar un valor de 100 moscas, seguido de un crecimiento menor de moscas encontradas y un nuevo descenso, al final del control y con las condiciones normales de muestreo se logró reducir la población de moscas adultas encontradas hasta 400 moscas, el valor final sufrió un ascenso debido a factores externos que propiciaron interferencia en los datos obtenidos.

Figura 58. Densidad poblacional vs Precipitación estación Torca, Universidad de la Salle, sitio 2. Pastoreo



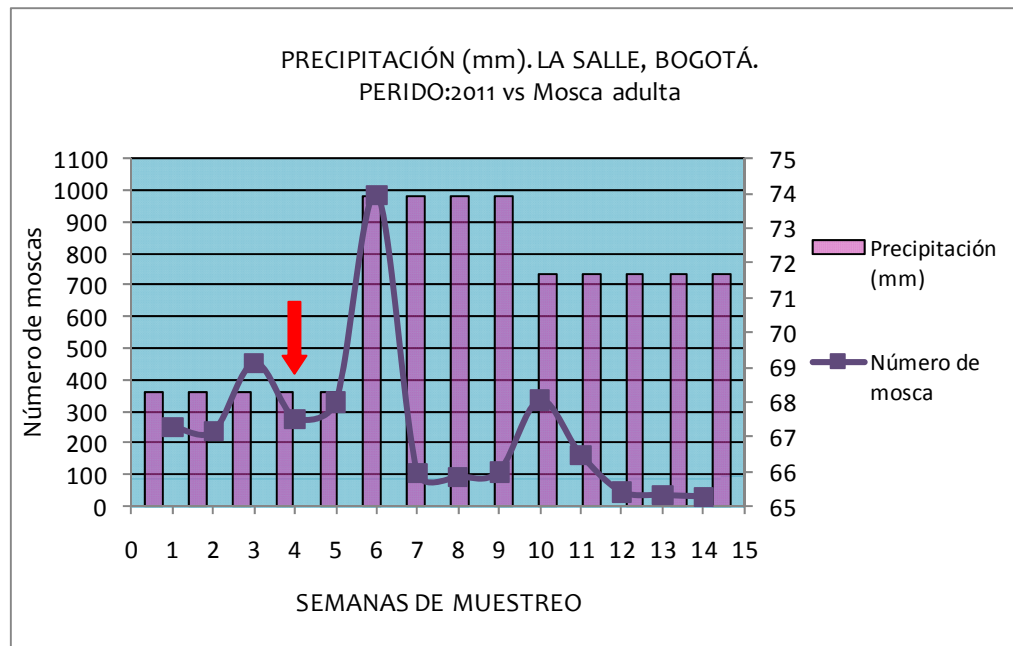
Punto de intervención 

Fuente: Autores

Según los promedios históricos es posible que en épocas de altas precipitaciones marzo y abril, el número de moscas adultas encontradas sea mayor, sin embargo como se aprecia en la grafica, aun en épocas de altas precipitaciones las poblaciones de moscas pueden ser menores si se realiza un control de los sitios de reproducción.

9.5.2 Escuela de Equitación Del Ejército Nacional

Figura 59. Densidad poblacional vs Precipitación estación la Salle Bogotá, Equitación del Ejército Nacional, sitio 1. (Área social)



Punto de intervención →

Fuente: Autores

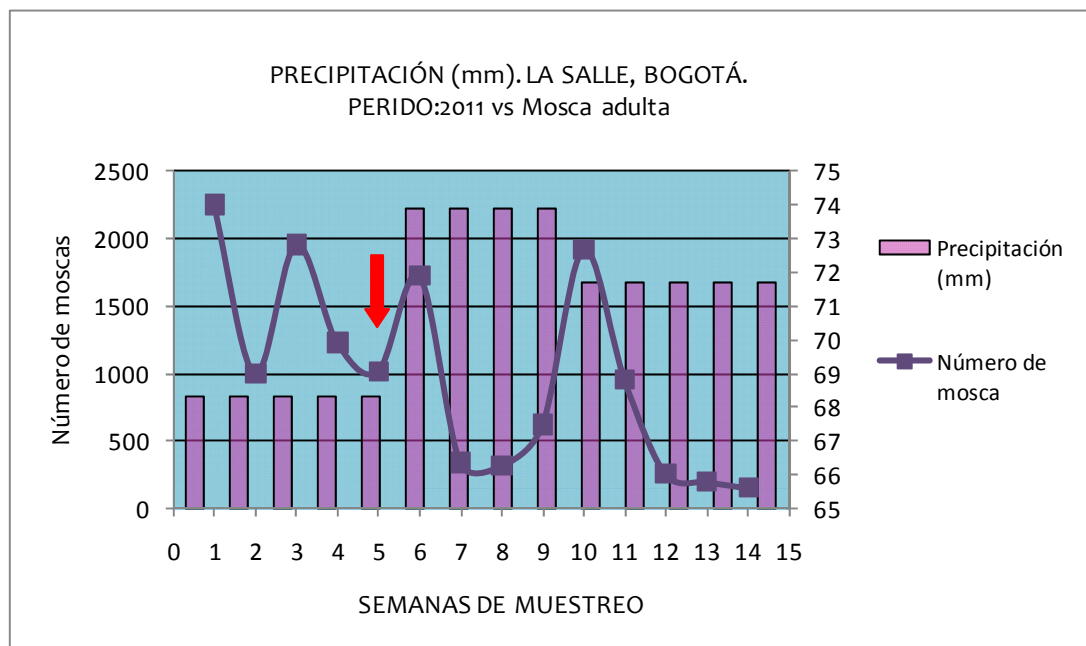
Para el análisis del comportamiento poblacional de la mosca *Stomoxys c.* vs Parámetros climatológicos en la escuela de Equitación del Ejército Nacional, se tomaron en cuenta los datos meteorológicos arrojados en la estación de la Universidad de la Salle, de acuerdo a que los valores total anual medio de precipitación en las dos zonas de estudio oscilan entre 1000 y 1100 mm, acentuando que el lugar de estudio tiene un leve incremento en el régimen de lluvias debido a la cercanía con el cerro.

A partir de los resultados como se observa en la figura (59) para las semanas (1, 2, 3, 4, 5,) un régimen constante de lluvias para la estación de la Salle, con valores promedio de 68,3 mm y un número inicial de moscas de 249; esta conducta solo aumenta para la semana 3 en un valor de 216 moscas, ya que es el tiempo propicio para que emerjan las pupas que existían en el material inicial a compostar.

Para las semanas (6, 7, 8, 9,) un leve incremento en el régimen de lluvias con un valor de 73,9 mm manteniéndose constante, la conducta de la mosca desciende correspondiente al progreso del proyecto durante las primeras siete semanas, al inicio de la compostera en la semana ocho y al aumento de la precipitación en estas semanas, arrojando un promedio de 103 moscas manteniéndose constante, exceptuando la semana 6 donde se incrementa al mayor valor semanal del muestreo con un cantidad de 985 moscas, este incremento está directamente relacionado con una gran acumulación de guano en el sitio de disposición durante 1 semana ya que el camión dejo de recolectar durante un periodo de 2 días y una frecuencia de 2 veces.

Las siguientes semanas (10, 11, 12, 13, 14) se observa los valores medios de precipitación que decrecen y se mantienen constantes en un régimen de 71,7 mm, los índices de la mosca disminuyen correspondiente al proceso de compostaje y vermicompostaje y a la disminución de precipitación para estas semanas, exceptuando la semana 10 causado por significativo aumento en la temperatura.

Figura 60. Densidad poblacional vs Precipitación estación la Salle Bogotá, Equitación del Ejército Nacional, sitio 2. (Fuente central pesebreras)



Punto de intervención →

Fuente: Autores

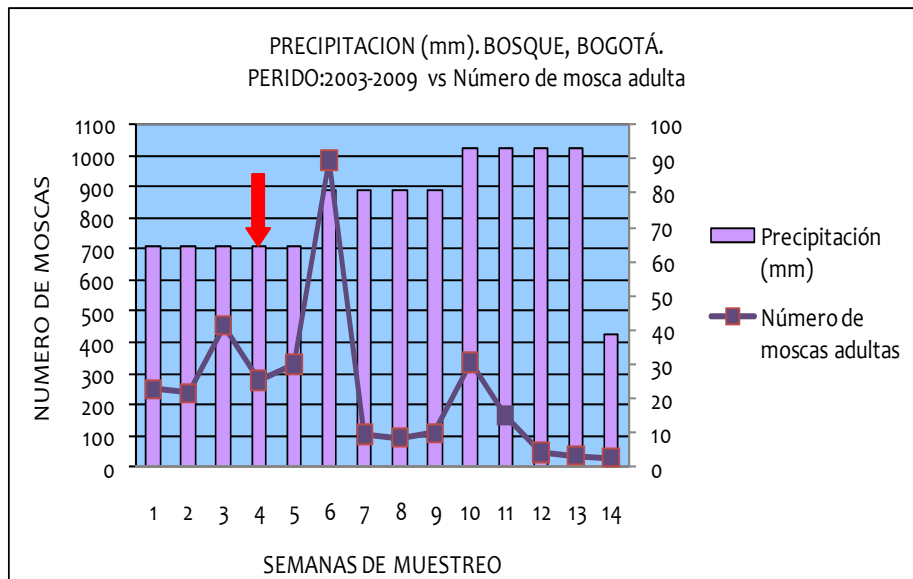
Como se observa en la figura (60), el sitio 2 de muestreo tiene una conducta similar en la variación poblacional de la mosca al sitio 1, pero con una mayor cantidad de moscas debido a la cercanía con el sitio de disposición de los residuos (guanera).

Para las semanas (1, 2, 3, 4, 5,) un régimen constante de lluvias con valores promedio de 68,3 mm y un número inicial de moscas de 2248 mayor valor semanal del muestreo; para la semana (2) la mosca disminuye a un valor de 1000 como consecuencia de nubosidad y lloviznas que se presentó durante 1 hora del muestreo, en la semana 3 en aumenta a un valor de 1952 moscas, debido al tiempo propicio para que emerjan las pupas que existían en el material inicial a compostar.

Para las semanas (6, 7, 8, 9,) un leve incremento en el régimen de lluvias con un valor de 73,9 mm, la conducta de la mosca desciende correspondiente al progreso del proyecto durante las primeras siete semanas, al inicio de la compostera en la semana ocho y al aumento de la precipitación en estas semanas arrojando un promedio de 333 moscas manteniéndose constante exceptuando la semana 6 donde se eleva el valor a 1723 moscas, este incremento de la población está directamente relacionado con una gran acumulación de guano en el sitio de disposición durante 1 semana ya que el camión dejo de recolectar durante un periodo de 2 días y una frecuencia de 2 veces, y el aumento en la semana 9 ya que se realizó el conteo antes de la limpieza de las pesebreras factor que influyen en el aumento de la población.

Las siguientes semanas (10, 11, 12, 13, 14) se observa los valores medios de precipitación que decrecen y se mantienen constantes en un régimen de 71,7 mm, los índices de la mosca disminuye correspondiente compostaje y vermicompostaje y a la disminución de precipitación para estas semanas, exceptuando la semana 10 donde se aumenta el valor a 1916 moscas causado por aumento significativo en la temperatura.

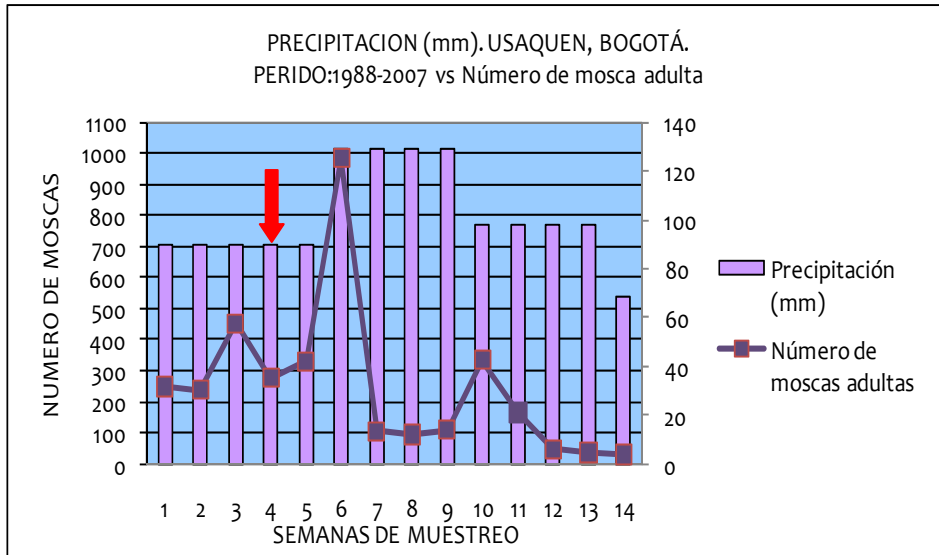
Figura 61. Densidad poblacional vs Precipitación estación Bosque datos históricos (2003-2009), Equitación del Ejército Nacional, sitio 1. (Área social)



Punto de intervención 

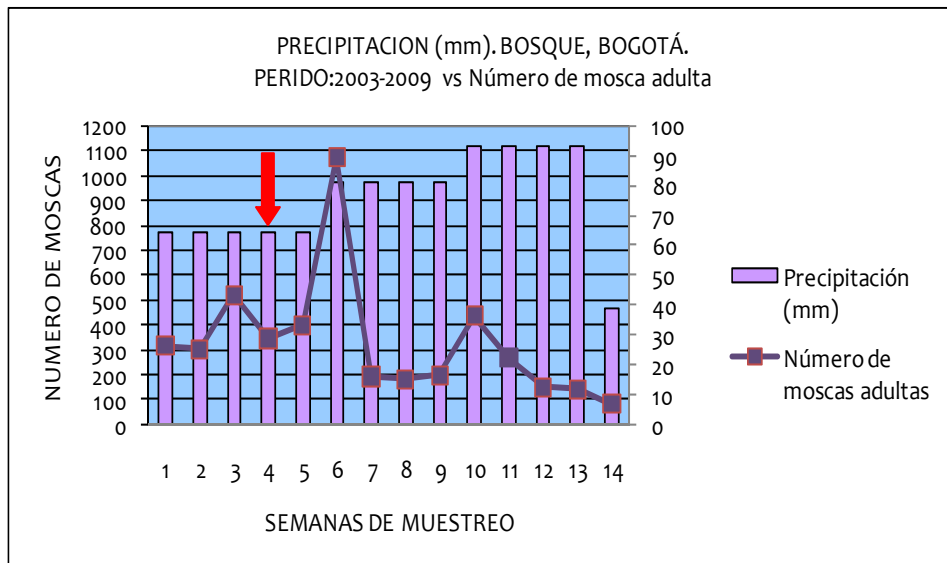
Fuente: Autores

Figura 62. Densidad poblacional vs Precipitación estación Usaquén datos históricos (1988-2007), Equitación del Ejército Nacional, sitio 1. (Área social)



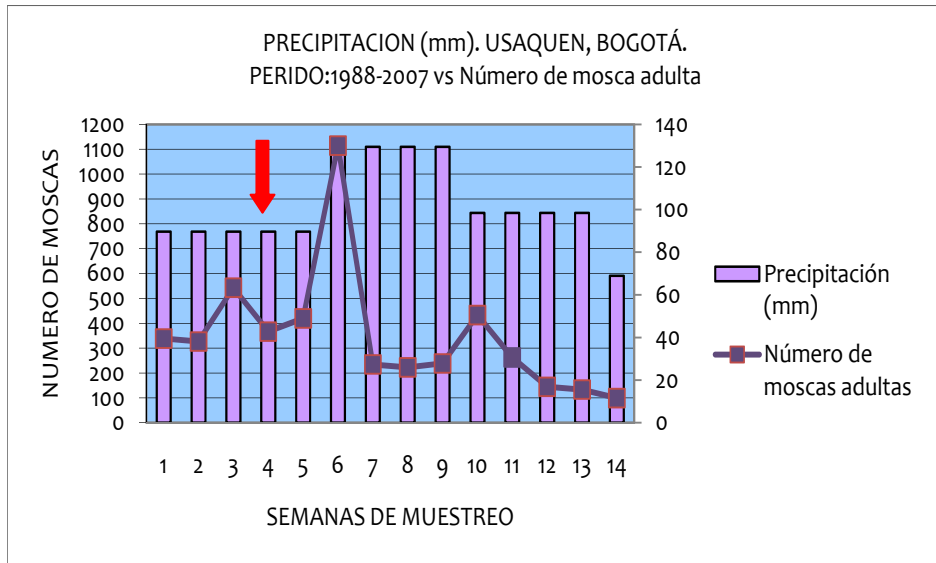
Punto de intervención →
Fuente: Autores

Figura 63. Densidad poblacional vs Precipitación estación Bosque datos históricos (2003-2009), Equitación del Ejército Nacional, sitio 2. (Fuente central pesebreras)



Punto de intervención →
Fuente: Autores

Figura 64. Densidad poblacional vs Precipitación estación Usaquén datos históricos (2003-2009), Equitación del Ejército Nacional, sitio 2. (Fuente central pesebreras)



Punto de intervención

La serie de las precipitaciones medias tiene una longitud de 6 años para la estación de Bosque figuras (61-64) y 19 años para la estación Usaquén tal como se verifica en la figuras (62-64), los niveles que representan a los datos semanales de lluvia de las estaciones Bosque y Usaquén, tienen un comportamiento similar.

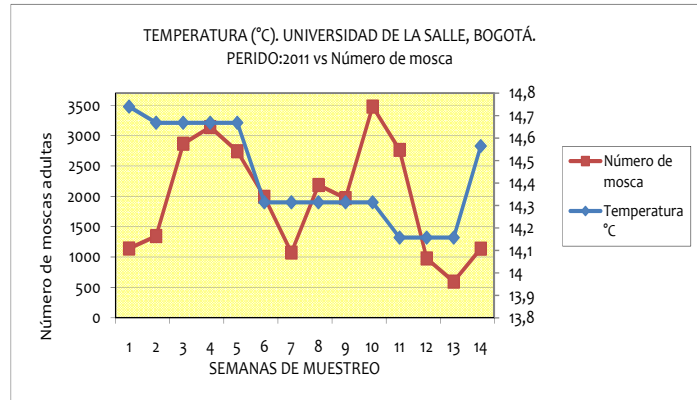
La relación de precipitación entre los datos históricos de las estaciones Bosque, Usaquén y la Universidad de la Salle permiten evidenciar la veracidad de los datos con los que se realizaron los análisis, ya que cumplen una tendencia similar durante las semanas de muestreo en los meses de Febrero, Marzo, Abril y Mayo de acuerdo al régimen bimodal del país.

La conducta de la población de la mosca *Stomoxys c.* en referencia a los datos históricos de las estaciones Usaquén y Bosque demuestran un comportamiento directamente proporcional a los niveles de precipitación, exceptuando las semanas 3, 6 y 10 por factores externos como acumulación y destape de guano, e incremento en la temperatura.

9.6 COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA VS NÚMERO DE MOSCAS

9.6.1 Universidad De La Salle, Sede Floresta

Figura 65. Densidad poblacional vs Temperatura Universidad de la Salle Bogotá, hato Universidad de la Salle, sitio 1. Molino

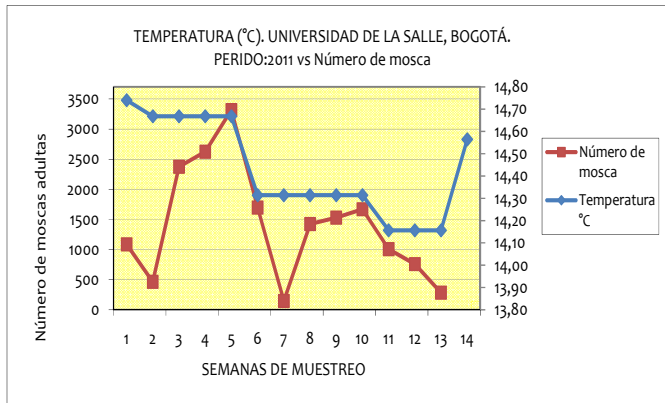


Fuente: Autores

Durante las primeras 4 semanas no se realizó ninguna intervención, la temperatura se mantiene constante y el número de moscas aumenta y disminuye a medida que la temperatura disminuye, (aumentando la humedad y disminuyendo el número de moscas) a partir de la 7 semana la temperatura se mantiene constante en 14.4°C y el número de moscas aumenta, en la semana 10 la temperatura disminuye y el número de moscas también, siendo contrario al comportamiento normal de la mosca, posteriormente la temperatura aumenta significativamente pero el número de moscas no lo hace en la misma proporción, en esta grafica a partir de la semana 7 no se muestra una relación directa de la temperatura con el número de moscas, es decir la ejecución de compostaje altera el comportamiento normal de la mosca, logrando que la temperatura ambiente no sea un parámetro fundamental que determine su densidad poblacional en un espacio de tiempo.

Es evidente que el número de moscas no disminuyó significativamente desde la medición inicial y la final, esto se debe a la cercanía del punto de muestreo a la zona de manejo de residuos y a las constantes practicas con animales que se realizaban en las cercanías al lugar de la trampa.

Figura 66. Densidad poblacional vs Temperatura estación Universidad de la Salle Bogotá, hato Universidad de la Salle, sitio 2. Pastoreo



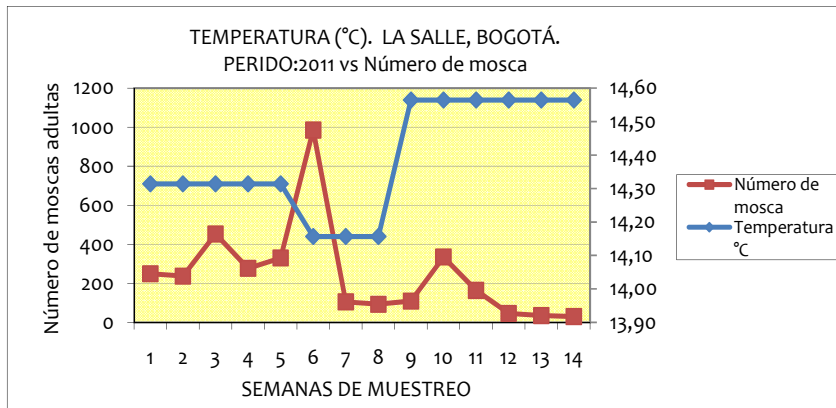
Fuente: Autores

Durante las 4 primeras semanas, la temperatura se mantiene constante en un valor de 14.8 con una disminución de la humedad por lo que se espera el número de moscas sea mayor, como efectivamente ocurrió en las primeras semanas, posteriormente durante la implementación del compostaje, el comportamiento de la temperatura aparentemente no afecta el numero de moscas encontradas, ya que a partir de la semana 5 y 7 la temperatura disminuyo, pero el numero de moscas no aumento sino que se redujo significativamente, manteniéndose así a pesar de nuevos incrementos en la temperatura en las últimas dos semanas de monitoreo.

Nuevamente observamos que el comportamiento de la mosca a partir de la 5 semana no se encuentra directamente relacionado con la temperatura, indicando que el proceso de compostaje es el que afecta de manera directa el comportamiento de la mosca durante la investigación.

7.6.2 Equitación del Ejército Nacional

Figura 67. Densidad poblacional vs Temperatura estación la Salle, Equitación del Ejército Nacional, sitio 1. (Área social)



Fuente: Autores

En la figura (67) se muestra las semanas (1, 2, 3, 4,5) un comportamiento constante de temperatura con un valor de 14,31°C, parámetro que influye directamente en la tendencia de moscas adultas aumentando o disminuyendo proporcionalmente, se puede observar una cifra inicial de 249 moscas, aumentando para la semana 3 a un valor de 453 debido al tiempo propicio para que emerjan las pupas que existían en el material inicial a compostar.

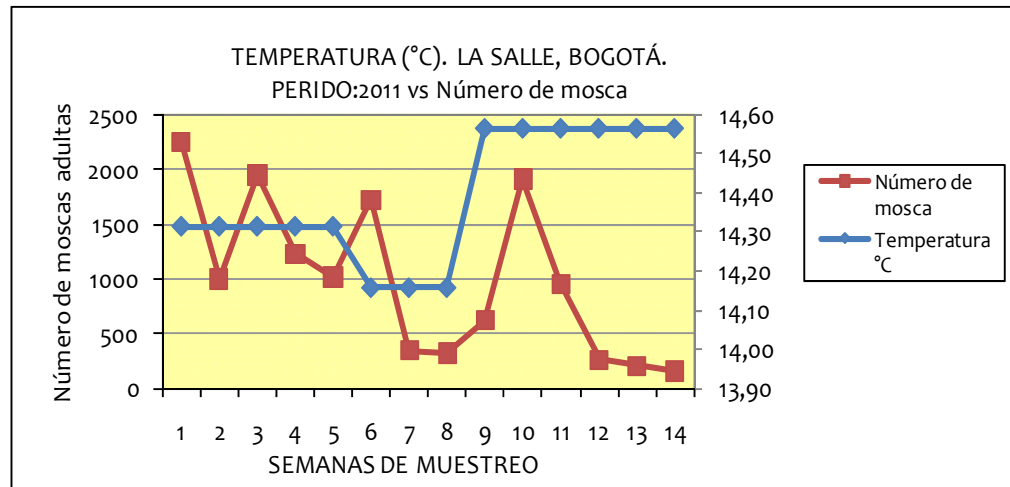
Posteriormente para la semana 6 se aumenta el valor de la mosca obteniendo el mayor valor semanal del muestreo con un cantidad de 985, este incremento de la población se da como consecuencia de acumulación de guano en el sitio de disposición durante 1 semana factor que influyen en el aumento de la población y que rige independiente de la disminución de la temperatura de 14,31 a 14,16°C.

Para las semanas (7, 8,) se mantiene un comportamiento constante de temperatura con un valor de 14,16°C, la conducta de la mosca desciende correspondiente al progreso del proyecto durante las primeras siete semanas, al inicio de la compostera en la semana ocho y al aumento de la precipitación arrojando un promedio de 102 moscas.

Las siguientes semanas (9, 10, 11, 12, 13, 14) se observa los valores de temperatura que aumentan a 14,56°C y se mantienen constantes, a pesar de este comportamiento de temperatura, la mosca disminuye a un valor promedio de 93, debido al desarrollo del proceso del compostaje y vermicompostaje y a la reorganización que se le dio al sitio de disposición final del guano en la Escuela de Equitación, exceptuando la semana 10

donde se aumenta el valor a 357 moscas causado por la acumulación y destape de guano.

Figura 68. Densidad poblacional vs Temperatura estación la Salle, Equitación del Ejército Nacional, sitio 2. (Fuente central pesebreras)



Fuente: Autores

Como se menciona anteriormente para el sitio 2 de muestreo la población de la mosca tiene una cantidad mayor de moscas significativamente debido a la cercanía con el sitio de disposición de los residuos (guanera).

En la figura (68) se muestra las semanas (1, 2, 3, 4,5) un comportamiento constante de temperatura con un valor de 14,31°C, parámetro que influye directamente en la tendencia de moscas adultas aumentando o disminuyendo proporcionalmente, se puede observar una cifra inicial de 2248 moscas, a la semana 2 una disminución a 1000 moscas y un nuevo aumentando para la semana 3 a un valor de 1952 debido al tiempo propicio para que emerjan las pupas que existían en el material inicial a compostar

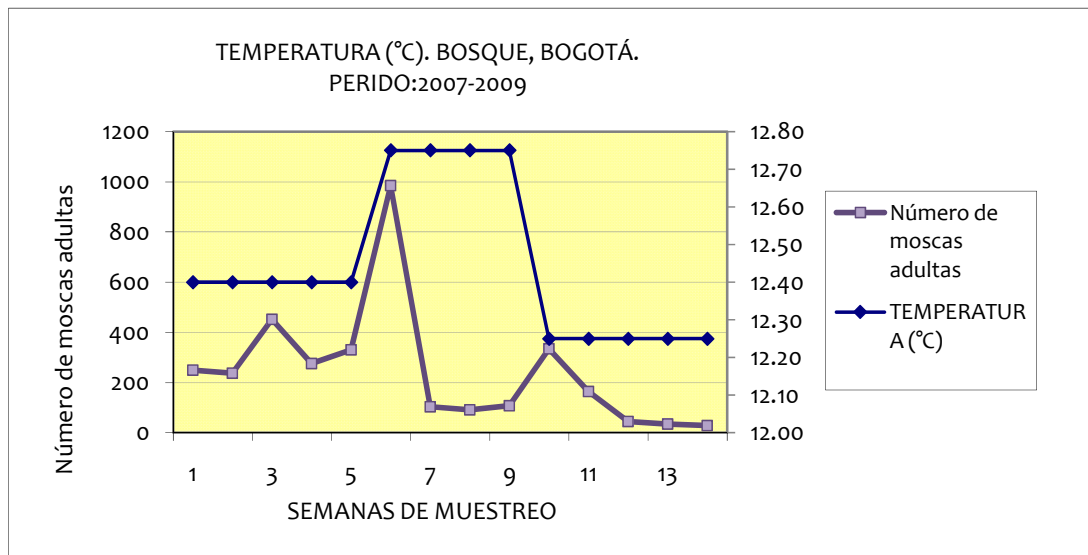
Posteriormente para la semana 6 se aumenta el valor de la mosca obteniendo el mayor valor semanal del muestreo con un cantidad de 1723, este incremento de la población se da como consecuencia de acumulación de guano en el sitio de disposición durante 1 semana factor que influyen en el aumento de la población y que rige independiente de la disminución de la temperatura de 14,31 a 14,16°C.

Para las semanas (7 y 8) se mantiene un comportamiento constante de temperatura con un valor de 14,16°C, la conducta de la mosca desciende correspondiente al progreso del proyecto durante las primeras siete semanas, al inicio de la compostera en la semana ocho y al aumento de la precipitación arrojando un promedio de 332 moscas.

Las siguientes semanas (9, 10, 11, 12, 13, 14) se observa los valores de temperatura que aumentan a 14,56°C y se mantienen constantes, a pesar de este comportamiento de

temperatura, la mosca disminuye a un valor de 321, debido al desarrollo del proceso del compostaje y vermicompostaje y a la reorganización que se le dio al sitio de disposición final del guano en la Escuela de Equitación, exceptuando la semana 10 donde se aumenta el valor a 1916 moscas causado por la acumulación y destape de guano.

Figura 69. Densidad poblacional vs Temperatura estación Bosque históricos (2007-2009), Equitación del Ejército Nacional, sitio 1. (Área social) y sitio 2. (Fuente central pesebreras)



La serie de las temperaturas medias tiene una longitud de 2 años para la estación de Bosque figura (69) los niveles que representan a los datos semanales de temperatura de la estación Bosque, tiene un comportamiento similar para las primeras 5 semanas y entre la 9 y 14 semana, permiten evidenciar la veracidad de los datos con los que se realizaron los análisis.

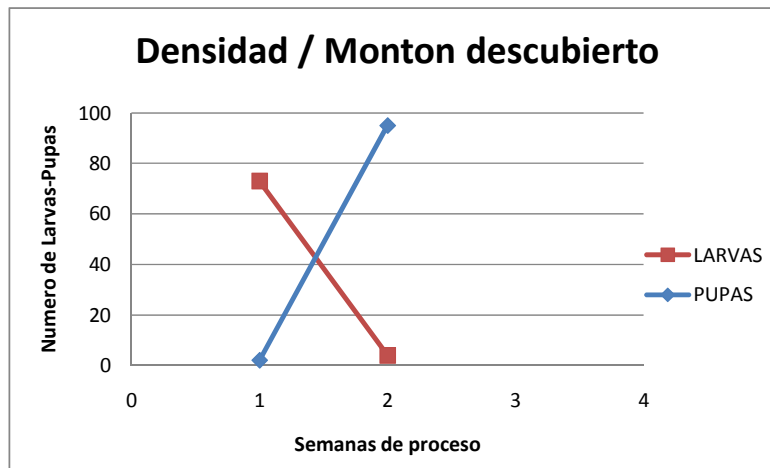
Para las semanas restantes difieren en su comportamiento debido a que el régimen de lluvias y fenómenos climáticos presentes en este año varían los datos para la estación de la Universidad de la Salle.

La conducta de la población de la mosca *Stomoxys c.* en referencia a los datos históricos de la estaciones Usaquén muestran un comportamiento directamente proporcional a los niveles de temperatura, exceptuando las semanas 3, 6 y 10 por factores externos como acumulación y destape de guano, e incremento en la temperatura.

9.7 COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE LARVAS Y PUPAS

9.7.1 Universidad De La Salle, Sede Floresta

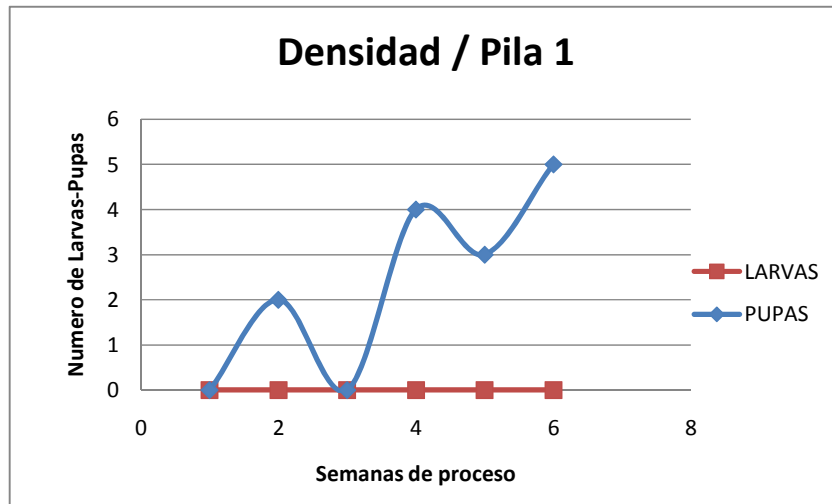
Figura 70. Densidad poblacional de larvas - Pupas, montón descubierto, Universidad de la Salle



Fuente: Autores

Durante la fase experimental, sin la realización de ningún tipo de control, se determino el numero de larvas y pupas que se podrían encontrar en el material, encontrándose de acuerdo al manejo que se realizaba del residuo (expuesto al aire libre, sin cobertura, montones amorfos) más de 70 larvas iniciales, posteriormente el material se cubrió con una lona verde pero no en su totalidad y el numero se redujo a 4 larvas aun sin realizar un proceso controlado con el residuo. En cuanto al número de pupas se encontraron 2 en la primera semana de monitoreos y en la segundo 95 pupas, es de aclarar que las larvas y pupas no se encuentran distribuidas de manera uniforme en el material, es posible que los lugares monitoreados no representen la totalidad de la muestra pero los valores encontrados son superiores a los resultados obtenidos luego de controlar los lugares donde se depositaba el residuos de manera incorrecta. Podemos decir en este punto que en material descubierto sin ningún tipo de control se pueden encontrar hasta 70 larvas y 95 pupas en zonas con mayor densidad.

Figura 71. Densidad poblacional de larvas y Pupas - Pila 1, Universidad de la Salle

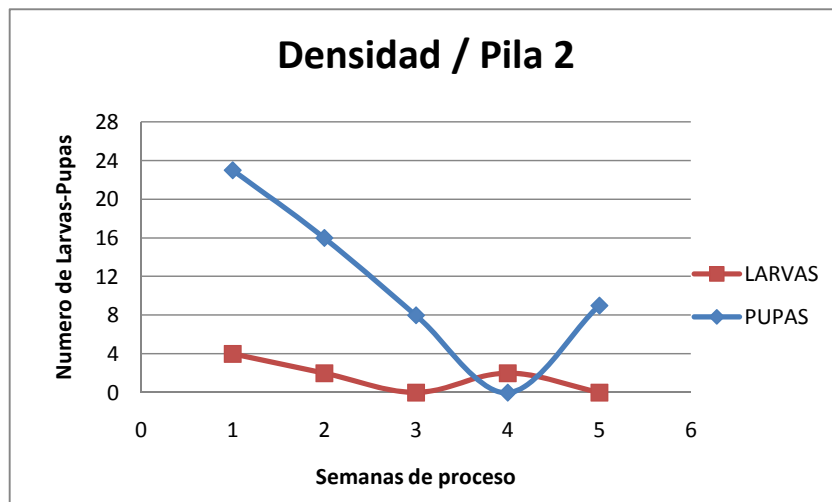


Fuente: Autores

Durante la realización de las pilas se monitoreo densidad de larvas y pupas, el número encontrado disminuyo significativamente comparándolo con las larvas y pupas que se podían encontrar en el material descubierto sin ningún tipo de tratamiento especial, el valor paso a datos en los cuales no se encontró ninguna larva en la pila 1 de compostaje y solo se encontraron hasta 5 pupas en el material comportado.

Definitivamente el número de larvas y pupas disminuyo drásticamente luego de realizar pilas de volumen y dimensiones específicas, de cubrir el material con plástico y de seguir los parámetros de control durante la realización del proceso de compostaje.

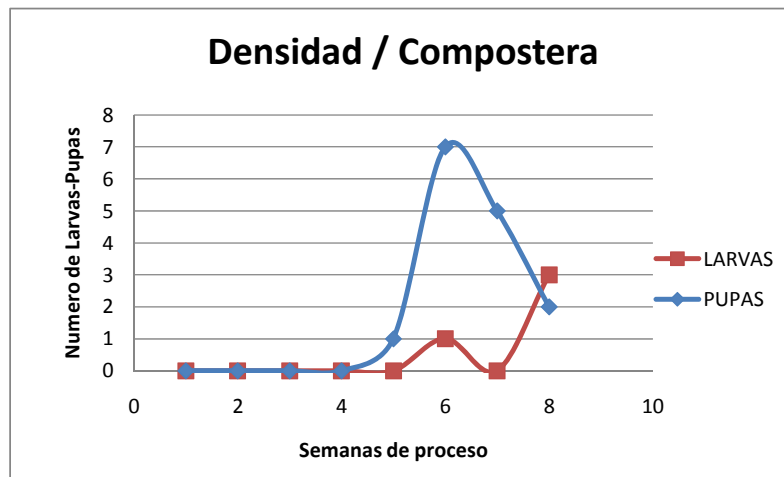
Figura 72. Densidad poblacional de larvas y Pupas - Pila 2, Universidad de la Salle



Fuente: Autores

La densidad encontrada en la pila dos evidencia un proceso de disminución de densidades de larvas y pupas más acorde con la realidad, esto se debe a que la pila dos se conformo en su totalidad con material fresco, mientras la pila 1 se conformo con material que ya tenía varias semanas al aire libre, por lo cual no es tan claro el proceso de disminución como en la pila 2, como se aprecia en la figura66 las pupas encontradas inicialmente en la pila fueron 24 y 4 pupas a medida que el proceso de descomposición con la consecuente producción de CO2 y el aumento en la temperatura el numero disminuyo a 0 pupas y 2 larvas encontradas, al finalizar las siguientes dos semanas la densidad aumento debido a problemas de infiltración de agua lluvia que propino un ambiente apropiado al desarrollo de larvas y pupas, sin embargo el numero de pupas encontrado no fue mayor al inicial 8 pupas y 1 larva.

Figura 73. Densidad poblacional de larvas y Pupas - Compostera, Universidad de la Salle

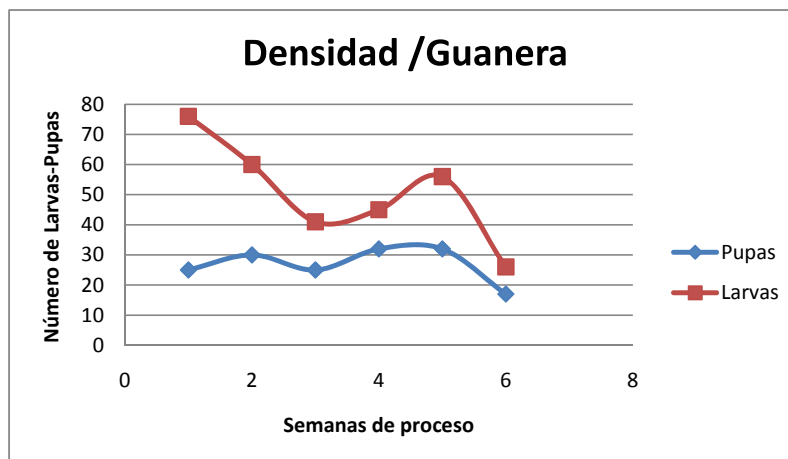


Fuente: Autores

En cuanto a la densidad en la compostera, el material pasado a las camas de vermicompostaje ya tenía un proceso avanzado de descomposición, por lo cual los valores iniciales fueron cero tanto de larvas y pupas, e la semana 6 se evidencio un aumento en el numero de larvas y pupas, no es claro el motivo, se cree que el material se encontró descubierto en una pequeña porción, lo que pudo ayudar a la oviposición de la mosca en el material, sin embargo el numero disminuyo nuevamente hasta un valor de 2 pupas, en cuanto al comportamiento de larvas, debido a que no se encuentran de manera uniforme en el material , pudo ocurrir en la última semana que el lugar escogido para la medición contara con un número mayor de larvas, sin embargo es importante aclarar que el numero aunque aumento no es muy importante comparándolo con las cantidades iniciales encontradas el valor máximo encontrado fue de 3 larvas comparado con un dato inicial máximo de 70.

9.7.2 Escuela de Equitación del Ejército Nacional

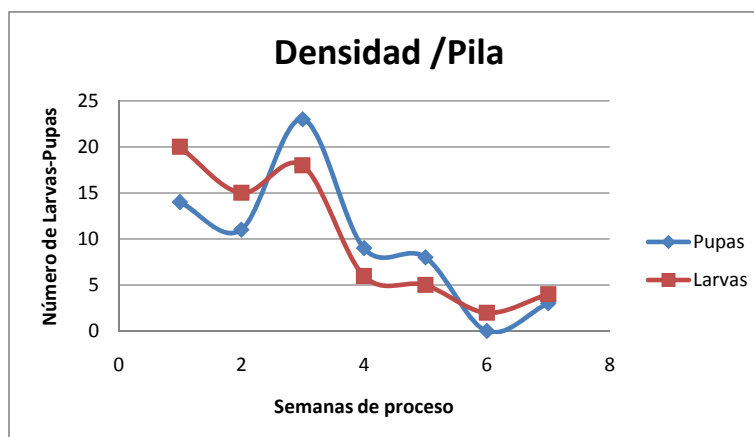
Figura 74. Densidad poblacional de larvas y Pupas – Guanera, Escuela de Equitación del Ejército Nacional



Fuente: Autores

Las condiciones iniciales como factores meteorológicos, disposición y estado de la materia a compostar intervienen directamente en la cantidad de larvas y pupas, encontradas antes de realizar el estudio. En la figura (74) para la 2 y 3 semana se obtuvo una disminución arrojando un promedio de 50 larvas y 27 pupas para el conteo, para la 3 semana disminuyeron encontrando 41 larvas y 25 pupas, valor significativo en el muestreo ya que se cumple el tiempo que emerjan las pupas que existían en el material inicial a compostar. Para la semana 4 y 5 de estudio tiene un leve crecimiento debido a que se dejó destapado la guanera la 2 semanas anteriores permitiendo que la mosca colocara de nuevo algunos ovos, a medida del avance del proceso de conformación de pilas y control en el transporte del guano se lograron datos significativos, la 6 semana registra un nuevo descenso encontrándose finalmente 26 larvas y 17 pupas.

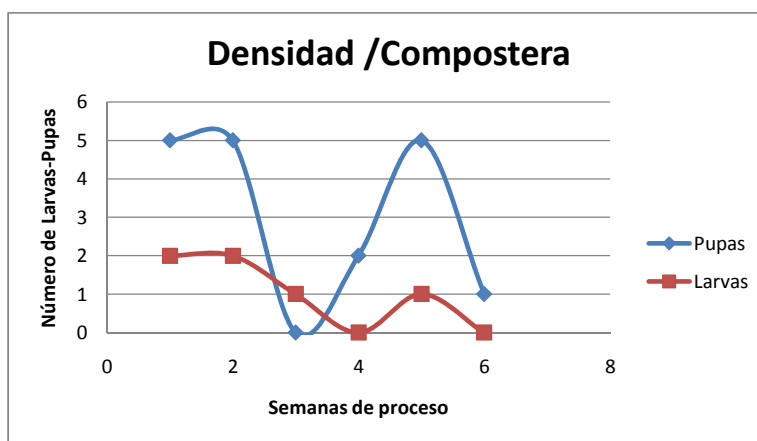
Figura 75. Densidad poblacional de larvas y Pupas – Pila, Escuela de Equitación del Ejército Nacional



Fuente: Autores

Como se observa en la figura (75) desde el inicio del proceso de conformación de la pila a la semana 1 se presentó una disminución de larvas y pupas debido al avance del trabajo en la guanera como el tapado y el control en el transporte de los residuos restantes, para la 3 semana surge un leve incremento acorde con el cambio drástico en el aumento de las precipitaciones presentadas para el mes de abril permitiendo una humedad requerida y un posible medio para una nueva cría, para las semanas (4, 5, 6, 7) una disminución con una cifra promedio de 4 larvas y 5 pupas de acuerdo al avance del proceso en la guanera y conformación de pila.

Figura 76. Densidad poblacional de larvas y Pupas – Compostera, Escuela de Equitación del Ejército Nacional



Fuente: Autores

La figura 76 indica un grupo total de larvas y pupas muy reducido al inicio del proceso de la compostera 2 larvas y 5 pupas considerando el progreso en la guanera y pila durante 10 semanas anteriores, se muestra un aumento para la 5 semana no significativo y una cifra final de 0 larvas y 1 pupa al finalizar el proceso (guanera-pila y compostera) a su vez reflejado en la disminución de captura de mosca adulta en trampas.

9.8 COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL *Stomoxys calcitrans* POR ANIMAL

9.8.1 Universidad De La Salle, Sede Floresta

Tabla 23. Promedio General de Mosca por Equino

	Equino 1	Equino 2	Equino 3	Equino 4	Equino 5	Equino 6	Equino 7	Equino 8	Equino 9	Equino 10
Numero de moscas por animal	3	9	8	12	8	7	9	5	5	5
	5	6	7	4	5	6	1	4	3	3
	9	18	15	16	8	16	9	7	3	9
	10	15	7	11	11	11	10	12	5	2
	13	22	25	10	17	8	9	3	9	10
	9	13		3		9		6	6	5
	13	4	2	7		3	13	4	3	5
	5	11	8	10	9	13		19	5	8
	9	7	3	7	1	6	12	22	0	9
	9	14	8	7	18	5	18	5	3	18
		9		10		8	19		2	
	4	3	2	12		3			1	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	10	0	8	2	4		3	1	
PROM	7.23	10.07	7.08	8.36	7.90	7.07	10.00	7.50	3.29	6.73
Fuente: Autores										

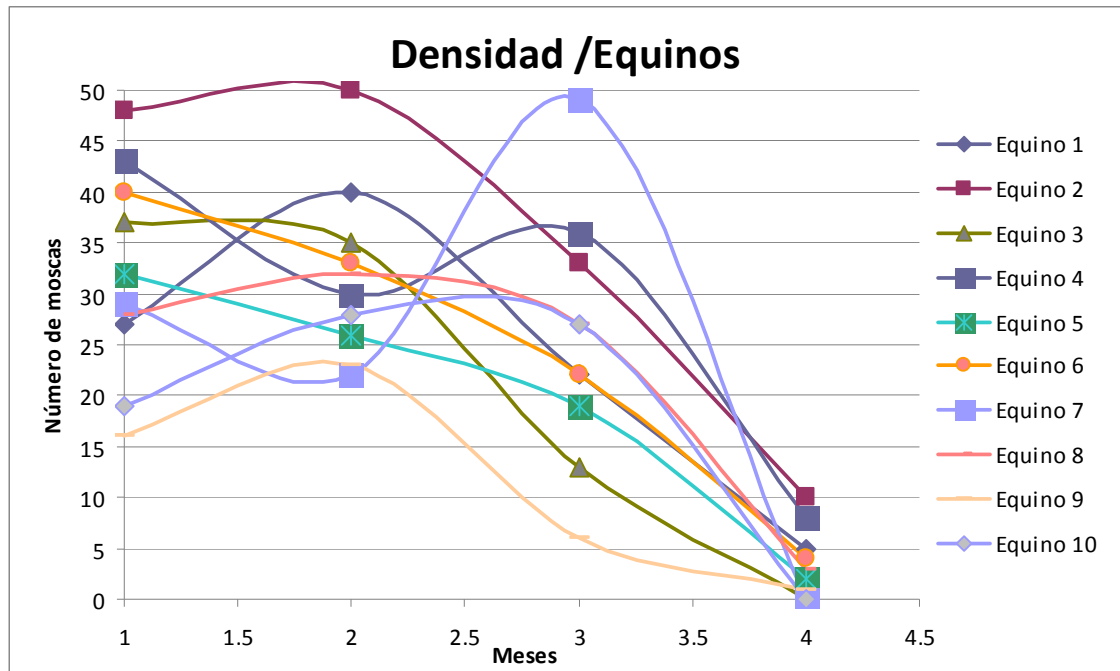
Se ha determinado que un número mayor de 15 moscas/ extremidad (D.H. TODD), puede causar molestias y la subsecuente interferencia con los habituales hábitos de pastura, en la tabal podemos observar que todos los equinos excepto el equino 9 (potrillo color castaño) en la menos una ocasión se encontró un numero de moscas mayor o igual a 15, indicando que en la Universidad de La Salle, Sede Floresta, la problemática de moscas afecta de manera directa a los animales.

En este lugar de estudio no se determino una relación directa del color del pelaje de los animales con el numero de mosca, la relación encontrada fue en cuanto a la cercanía a los lugares donde se encontraba el residuo, cuando los animales pastaban más cerca de estos lugares tenían un mayor número de moscas en sus extremidades.

Tabla 24. Promedio Mensual de Mosca por Equino

Ejemplares		Equino 1	Equino 2	Equino 3	Equino 4	Equino 5	Equino 6	Equino 7	Equino 8	Equino 9	Equino 10		
Promedios		3	9	8	12	8	7	9	5	5	5		
		5	6	7	4	5	6	1	4	3	3		
		9	18	15	16	8	16	9	7	3	9		
		10	15	7	11	11	11	10	12	5	2		
		Sumatoria Mensual	27	48	37	43	32	40	29	28	16	19	
		Promedio Mensual	6.75	12	9.25	10.75	8	10	7.25	7	4	4.75	
	Numero de moscas por animal		13	22	25	10	17	8	9	3	9	10	
			9	13		3		9		6	6	5	
			13	4	2	7		3	13	4	3	5	
			5	11	8	10	9	13		19	5	8	
			Sumatoria Mensual	40	50	35	30	26	33	22	32	23	28
			Promedio Mensual	10	12.5	11.6	7.5	13	8.25	11	8	5.75	7
				9	7	3	7	1	6	12	22	0	9
				9	14	8	7	18	5	18	5	3	18
					9		10		8	19		2	
				4	3	2	12		3			1	
			Sumatoria Mensual	22	33	13	36	19	22	49	27	6	27
			Promedio Mensual	7.33	8.25	4.33	9	9.5	5.5	16.33	13.5	1.5	13.5
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				5	10	0	8	2	4		3	1	
	Sumatoria Quincenal	5	10	0	8	2	4	0	3	1	0		
	Promedio Quincenal	2.5	5	0	4	1	2	0	1.5	0.5	0		
PROMEDIO TOTAL		6.64	9.43	6.29	7.81	7.85	6.43	8.6	7.5	2.9	6.3		
Fuente: Autores													

Figura 77. Densidad poblacional – Total Equinos, Universidad de la Salle



Fuente: Autores

Se puede apreciar en la figura 77 la disminución significativa del número de moscas por animal tras los meses de la realización de las técnicas de manejo de residuos (compostaje-vermicompostaje) los animales pasaron de tener en promedio un total mensual de 30-40 moscas a un total mensual de 10 moscas por animal en todos los ejemplares monitoreados. Teniendo en cuenta que la mosca *Stomoxys calcitrans* se considera un problema serio cuando la densidad por animal es mayor de 15 podemos observar que gracias a las técnicas utilizadas para el control en los sitios de reproducción la problemática se reduce de tal manera que deja de considerarse una plaga dañina en una explotación pecuaria.

9.8.2 Escuela de Equitación del Ejército Nacional

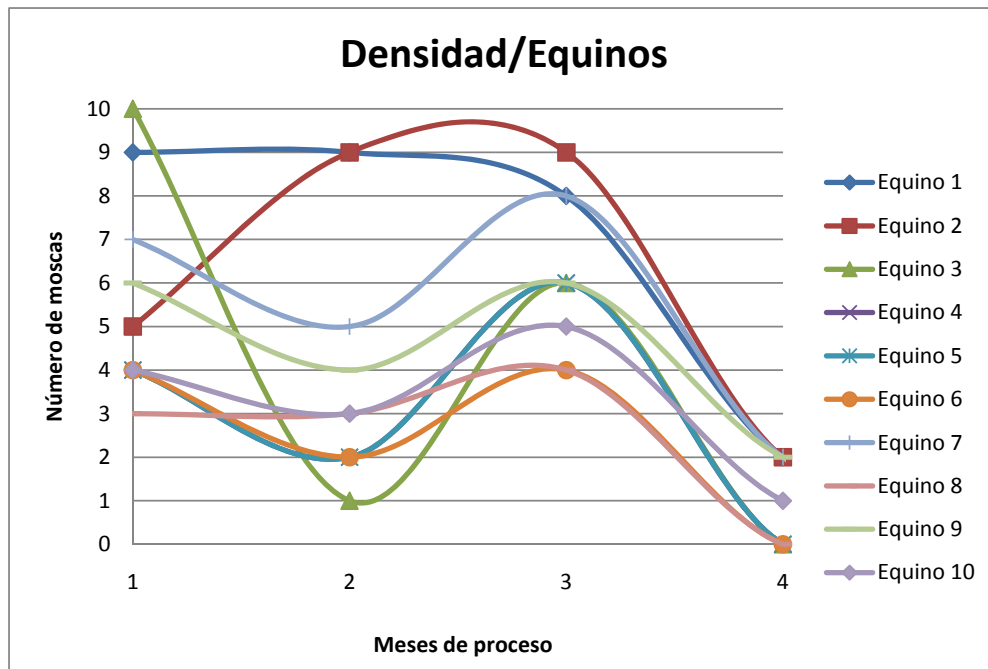
Tabla 25. Promedio General de Mosca por Equino

	Equino 1	Equino 2	Equino 3	Equino 4	Equino 5	Equino 6	Equino 7	Equino 8	Equino 9	Equino 10
Numero de moscas por animal	3	1	2	0	1	2	1	0	1	2
	2	1	1	1	0	0	1	1	2	1
	3	2	4	1	1	1	4	1	1	0
	1	1	3	1	2	1	1	1	2	1
	1	2	0	1	1	1	2	1	2	1
	3	2	0	1	1	0	2	1	1	1
	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1
	3	4	0	1	0	1	0	0	0	0
	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1
	3	4	4	1	2	2	3	2	2	2
	1	2	1	0	2	1	2	1	2	1
	2	1	0	0	1	0	1	0	1	1
	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1
	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0
PROM	2	1.785	1.214	0.714	0.857	0.714	1.571	0.714	1.285	0.928
Fuente: Autores										

Tabla 26. Promedio Mensual de Mosca por Equino

Ejemplares		Equino 1	Equino 2	Equino 3	Equino 4	Equino 5	Equino 6	Equino 7	Equino 8	Equino 9	Equino 10
Promedios		3	1	2	0	1	2	1	0	1	2
		2	1	1	1	0	0	1	1	2	1
		3	2	4	1	1	1	4	1	1	0
		1	1	3	1	2	1	1	1	2	1
	Sumatoria Mensual	9	5	10	3	4	4	7	3	6	4
	Promedio Mensual	2.25	1.25	2.5	0.75	0.8	0.8	1.75	0.75	1.5	1
		1	2	0	1	1	1	2	1	2	1
		3	2	0	1	1	0	2	1	1	1
		2	1	1	1	0	0	1	1	1	1
		3	4	0	1	0	1	0	0	0	0
	Sumatoria Mensual	9	9	1	4	2	2	5	3	4	3
	Promedio Mensual	2.25	2.25	0.25	0.8	0.5	0.5	1.25	0.75	0.8	0.75
		2	2	1	1	1	1	2	1	1	1
		3	4	4	1	2	2	3	2	2	2
		1	2	1	0	2	1	2	1	2	1
		2	1	0	0	1	0	1	0	1	1
	Sumatoria Mensual	8	9	6	2	6	4	8	4	6	5
	Promedio Mensual	2	2.25	1.5	0.5	1.5	0.8	2	1	1.5	1.25
		1	1	0	0	0	0	1	0	1	1
		1	1	0	1	0	0	1	0	1	0
Sumatoria Quincenal	2	2	0	1	0	0	2	0	2	1	
Promedio Quincenal	1	1	0	0.5	0	0	1	0	1	0.5	
PROMEDIO TOTAL	2	1.785	1.214	0.714	0.857	0.714	1.571	0.714	1.285	0.928	
Fuente: Autores											

Figura 78. Densidad poblacional – Total Equinos, Escuela de Equitación del Ejército Nacional



Fuente: Autores

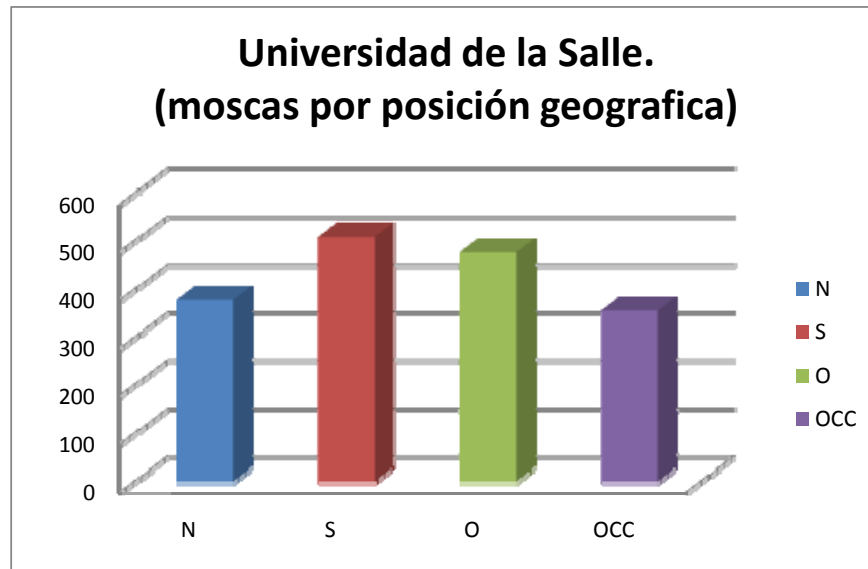
De acuerdo con la tabla (28) podemos observar una tendencia uniforme en el comportamiento de la mosca de cada uno de los equinos durante las 14 semanas del proceso, en la Figura 78 para el 1 y 2 mes disminuye la población de mosca en 7 de los 10 equinos debido a la iniciación del proyecto que incluye la conformación de pila y compostaje, control de la guanera al ser tapada con un plástico negro para evitar que la mosca desove y a la organización en el transporte del guano restante, en cuanto a los 3 equinos restantes que presentaron aumento o comportamiento constante la población inicial de mosca se debe para el 1 equino a la cercanía de la guanera, para el equino 2 por el color de su pelaje (mezcla de tres colores, blanco, negro y rojo) específicamente el color blanco en sus extremidades y para el equino 8 por conteo antes de la limpieza de la pesebrera y un cambio de la misma a un lugar más cercano a la guanera foco de explosión poblacional.

Para el 3 mes del proceso la población de mosca aumenta de forma general para todos los equinos causado por la acumulación y destape de guano en el sitio de disposición final. En la finalización del muestreo para el mes 4 se mantiene una población en un rango de 0-2 moscas en los 10 equinos, para los equinos 3, 4, 5, 6, 8, 10 se presentó una cifra final de 0 moscas debido a las características de los ejemplares los cuales representan un solo grupo de color de pelaje oscuro (castaños y zainon), a la limpieza y distancia de sus pesebreras a la guanera. Para los equinos 1, 2, 7, 9 se presentó una cifra final de 1 mosca, a pesar factores como la cercanía de sus pesebreras a la guanera y el color claro de sus pelajes, es un resultado satisfactorio en el desarrollo del proyecto.

9.9 COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL *Stomoxys calcitrans* POR UBICACIÓN GEOGRAFICA

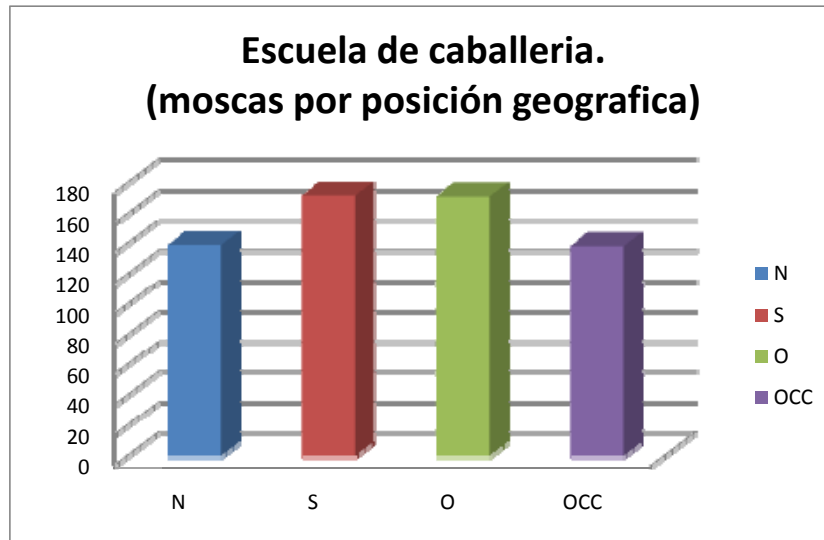
Gracias a los datos obtenidos durante las mediciones discriminados por ubicación geográfica de moscas adultas se realizó un análisis de preferencias por ubicación geográfica de la mosca *Stomoxys calcitrans*, como un análisis complementario del comportamiento de la mosca.

Figura 79. Promedio de moscas encontradas por ubicación geográfica, Universidad de la Salle.



Fuente: Autores

Figura 80. Promedio de moscas encontradas por ubicación geográfica, Escuela de Equitación.



Fuente: Autores

Como se aprecia en las figuras (79) y (80) de acuerdo a los datos monitoreados durante la investigación, se puede observar que las moscas presentan una preferencia marcada en los dos lugares de estudio por las posiciones de sur y oriente, debido a las condiciones del monitoreo es evidente que la mosca prefiere el oriente debido a que en las horas del monitoreo 9:00 a.m., el sol sale por el oriente brindando las condiciones que busca la mosca para reposar luego de haberse alimentado, la posición sur pudo verse influenciada a la posición del material de oviposición, en los dos sitios de estudio el material se encontraba al lado sur de la posición de las trampas, en este caso se podría sugerir tener un área mayor de exposición en las ubicaciones sur y oriente en caso de requerirse un control por medio de trampas o un control combinado de trampas y manejo de excretas, estas ubicaciones, deberán tener una mayor cantidad de adherente y una mayor área expuesta para que la mosca se pose.

En cuanto a la problemática encontrada, con la comparación de los dos sitios de estudio, en las graficas anteriores utilizando el número de moscas promedio encontradas por lugar de estudio, se puede observar en este punto que la problemática mayor de moscas se encuentra en la Universidad de la Salle, pese a tener un número menor de animales, la diferencia entre la escuela de equitación es muy significativa, en la Escuela de Equitación, el número máximo encontrado en promedio de moscas es de 160 mientras en la Universidad de la Salle el número máximo encontrado es de 500 moscas, en este punto es claro la importancia del manejo del residuo (excretas), la Escuela de Caballería cuenta con personal suficiente que se encarga de manera diaria de realizar la limpieza de los establos y áreas comunes de esta manera el residuo no se encuentra disperso ni presenta las condiciones ideales para crear focos desordenados de reproducción, en comparación, en la Universidad de la Salle, el personal es escaso y en ningún caso se tiene definido la realización de limpieza de sitios comunes, es una práctica común realizar montones de excretas sobre pasto brindando las condiciones ideales de reproducción, es por esto que el manejo cultural de una plaga es tan importante para su control.

9.10 VALIDACIÓN PROTOCOLO DE MANEJO DE RESIDUOS DE EXCRETAS ANIMALES A TRAVES DE COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE.

Se determino el número de aciertos en el pre-test y post-test creando una base de datos de dos muestras relacionadas, a las cuales se les realizo la prueba Wilcoxon (de estadística no paramétrica) el cual ayuda a evaluar diferencias significativas entre dos pares de datos relacionados (numero de aciertos pre-test y numero de aciertos post-test, mediante la utilización del programa Statgraphics centurión, verificando la hipótesis aquí planteada:

Mediana = 0

Indica que en la aplicación de pre-test y post-test los valores de aciertos fueron iguales por lo cual no se evidencia ningún aporte del material entregado.

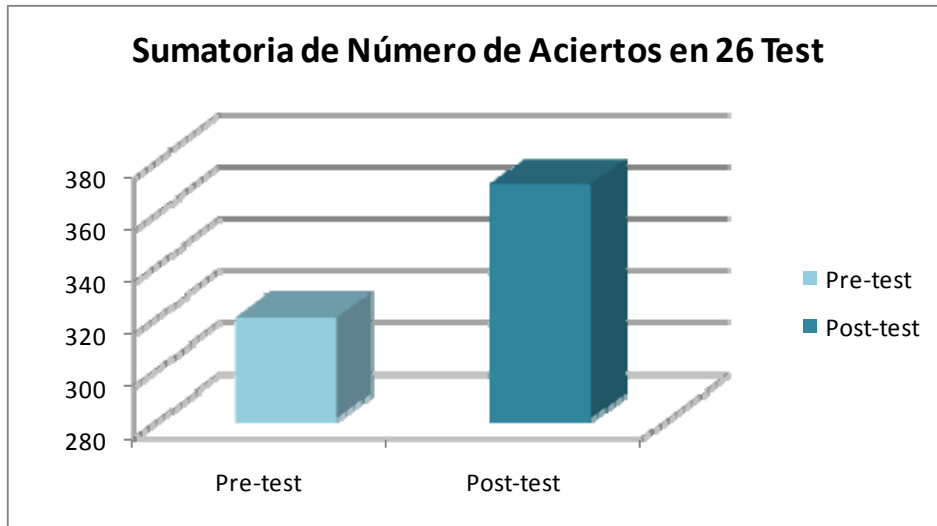
Tabla 27. Resultados de aciertos en pruebas realizadas

Personas	Numero de aciertos	
	Pre-test	Post-test
1	12	15
2	14	15
3	14	15
4	13	15
5	15	14
6	13	15
7	14	15
8	14	15
9	13	15
10	11	15
11	7	13
12	7	14
13	14	15
14	13	14
15	5	11
16	5	12
17	14	14
18	14	15
19	14	14
20	13	15
21	12	13
22	15	15
23	13	14

24	14	14
25	12	13
26	14	15

Fuente: Los Autores

Figura 81. Promedio de moscas encontradas por ubicación geográfica, Escuela de Equitación.



De acuerdo a los resultados podemos apreciar en la grafica el aumento en número de aciertos obtenidos luego del análisis de la cartilla por parte de las 26 personas, sin embargo se aplico una prueba de estadística no paramétrica para comprobar las observaciones obtenidas de los datos analizados.

9.10.1 Prueba de Wilcoxon para la evaluación de los resultados obtenidos.

Descripción de los datos

26 valores con rango desde 1.0 a 7.0

Promedio = 1.96

Desviación estándar = 2.21

Mínimo = -1.0

Máximo = 7.0

Rango = 8.0

Curtosis estandarizada = 0.8087

El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado de datos proveniente de una distribución normal por lo cual el análisis de Wilcoxon es apropiado en este caso.

Prueba de Wilcoxon (valor de t)

Desviación Estándar de la Muestra = 2.21776

Prueba t

Hipótesis Nula: mediana = 0.0

Estadístico t = 4.50992

Valor-P = **0.000133197**

Se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

Se rechaza la hipótesis de que la media de los valores de post-test – pre-test es igual a cero versus la hipótesis alterna de que la mediana no es igual a cero. Debido a que el valor de P es menor a 0,05 se puede rechazar la hipótesis nula con una confianza de 95 %. Indicando que en realidad el material suministrado apporto para lograr un mayor número de aciertos en las pruebas de post-test.

10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- El análisis estadístico de efectividad para la Universidad de La Salle no presento valores de efectividad salvo para las larvas en el material de heces, en los demás casos el tratamiento no fue efectivo, estos resultados se debe principalmente al incorrecto funcionamiento del proceso de vermicompostaje debido a que de manera tradicional el manejo de excretas se venía realizando de una manera incorrecta y los cambios propuestos requerían más trabajo por parte del personal encargado de la recolección de las heces, razón por la cual en varias ocasiones se repetían acciones que no eran las correctas para el manejo del residuo, es importante resaltar que aun la efectividad no se haya determinado, la reducción en el número de moscas si fue un valor claro en cada caso, tanto para moscas maduras como para estadios inmaduros, en caso de realizar un control más riguroso, es muy probable que los valores de efectividad se logren mediante la técnica acá expuesta.
- El análisis estadístico de efectividad de tratamiento para la escuela de Equitación del Ejército Nacional arrojó valores de efectividad positivos para los parámetros de moscas adultas en trampas en la zona cerca de la fuente de reproducción, larvas y pupas en material y un valor negativo de efectividad para moscas en animales y moscas adultas en la trampa de la zona social, en general el valor encontrado de P para la Escuela de Equitación nos permite determinar que es este sitio de estudio el tratamiento logro la reducción del número de moscas encontradas, corroborando la efectividad en la reducción de la densidad poblacional de estadios maduros e inmaduros y disminuyendo la problemática inicial encontrada, en cuanto a los valores de P encontrados como no efectivos, para la trampa cercana al área social, no es tan significativo para el estudio debido a la poca incidencia de la mosca en este punto del muestreo como si ocurría en los puntos cercanos al foco de reproducción, el numero de moscas encontrado en los animales es muy relativo, depende en este caso de la limpieza de los establos o a la cercanía de estos al sitio de reproducción de *Stomoxys calcitrans*.
- El análisis climático de precipitación en la ciudad se determino a través de las isoyetas que el valor de precipitación en los dos lugares de estudio es similar, haciendo validos la utilización de los datos de precipitación y temperatura tomados en la Universidad de la Salle para el análisis de los dos sitios de estudio, sin embargo es importante aclarar que debido a la mayor cercanía de la escuela de Equitación al cerro oriental los valores de precipitación en este caso se esperan sean un poco mayores que los encontrados en la Universidad de La Salle.
- A través de la investigación los parámetros de control tanto para las pilas de compostaje como para las camas de vermicompostaje en los dos sitios de estudio, se comportaron de la manera esperada según lo indicado en la literatura, exceptuando algunos casos en las que las interferencias humanas lograron una variación pequeña en los datos encontrados, Ej.: descubrimiento del material. Pero en general los valores encontrados eran lo esperados por lo cual el proceso se

considera que se realizo de la manera más conveniente para no afectar los datos encontrados con una nueva variable.

- El número de moscas adultas se ve influenciado por la precipitación, según diversos estudios la mosca presenta un aumento en su población en épocas de lluvia y posterior descenso en épocas de temperaturas altas, en este caso para la Universidad de la Salle, sitio 1, el comportamiento de la moscas se encuentra directamente relacionados con la influencia de la precipitación, a medida que la precipitación aumenta el número de moscas también lo hace, pero a partir de la semana 11 como se aprecia en la Figura 55 el número de moscas encontrado no se ve relacionado con la precipitación sino con un factor externo en este caso es el control de los sitios de reproducción, ya que a pesar que la precipitación tiene un incremento el número de moscas presenta una disminución significativa a lo largo de las últimas semanas. Para el sitio dos, el comportamiento es muy similar, al comienzo de la investigación se hace evidente la relación del número de moscas con la precipitación del lugar, sin embargo en la semana 11 de la Figura 5, a pesar de encontrar un aumento en la precipitación el número de moscas adultas encontrado disminuye, exceptuando en este caso la última semana que presenta un aumento por una interferencia externa, en esta semana de medición se realizaban actividades con un número significativo de animales en las inmediaciones de la ubicación de la trampa por lo cual el número aumento considerablemente en este punto. En general para la Universidad de la Salle se encontró una tendencia a disminuir el número de moscas adultas encontradas pero debido a interferencias en el manejo del residuo no se encontró una reducción tan significativa como en la Escuela de Equitación.
- El número de moscas adultas encontrado en la Escuela de Equitación del Ejército Nacional, en el área social, Figura 59 presenta un comportamiento a partir de la semana 6 independiente de los factores climáticos y altamente influenciado por el tipo de manejo que se realiza al residuo, en este caso la precipitación presenta valores altos durante las 8 últimas semanas de la investigación pero el número de moscas presenta una disminución situación inversa a la esperada de manera natural, indicando la interferencia del control por vermicompostaje en el comportamiento de la mosca *Stomoxys calcitrans*. Para el sitio 2, Figura 60, el comportamiento es muy similar, a pesar que la precipitación aumenta el número de moscas disminuye, hasta finalmente encontrar valores por debajo de las 200 moscas por trampa en contraste con los valores iniciales de 2400 moscas por trampa.
- Los valores de temperatura no son tan representativos para el análisis ya que la fluctuación de los valores no son tan significativas, la temperatura tiene un rango de 14,2 a 14,8 por lo cual no se notan gran diferencia entre los valores encontrados de moscas adultas y los cambio de temperatura, sin embargo el comportamiento debe ser similar al de la precipitación de manera inversa.
- El material encontrado de manera inicial presentaba las condiciones ideales para la oviposición de la mosca *Stomoxys calcitrans* lo que se constata a través de el numero de larvas y pupas encontrado de manera inicial el cual fue superior a 70

en larvas y pupas y en los dos lugares de estudio, a medida que el material se cubrió, se realizaron pilas, la temperatura aumento, la humedad disminuyo, la producción de gases aumento entre otros factores el valor disminuyo hasta no encontrar más de 5 larvas y pupas en el material controlado a través de los procesos de vermicompostaje.

- Comparando los dos casos de estudio se nota la clara diferencia en la problemática identificada en los dos sitios de manera inicial y a lo largo de la investigación, la Escuela de Equitación del Ejército Nacional ha manejado el residuo de una mejor manera que en la Universidad de La Salle, esto se ve reflejado en los valores de densidad estimados a lo largo de la investigación en el caso de numero de moscas encontradas en las extremidades de los animales mientras en la Universidad de La Salle, se alcanzaron valores hasta de 50 individuos por equino, en la Escuela de Equitación del Ejército Nacional el valor no supero los 10 individuos por equino, según la literatura un valor superior a 15 moscas por equino comienza a considerarse una problemática en la explotación pecuaria, en este caso se indicaría que para la Universidad de La Salle existe una problemática evidente que afecta la tranquilidad y bienestar de los animales mientras que en la Escuela de Equitación esta problemática no existe
- Al comienzo de la implementación del manejo de residuos, el comportamiento de la mosca *Stomoxys calcitrans* no se encuentra relacionada de manera directa con el comportamiento de la temperatura atmosférica o humedad (inversa a la temperatura). Durante las semanas de monitoreo sin intervención la mosca presenta una relación con la temperatura, pero la relación no es directa, se ve influenciada por otras variables como son el número de animales presentes y el manejo del residuo.
- El lugar de disposición de residuos influye en la densidad poblacional encontrada, entre más cercano al sitio de disposición de residuos se encuentren los animales pastando tendrán un mayor número de moscas en sus extremidades interfiriendo en sus hábitos de pastoreo.

11. CONCLUSIONES

- El control de sitios de reproducción, mediante técnicas de compostaje y vermicompostaje reduce de manera significativa el número de moscas encontradas en las explotaciones pecuarias, disminuyendo la problemática que genera *Stomoxys calcitrans* en cuanto a la producción y el bienestar de los animales y las personas.
- La reducción del número de larvas y pupas fue la medida significativa para comprobar la efectividad del tratamiento, asegurando así la reducción en la población de adultos y un control de la población en general de *Stomoxys calcitrans*, gracias a las técnicas de compostaje y vermicompostaje implementadas.
- El número de moscas por animal está directamente asociado a la cercanía de los animales al lugar de disposición de residuos, es notable que entre más cercanos al lugar mayor número de moscas presentaron, por esta razón es aconsejable que las zonas de pastoreo se encuentren alejadas de los sitios de disposición de residuos.
- La limpieza y manejo de residuos está relacionada con la densidad de moscas por animal, si los animales se encuentran estabulados y se realiza limpieza periódica a las pesebreras, el número de moscas que afecta a los animales es menor (caso escuela de equitación), aplicando técnicas apropiadas de manejo de residuos tales como compostaje y vermicompostaje la densidad de moscas por animal también se ve reducida significativamente.
- La realización de procesos de vermicompostaje previo compostaje no representa una mejora significativa en el control de *Stomoxys calcitrans* pero sí en la calidad del material obtenido; si la razón principal de la implementación es el control de este tipo de moscas es suficiente con el proceso del compostaje, en este caso se evita problemas de implementación, tiempo y personal disponible para el proceso adicional de vermicompostaje.
- La ejecución de este tipo de control no representa ningún tipo de amenaza ambiental o de bienestar en los animales expuestos a *Stomoxys calcitrans* como si ocurre con la utilización de controles químicos; por el contrario ha demostrado ser una medida efectiva en la reducción de *Stomoxys calcitrans* teniendo un beneficio adicional al generar un producto a partir de un desecho problema, este producto en el caso de la Escuela de Equitación se utilizó como abono orgánico en la plantación de árboles en zonas comunes, dando un resultado favorable en el crecimiento de dichos árboles.
- Mantener cubierto el material a compostar es un punto importante en la implementación, se evidenció durante la investigación que si el material se encuentra descubierto el número de moscas aumenta significativamente

impidiendo comprobar la efectividad del método implementado. Mantener el material cubierto impide el paso de la mosca para la oviposición, mayor concentración de CO² pasos que evidentemente redujeron el número de larvas y pupas encontrado en las pilas de compostaje comparadas con el material inicial.

- A través de este tipo de control es posible reducir la incidencia de moscas adultas en animales, logrando así evitar las molestias generadas por su presencia en las explotaciones pecuarias, luego de la implementación del método de control en los dos sitios de estudio el número de moscas encontrado no superó el límite de tolerancia por animal.
- El control de *Stomoxys calcitrans* mediante métodos culturales, es decir a través de un proceso juicioso de organización, requiere la apropiación por parte de todas las personas involucradas de una u otra forma en el proceso, todo el personal que se encuentre relacionado con el manejo de las excretas de los animales, deben recibir una capacitación pertinente y deberán realizar ciertas labores que requieren un trabajo diario, dedicación y tiempo, de no ser así, la metodología propuesta aquí, no funcionará en la misma medida y puede llegar hasta verse incrementado la densidad poblacional de la mosca, aunque la intención sea la opuesta. Este caso se aplica en especial a la Escuela de Equitación donde el compromiso del personal fue determinante para lograr la efectividad del método de control, al comparar los dos lugares de estudio es evidente que el tipo de manejo, la constancia y compromiso incide en los resultados propuestos.
- A través de la validación de la cartilla se comprobó que el material acá contenido Anexo 2, aclara conceptos y ayuda en la comprensión de variables importantes para la implementación del control aquí propuesto, de acuerdo a los resultados de una muestra de diversos profesionales y estudiantes se determinó que el material está redactado de tal manera que se encuentra al alcance de todos su comprensión y posterior replicación de la experiencia en lugares con una problemática similar.

BIBLIOGRAFIA

- A. ROMERO, A BRONCE y L. ZUREK, role of bacteria in the oviposition behaviour and larval development of stable flies, departamento de entomologia, Universidad del estado de Kansas, US.A, 2006, En: Journal compilation 2006 The Royal Entomological Society. 20, 115-121.
- Foil L D Hugest J A., Biology and control of tabanids, Stable flies and horn flies Rev. Sci Tech Off Int Epiz 13(4) 1125-1158, 1994.
- BENAVIDES ORTIZ, Efraín, Explosión poblacional de la mosca del establo, *Stomoxys calcitrans* en el hato de la Floresta, Bogotá. Universidad de la Salle, 2010.
- BENAVIDES ORTIZ, Efraín, TORIJANO FORERO, Paola y ORTIZ BEDOYA, Rubén, Diseño y uso de trampas con adherente para el control de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans* en la Sabana de Bogotá, Colombia.
- BRADLEY MULLENS y NYLES G, Peterson, Department of Entomology, University of California, Riverside, En: Journal Med. Entomology 42(4), 705-708 (2005)
- COLOMER MENDOZA, Francisco José y GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. Tratamiento y gestión de residuos sólidos, Universidad politécnica de Valencia, México, Editorial Limusa, 2009, Pág. 198-199.
- CRUZ-VÁZQUEZ, C, VITELA RAMOS y QUINTERO-MARTÍNEZ, Presencia de estiércol.
- GLUGLUIEMONED , VOLPOGNI, QUAINO, ANZIANI Y MANGOL, La abundancia de la mosca de los establos en las vacas tratadas para el control de la mosca con aretes impregnados de organofosforados, 2004
- CRUZ, RAMOS y QUINTERO, Presencia de estiércol e infestación por mosca del establo, *Stomoxys calcitrans*, México
- D.H.TODD, The biting fly *Stomoxys calcitrans* (L) in dairy herds in New Zealand, department of scientific and industrial research, Palmerston north, En: N.Z. Journal Agric. Res. 7, 60-79, 1963
- GUGLIELMONE, VOLPOGNI, QUAINO, ANZIANI y MANGOLD, Abundance of stable flies on heifers treated for control of horn flies with organophosphate impregnated ear tags, Instituto nacional de tecnología agropecuaria, Santa Fe, Argentina, En: Medical and Veterinary Entomology (2004) 18, 10-13
- HERMS, William B., Medical and veterinary entomology, The Macmillan company, New York, 1915, Pág. 23.
- HOLDSWORTH, VERCRUYSEE, REHBEIN, DE BRUIN y GREEN, World association for the advancement of veterinary parasitology (W.A.A.V.P) guidelines for evaluating the efficacy of ectoparasitides against biting and nuisance flies on ruminants, En: Elsevier veterinary parasitology 136, (2006) 3-13.
- MRAMBA, BRONCE y ZUREK, Vector competence of stable flies, *Stomoxys calcitrans* L. (Diptera: Muscidae), for *Enterobacter sakazakii*, En: Journal of vector ecology, vol 32, N° 1, 134-139.

- VITELA, Irene y CRUZ-VÁZQUEZ, Carlos, A note on the effect of controlling Stable Flies (*Stomoxys calcitrans*) in the resting activity and pen distribution of dairy cows, 2006, En: Journal of applied animal welfare science, 9(3), 241-248
- LAZCANO, GOMEZ y DOMINGUEZ, Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure, 2008.
- MRAMBA, BROCE y ZUREK, Competencia del Vector de *Stomoxys calcitrans* (Dipteria: Muscidae), para *Enterobacter sakazakii*, 2007

Cibergrafía

- http://www.lombricultivosdeelvalle.blogspot.com/2009_03_01_archive.html
Lombricultivos del valle.
- http://www.inalmet.com/index.php?option=com_content&view=article&id=36:supert-ramp-piramidal&catid=8:trampas&Itemid=31 compañía de mediciones e implementos agrícolas.

ANEXO 1

FORMATO DE PRE TEST – POST TEST

Nombre: _____

Código: _____

Carrera: _____

Semestre: _____

1. ¿Qué es *Stomoxys calcitrans*?
 - A. Un tipo de avispa
 - B. Un tipo de mosca
 - C. Un título de un libro
 - D. Un método de compostaje

2. ¿Cuáles son los daños que ocasiona *Stomoxys calcitrans*?
 - A. Disminución en la producción de lechera y transmisión de enfermedades
 - B. Propicia la aparición de vectores y malos olores
 - C. Descompone la materia orgánica
 - D. Uso excesivo de medicamentos

3. ¿Qué es el compostaje?
 - A. Un nuevo tratamiento contra parásitos
 - B. Una forma de disminuir malos olores
 - C. Proceso de descomposición controlada de materia orgánica
 - D. Una forma de mejorar rendimientos lecheros

4. ¿Cuál es la característica de la fase termógena en el compostaje?
 - A. Una elevación de la humedad en la pila de compostaje
 - B. Una elevación en la temperatura de la pila de compostaje
 - C. Una elevación en el pH de la pila de compostaje
 - D. Una disminución de la humedad de la pila

5. ¿Excretas de animales domésticos se pueden compostar?
 - A. Si
 - B. No
 - C. Solo excretas de perros
 - D. Solo excretas de gatos

6. ¿Cuáles materiales se pueden compostar?
 - A. Excretas de perros, gatos, y materiales sintéticos
 - B. Excretas de caballos, vacas y alimentos preparados
 - C. Excretas de caballos, vacas y material orgánico
 - D. Material orgánico y aceites

7. ¿Qué significa C/N?
 - A. Cobre / Nitrógeno
 - B. Carbono / Nitrógeno
 - C. Corazón / Numero de moscas
 - D. Carbono / Numero de moscas

8. ¿Qué parámetros primordiales para el control del compostaje se deben tener en cuenta?
 - A. pH, Temperatura y Aireación
 - B. Temperatura, Inseminación lombrices y pH
 - C. Relación C/N, pH, Temperatura y Humedad
 - D. Relación C/N, volteo, Temperatura y pH

9. ¿Cuál es la diferencia entre compostaje y vermicompostaje?
 - A. El primero no utiliza microorganismos y el segundo si
 - B. El primero utiliza microorganismos y el segundo lombrices
 - C. El primero utiliza microorganismos y el segundo no
 - D. El primero utiliza lombrices y el segundo no

10. ¿Qué beneficios trae el compostaje?
 - A. Acidificación de suelos
 - B. Aumenta la producción del suelo para el crecimiento de cultivos
 - C. Aumenta la producción lechera de manera directa
 - D. Aumenta los residuos orgánicos en una explotación pecuaria

11. ¿Como se mide un pH?
 - A. Mediante la prueba conocida como puño
 - B. Mediante el uso de un electrodo o equipo especializado
 - C. De manera directa por el color del sustrato/ compost
 - D. Mediante una diferencia de pesos

12. ¿Cómo iniciar el proceso de compostaje?
 - A. Haciendo montones de excretas sobre el pasto
 - B. Haciendo montones de excretas y mojándolos
 - C. Haciendo pilas de pequeños volúmenes
 - D. Realizando pilas de un tamaño determinado y cubriéndolas con plástico

13. ¿Dónde se puede ubicar un lugar para realizar compostaje?
 - A. Cerca de una fuente de agua
 - B. Alejado de la vivienda con buena ventilación y drenaje
 - C. Sobre terrenos inundables
 - D. Cerca de los animales en una explotación pecuaria

14. ¿Por qué se encuentra pupas y larvas de *Stomoxys calcitrans*?
 - A. Por que el material tiene exceso de humedad y no esta cubierto

- B. Por que el material es demasiado seco
- C. Por que el material esta cubierto
- D. Por que el material tiene restos de papeles y cáscaras de frutas

15. ¿Para disminuir población de moscas lo que es más aconsejable es?

- A. Fumigar cada dos meses
- B. No realizar limpieza de pastos o amontonar las heces a la intemperie
- C. Manejar de manera adecuada las excretas mediante procesos de compostaje
- D. Fumigar los animales ya que las moscas se posan en ellos

ANEXO 2

CARTILLA PARA EL CONTROL DE *Stomoxys calcitrans* MEDIANTE COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE DE RESIDUOS AGRICOLAS