

EVALUACIÓN DEL EFECTO INSECTICIDA DEL EXTRACTO DE *Citrus sinensis*
(NARANJA DULCE) SOBRE ADULTOS DE *Musca domestica* EN CONDICIONES DE
LABORATORIO Y PRUEBA DE APLICACIÓN AL EXTERIOR.



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

JESSICA DANIELA BELLO FANDIÑO

ANGIE PAOLA VELASCO MENDEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
TECNOLOGÍA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL
BOGOTÁ

2019

EVALUACIÓN DEL EFECTO INSECTICIDA DEL EXTRACTO DE *Citrus sinensis*
(NARANJA DULCE) SOBRE ADULTOS DE *Musca domestica* EN CONDICIONES
LABORATORIO Y PRUEBA DE APLICACIÓN AL EXTERIOR.

JESSICA DANIELA BELLO FANDIÑO
Cód. 20151085050

ANGIE PAOLA VELASCO MENDEZ
Cód. 20151085058

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE INVESTIGACION, PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE TECNOLOGAS EN SANEAMIENTO
AMBIENTAL

Director:

DIEGO TOMAS CORRADINE MORA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
TECNOLOGÍA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL
BOGOTÁ
2019

Nota de aceptación:

Firma del director

Firma del jurado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios y a nuestros padres, la fuerza y el apoyo para lograr este proceso, la confianza y la lealtad a nuestros conocimientos en todo el recorrido por nuestra carrera.

A nuestro director de tesis Diego Tomas Corradine por ser nuestro guía, por compartirnos sus conocimientos, brindarnos su tiempo y su apoyo durante todo este largo transcurso, por entregarnos su confianza y creer en nosotras.

A Jairo Rojas nuestro conciliador con la comunidad de Mochuelo alto, por haber nos abierto las puertas a esta bonita vereda y por su tiempo y sus ideas aportados a este maravilloso proyecto

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	10
ABSTRAC.....	12
INTRODUCCIÓN.....	14
1. OBJETIVOS.....	16
1.1 Objetivo general	16
1.2 Objetivos específicos	16
2. MARCO TEORICO	17
2.1 Mosca domestica (<i>Musca domestica</i>) (Linneaus 1758)	17
2.1.1 Hábitos de la <i>Musca domestica</i>	20
2.1.2 Poblaciones de esta especie	21
2.2 Distribución geográfica de la <i>Musca domestica</i>	22
2.3 Acción Patógena	22
2.4 Tipos de control para <i>Musca domestica</i>	23
2.4.1 Control Químico:	23
2.4.2 Control Biológico:	23
2.4.3 Control Físico:	24
2.4.4 Control Integrado:.....	24
2.4.5 Control cultural:	24
2.4.6 Cascara de <i>Citrus sinensis</i> como insecticida (Cascara de Naranja):.....	24
2.4.6.1 Aceite esencial de la <i>Citrus sinensis</i>	25
2.5 <i>Citrus sinensis</i>	25
2.5.1 Clasificación científica	26
2.5.2 Composición química.....	26
2.6 Relleno Sanitario Doña Juana.....	27
3. ANTECEDENTES.....	31
4. METODOLOGIA	34
4.1 Fase experimental laboratorio	34
Preparación de disoluciones	35

4.2	Fase experimental (Al exterior).....	36
4.3	Fase de Análisis.....	38
5.	RESULTADOS Y ANALISIS.....	41
5.1	Bioensayos en laboratorio (Método de aspersión para adultos).....	41
	Análisis descriptivo exploratorio: Adultos de <i>Musca domestica</i> por el método de aspersión ...	41
5.1.2	Análisis ANOVA exposición a 48 h adultos	46
5.1.3	Modelo de regresión Probit.....	49
5.1.4	Coefficiente de variación (C.V.)	49
5.2	Bioensayos en aplicación al exterior – Vereda Mochuelo alto	50
5.2.1	Análisis descriptivo exploratorio en Finca la Esperanza (Aspersión)	50
5.2.2	Análisis descriptivo exploratorio en Porqueriza (Aspersión)	52
5.2.3	Análisis descriptivo exploratorio (Aromatización).....	53
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	55
7.	CONCLUSIONES.....	60
8.	RECOMENDACIONES.....	62
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	63
10.	ANEXOS.....	69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la <i>Musca domestica</i>	19
Tabla 2. Composición del aceite esencial <i>Citrus sinensis</i>	25
Tabla 3. Clasificación taxonómica de <i>Citrus sinensis</i>	26
Tabla 4. Tipos de análisis empleados y escenarios de evaluación para el extracto.	39
Tabla 5. Mortalidad en adultos de <i>M. domestica</i> por método de aspersión- exposición a 48 h.....	47
Tabla 6. Análisis de varianza, Prueba ANOVA de un factor para adultos por el método de aspersión (IBM SPSS 2017).....	47
Tabla 7. Prueba Tukey, para adultos por el método de aspersión (48h) (IBM SPSS 2017).	48
Tabla 8. Modelo Probit CL50 y CL90 para adultos por el método de aspersión.....	49
Tabla 9. Resultados de efectividad del extracto de <i>Citrus sinensis</i> aplicado en campo a diferentes concentraciones y en distintos días.	50
Tabla 10. Seguimiento de efectividad-para Adultos de <i>M. domestica</i> por el método de aspersión.	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología y ciclo de vida de la <i>Musca domestica</i>	19
Figura 2. Mapa de la distribución mundial de la <i>Musca domestica</i> , Linnaeus, 1758 (Desde el año 2005 hasta el año 2018).....	22
Figura 3. Disposición de residuos en el relleno sanitario Doña Juana.....	28
Figura 4. Zonas ocupadas en el RSDJ.....	30
Figura 5. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 10 % de extracto de <i>Citrus sinensis</i> y media calculada (Método de aspersión).	41
Figura 6. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 30 % de extracto de <i>Citrus sinensis</i> y media calculada (Método de aspersión).	42
Figura 7. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 40 % de extracto de <i>Citrus sinensis</i> y media calculada (Método de aspersión).	43
Figura 8. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 50 % de extracto de <i>Citrus sinensis</i> y media calculada (Método de aspersión).	44
Figura 9. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 75 % de extracto de <i>Citrus sinensis</i> y media calculada. (Método de aspersión).	45
Figura 10. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 100 % de extracto de <i>Citrus sinensis</i> y media calculada (Método de aspersión).	46

INDICE DE ANEXOS

Anexo A. Comparaciones múltiples - prueba Tukey (IBM SPSS).....	69
Anexo B. Modelo Probit (IBM SPSS) CL50 YCL90.....	70
Anexo C. Aplicación de formula HSD para prueba Tukey	71
Anexo D. Resultados crudos de la mortalidad de <i>Musca domestica</i> en condiciones de laboratorio.	72
Anexo E. Resultados de mortalidad tabulados de los bioensayos del extracto de <i>Citrus sinensis</i> en <i>Musca domestica</i> a condiciones de laboratorio en cuatro repeticiones (expresados en %).	73

RESUMEN

La mosca domestica (*Musca domestica* L) es conocida por actuar como reservorio y vector de enfermedades que inquietan a gran parte de la población mundial, debido a que esta tiene capacidad de reproducirse en lugares con condiciones no exigentes. Por lo tanto, encontrar alternativas de control a su reproducción y propagación que no afecten el medio ambiente es de vital importancia en salud pública y saneamiento ambiental. Para tal fin se desarrolló el presente proyecto, cuyo propósito es evaluar el efecto insecticida del extracto de *Citrus sinensis* (naranja dulce) para usarse como control biológico de adultos de *M. domestica* en condiciones de laboratorio y realizar una prueba de aplicación al exterior. La elaboración del extracto se efectuó en laboratorio mediante un extractor Soxhlet y un roto evaporador, al tener un litro se procedió a capturar los individuos en la Vereda Mochuelo Alto con una red y se transportaron al laboratorio para el desarrollo de bioensayos, fueron separados en jaulas entomológicas y sometidos a nueve tratamientos por aspersión con las concentraciones del extracto diluido en agua al 1%, 3%, 4%, 10%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100%, se observaron a las 0, 2, 12, 24, 36 y 48 horas, este procedimiento fue realizado cuatro veces en distintas semanas. Por otro lado, la prueba al exterior fue mediante dos técnicas, la primera aspersión se aplicó 250ml de extracto de las más altas concentraciones en días diferentes en la cocina de la casa y en una porqueriza y la segunda aromatización en la cual se usó un pebetero en la cocina de la casa con las tres concentraciones más altas en tres días diferentes, ambas pruebas con la finalidad de corroborar los resultados de laboratorio.

Los resultados de laboratorio no evidencian mortalidad en tratamientos con concentraciones como 1%, 3% y 10%. Las concentraciones desde el 20% incrementan su porcentaje de

mortalidad y al finalizar las 48 horas de exposición el extracto aplicado al 40% elimina 100% de los individuos en un tiempo menor al establecido, sin embargo, el análisis estadístico en IBM SPSS la CL50 corresponde al 60% de concentración del extracto. Al contrario, los resultados obtenidos en campo mostraron que el extracto de *C. sinensis* como insecticida no funciona de la manera esperada ya que no causa mortalidad en especímenes de *M. domestica*.

En conclusión, se puede afirmar que el extracto de *C. sinensis* al ser utilizado como insecticida tiene un nivel de alcance bajo en laboratorio y definitivamente nulo en condiciones de campo, debido a que este no causa mortalidad, sin embargo, tiene un poder de repelencia contra *M. domestica*.

Palabras claves: *Musca domestica*, bioensayos, insecticida, control biológico, *Citrus sinensis*, concentraciones, repelente, mortalidad.

ABSTRAC

The domestic fly (*Musca domestica* L) is known to act as a reservoir and vector of diseases that concern a large part of the world population, because it has the capacity to reproduce in places with no demanding conditions. Therefore, finding control alternatives to their reproduction and propagation that do not affect the environment is of vital importance in public health and environmental sanitation. For this purpose, the present project was developed, and its purpose is to evaluate the insecticidal effect of the extract of *Citrus sinensis* (sweet orange) to be used as biological control of adults of *M. domestica* in laboratory conditions and to carry out a test of application to the exterior. The elaboration of the extract was carried out in the laboratory by means of a Soxhlet extractor and a rotoevaporator, having a liter, the individuals were captured in the Path Mochuelo Alto with a net and transported to the laboratory for the development of bioassays, they were separated in cages entomological and subjected to nine treatments by spray with the concentrations of the extract diluted in water at 1%, 3%, 4%, 10%, 30%, 40%, 50%, 75% and 100%, were observed at 0, 2,12, 24, 36 and 48 hours, this procedure was performed four times in different weeks. On the other hand, the test to the outside was by two techniques, the first spray was applied 250ml extract of the highest concentrations on different days in the kitchen of the house and in a pigsty and the second aromatization in which a cauldron was used in the kitchen of the house with the three highest concentrations in three different days, both tests in order to corroborate the laboratory results.

Laboratory results do not show mortality in treatments with concentrations such as 1%, 3% and 10%. Concentrations from 20% increase their percentage of mortality and at the end of 48 hours of exposure the extract applied to 40% eliminates 100% of the individuals in a shorter time than established, however the statistical analysis in IBM SPSS the LC50 corresponds to the 60%

concentration of the extract. On the contrary, the results obtained in the field showed that the extract of *C. sinensis* as an insecticide does not work in the expected way since it does not cause mortality in specimens of *M. domestica*.

In conclusion it can be affirmed that the extract of *C. sinensis* when used as an insecticide has a low level of reach in the laboratory and definitely no field conditions, because it does not cause mortality, however, it has a repellency power against *M. domestica*.

Key words: *Musca domestica*, bioassays, insecticide, biological control, *Citrus sinensis*, concentrations, repellent, mortality.

INTRODUCCIÓN

La mosca domestica (*Musca domestica*) más conocida popularmente como mosca de la basura, es una de las especies de díptero que se encuentra en gran cantidad a nivel mundial excluyendo las regiones heladas y de gran altitud. Su supervivencia está dada a su capacidad para habitar en la mayoría de climas en condiciones no exigentes y que se relacionan con lugares como asentamientos humanos; sienten una gran atracción por zonas cercanas a excrementos y materia orgánica en descomposición ya que estos son ideales para su dieta, persistencia y reproducción, además también se alimentan de productos que comúnmente son consumidos por los humanos y que contienen proteína, agua, azúcar y almidón. Este díptero es considerado como una plaga dado que lugares como basureros abiertos de las grandes ciudades impulsan su reproducción y esta alcanza niveles exponenciales en un corto periodo de tiempo. (OPS 1962)

Musca domestica según la OMS (Organización Mundial de la Salud) es un vector de importancia tanto de salud pública como sanitaria, este espécimen puede ser el transmisor de enfermedades gastrointestinales o parasitarias en humanos y animales, dentro de las cuales se puede destacar la Miasis (Hope 1840) o gusaneras que consiste en lesiones causadas por larvas de dípteros, que infestan animales y seres humanos para alimentarse de sus tejidos vivos o muertos, produciendo invasión y destrucción de estos.(Carrasco 2009)

La mosca domestica tiene la capacidad de actuar como un vehículo mecánico para el transporte de gérmenes, bacterias, quistes de protozoos, huevos de helmintos y otros organismos patógenos desde las basuras y los lugares que estas frecuentan, hasta alimentos y bebidas que llegan a ser consumidos por el hombre y de esta manera causan afecciones graves en la salud ya que pueden transmitir un número elevado de enfermedades. (Dwight.D, *et al.*2004)

Con la presente investigación se buscó mostrar resultados favorables respecto al potencial uso de un insecticida de origen botánico a partir de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) sobre moscas domésticas adultas, el trabajo realizado incluye análisis hechos tanto a nivel de laboratorio como a nivel de campo puesto que se seleccionó un sector afectado por infestación de moscas domésticas y se realizaron una serie de ensayos al aire libre aplicando el extracto anteriormente nombrado.

El propósito principal que inspiró la realización del presente trabajo fue ser un apoyo para la población afectada por la infestación de estos dípteros que a gran escala están causando una problemática mayor en cuanto a la salud y la comodidad tanto de las personas que habitan la zona de Mochuelo Alto en la localidad de Ciudad Bolívar como de sus animales. Se tomó este lugar para trabajar ya que actualmente representa una de las mayores problemáticas del Distrito Capital, además es una valiosa oportunidad para lograr un reconocimiento no solo a nivel personal sino a nivel universitario.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto insecticida del extracto de *Citrus sinensis*, para control biológico de adultos de *Musca domestica* en condiciones de laboratorio y prueba de aplicación al exterior en la vereda de Mochuelo Alto.

1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto insecticida del extracto *Citrus sinensis* a concentraciones ascendentes desde 1%, 3%, 4%, 10%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100% para verificar una efectividad mayor del 50 % a 48 h de exposición.
- Determinar las concentraciones letales CI50 y CI90 de los extractos etanolicos de *Citrus sinensis* sobre los adultos de *Musca domestica* en condiciones de laboratorio.
- Identificar el potencial de aplicación del extracto de *Citrus sinensis*, utilizando el método de aspersión en condiciones de campo en la Vereda Mochuelo Alto y su alcance como insecticida.

2. MARCO TEORICO

Las moscas adultas tienen un tamaño aproximado de 4-8 mm de largo y alas de 13-15mm; son buenas voladoras. Su cuerpo es usualmente gris negruzco a negro y su aparato bucal está bien desarrollado. Los ojos son extensamente separados en el caso de la hembra y usualmente continuos en los machos. Las hembras depositan huevos, pero algunas especies los depositan en su primera etapa sobre un sustrato conveniente. Las larvas son lisas, cilíndricas anteriormente afiladas miden entre 6 a 8 mm de largo, y se alimentan como carroñeros, pero algunos son carnívoros sobre otros insectos en el alimento del su tarto (Robinson, 2005).

Es una plaga que se asocia comúnmente con material orgánico y la transferencia de organismos patógenos a los humanos y la comida, y en la capacidad de algunas especies a morder y chupar sangre. Muchas de estas moscas, especialmente el género *Musca*, no muerde, pero simplemente causan molestia alrededor de animales y humanos (Robinson, 2005).

Las moscas viajan de 2- 3 km de su lugar de descanso para encontrar comida o hábitats para su ovoposición, se encuentran en ambientes urbanos a menudo utilizan la basura y el excremento como fuente de alimento, han sido asociadas con los humanos por siglos. Varias especies están activas todo el año, pero se desarrollan lentamente en los meses fríos (Robinson, 2005).

2.1 Mosca domestica (*Musca domestica*) (Linneaus 1758)

La *Musca domestica* en su fase adulta es de 4-8 mm de largas, tienen cuatro franjas longitudinalmente sobre su tórax, alas translucidas En su crecimiento las larvas tienen una longitud de 12-13mm de largo de color medio amarillo con blanco; el cuerpo es liso y

ligeramente brillante. Hay un parche de pequeñas espinas ventrales entre los segmentos abdominales 1 y 7, pero ausente sobre los segmentos torácicos (Robinson, 2005).

Los espiráculos anteriores son medio amarillos con blanco y tiene seis o siete aberturas naranja-amarillo, pero no en lóbulos distintos. Los espiráculos posteriores tienen un perímetro completo y las tres aberturas son nasales. Esta es probablemente la plaga con mayor distribución, y es asociada con los humanos por todo el mundo. Esta es más abundante durante las estaciones cálidas, pero pueden en sobre invierno como adultas en regiones templadas convertirse en una plaga todo el año. En norte América y Europa es común en julio y septiembre, en sur América y Australia es común en octubre febrero y marzo (Robinson, 2005). Los huevos son depositados en un grupo de 75-150, estos son usualmente apilados en bolsas Son depositados en varios intervalos de 3-4 días, las hembras pueden depositar aproximadamente 21 grupos de huevos por 31 días después del surgimiento. Ellas necesitan un compañero solo una vez para fertilizar todos los huevos puestos en su vida. El rompimiento de los huevos es en 8 o 12 horas luego de la postura. Las larvas completan su desarrollo en 5 días, y el periodo de pupa después de 4 días, usualmente se mueve al sustrato que es más seco que su lugar de alimentación para el cambio de pupa a adulto. Las moscas adultas viven alrededor de 30 días durante los meses cálidos, pero también pueden extenderse a 60 días (Robinson, 2005).

Como fue nombrado anteriormente las características morfológicas y el ciclo de vida de una *Musca domestica* cumple con fases específicas (Ver Figura 1).

A**B****C****D**

Figura 1. Morfología y ciclo de vida de la *Musca doméstica*

(A). Vista en aumento de una postura de huevos de *Musca domestica*. [Huevos de *Musca domestica*]. Recuperado de <<http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/mosca-domestica-biologia-y-puntos-claves-para-su-manejo.html>>. (B). Morfología de una larva de *Musca domestica*. [Larva de *Musca domestica*]. Recuperado de <<http://insect-zone.blogspot.com/2008/>>. (C). Estructura externa de una pupa de *Musca domestica*. [Pupa de *Musca domestica*]. Recuperado de <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/BENEFICIAL/WASPS/Muscidifurax_raptor.htm>. (D). Morfología de una hembra Adulta de *Musca domestica*. [Adulta *Musca domestica*]. Recuperado de <<http://texterfeed.com/controlmosca/>>.

También es importante conocer la taxonomía correspondiente para la conocida Mosca doméstica (ver Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la *Musca domestica*.

Reino	Metazoa
Phylum	Arthropoda

<i>Clase</i>	Insecta
<i>Orden</i>	Diptera
<i>Familia</i>	Muscidae
<i>Género</i>	<i>Musca</i>
<i>Especie</i>	<i>domestica</i> (Linneaus 1758)

2.1.1 Hábitos de la *Musca domestica*

En hibernación ocurre como una larva, pupa o un adulto; en lugares protegidos y húmedos, los adultos pueden vivir desde octubre hasta abril. La distancia potencial para la dispersión de adultos es de 27-1080 m en hábitats urbanos, y de 270-1530 m en hábitats rurales, pero se ha registrado una distorsión de 9 km. En las localidades urbanas, la distancia habitual recorrida por *M. domestica* es de aproximadamente 400 m. Los adultos son inactivos en temperaturas por debajo de 7.2 °C, y las temperaturas por debajo de 0 °C son letales (Robinson, 2005).

La actividad de adultos es diurna y alcanza un pico entre las 10:00am y 2:00pm, que generalmente corresponde a la parte más caliente y más seca del día. Los adultos están inactivos y en reposo durante la noche. El vuelo ocurre a una temperatura de 11.6 °C, y alcanza la intensidad máxima a 32.2 °C. Por encima de 32.2 °C, el vuelo declina rápidamente y cesa en el punto de muerte térmica de 44.4 °C. Las temperaturas altas y bajas son letales para los adultos de *M. domestica* cuando la humedad es alta. Los adultos viven más tiempo a 15-5 °C y 42-55% de RH, y requieren dos o tres comidas líquidas por día. Sus piezas bucales de esponja los restringen a utilizar líquidos o alimentos solubles en secreciones salivales. Las fuentes de alimentos para adultos incluyen leche, azúcar, sangre y otras sustancias, como heces y materia orgánica en descomposición; una fuente de agua también es importante. Las moscas adultas no

emergen de pupa cuando se exponen a temperaturas inferiores a 11 °C durante 20 días, o a 8.8 °C durante 24 horas (Robinson, 2005).

Las larvas de *M. domestica* sobreviven mejor en mezclas compuestas de material vegetal en descomposición enriquecido con estiércol o material animal, que es la fórmula básica para la basura doméstica. Las larvas prefieren el estiércol de los cerdos, caballos y humanos al de las vacas. La asociación a largo plazo entre *M. domestica* y la producción de basura en el hogar humano da a esta especie un futuro seguro en el entorno urbano. (Robinson, 2005).

2.1.2 Poblaciones de esta especie

Existen diferencias morfológicas entre las poblaciones de *M. domestica* en todo el mundo. *M. d. nebulo* y *M. d. vicina*, a veces llamada mosca doméstica egipcia, son dos subespecies notables. *M. d. nebulo* es una mosca doméstica común en toda la región ecológica etíope, y se encuentra en mercados y casas al aire libre, y es la mosca doméstica más común en el sur de la India. *M. d. vicina* se reproduce principalmente en estiércol de caballo en zonas rurales, a veces llamada mosca doméstica egipcia.

En el desarrollo de resistencia a insecticidas, la mosca doméstica es una de las especies de plagas más mutables. Tiene la capacidad de desarrollar resistencia a representantes de todas las clases principales de insecticidas químicos. Todos los mecanismos relacionados con la resistencia, que incluyen una mayor degradación metabólica, disminución de la sensibilidad del sitio objetivo, tasas reducidas de penetración cuticular, secuestro de sustancias tóxicas y cambios de comportamiento que permiten evitar los residuos tóxicos, se han demostrado en esta especie. En muchos casos, varios de estos factores de resistencia existen concurrentemente. (Robinson, 2005).

2.2 Distribución geográfica de la *Musca domestica*

La mosca doméstica es un insecto de distribución mundial (ver *Figura 2*), a excepción de las regiones árticas y las altitudes mayores, donde el frío permanente excluye no sólo a las moscas, sino a los animales que pueden ser el sustrato adecuado para su desarrollo.

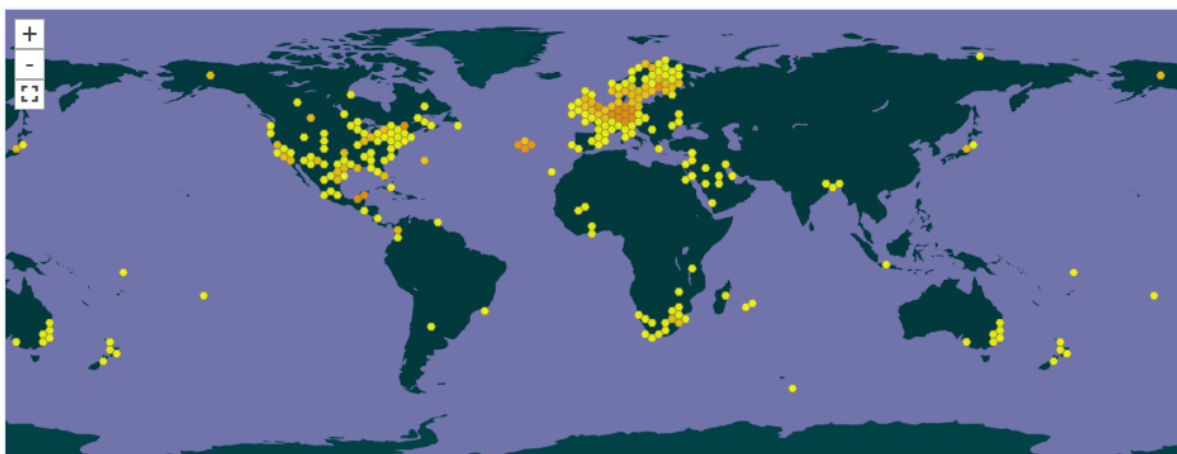


Figura 2. Mapa de la distribución mundial de la *Musca domestica*, Linnaeus, 1758 (Desde el año 2005 hasta el año 2018).

[Distribución *Musca domestica* 2005-2028]. Recuperado de <<https://www.gbif.org/species/1524843>>.

2.3 Acción Patógena

Numerosos estudios han demostrado la presencia y transporte de algunas especies bacterianas en diferentes zonas anatómicas de la *Musca domestica*; esta es un artrópodo cosmopolita, considerados un problema de salud pública en áreas urbanas y en zonas de beneficio animal con un manejo sanitario inapropiado, dado a que esta especie es polífaga es atraída por diferentes sustratos como lo son: alimentos, desperdicios, excretas, secreciones que usan como alimento. Este contacto con fuentes contaminantes y alimentos, la transforman en un vector mecánico de patógenos de distintas clases causantes de enfermedades para los seres humanos y los animales en su mayoría enfermedades gastrointestinales (Moissant, *et al.* 2004).

Estudios en laboratorio han demostrados que en la *Musca domestica* pueden encontrarse más de cien agentes infecciosos para el hombre y los animales, principalmente aquellos causantes de diarrea (Manrique E Delfin, 1997). Más aun, estudios epidemiológicos y entomológicos recientes muestran que la manera de transmitir patógenos es: por medio de su superficie corporal, en sus espinas y cerdas atrapan el material, por regurgitación de comida, por defecación (Sasaki, et al. 2005). Los cuadros clínicos respectivos de las enfermedades causadas por *M. domestica*, tienden a ser la mayor causa de mortalidad y morbilidad en todo el mundo, se estima que anualmente mueren alrededor de 5 millones de niños menores de 5 años por este síndrome y ocurren más de mil millones de episodios (Celia y Mediadora, 1990).

Algunas de las enfermedades comúnmente transportadas por este insecto son la fiebre tifoidea, el cólera, la salmonela, la disentería de bacilos, la tuberculosis, el ántrax y los gusanos parasitarios en humanos, en cuanto animales peste bubónica, leishmaniasis y cualquier enfermedad de tipo patógeno microbiana. (Quiceno, J. 2010)

2.4 Tipos de control para *Musca domestica*

2.4.1 Control Químico: Los insecticidas, pinturas, aspersiones, fumigación y trampas son usados para la erradicación de moscas domésticas. Existen los cebos para moscas, como Quick Bayt y Golden Marlrin, generalmente estarán compuestos por azúcar y sustancias que atraen a los ejemplares adultos que al ingerirlo mueren; algunos otros son rociados a base de piretrina en casas o alrededores como larvicida. (Tomberlin, 2007).

2.4.2 Control Biológico: Consiste en preservar el desarrollo de los depredadores y parasitoides naturales con medidas de manejo o aumentarlas con la liberación de nuevos individuos; Algunos de los usados son avispas parasitas y hormigas coloradas, también en Colombia es muy común

el uso de parásitos *Spalangia cameroni* y *Miscidifurax raptor* estos atacan a la *Musca domestica* (UTP, 2007).

2.4.3 Control Físico: Consiste en la utilización de algún agente físico como la temperatura, humedad, insolación, fotoperiodismo y radiaciones electromagnéticas, en intensidades que resulten letales para los insectos. El fundamento del método es que las plagas sólo pueden desarrollarse y sobrevivir dentro de ciertos límites de intensidad de los factores físicos ambientales; más allá de los límites mínimos y máximos, las condiciones resultan letales (Cisneros, 1995).

2.4.4 Control Integrado: Busca generar un control en cualquier estado de su ciclo de vida y evitar la generación de resistencia de estos especímenes al producto, se realiza un monitoreo frecuente a la plaga y la aplicación de todos los controles integrados. (CAF, 2012).

2.4.5 Control cultural: Consiste en cambiar las condiciones ambientales para evitar la proliferación de la plaga, se realiza la eliminación de cualquier materia orgánica, muy buena limpieza en las viviendas, manejo adecuado de alimentos y de cualquier tipo de residuos.(Tomberlin, 2007)

2.4.6 Cascara de *Citrus sinensis* como insecticida (Cascara de Naranja): El insecticida se realiza a partir de la cascara de naranja seca, la cual contiene aceites esenciales formados en las partes verdes de la planta(con clorofila), La extracción total de los constituyentes activos (metabolitos secundarios),dentro de los cuales el limoneno es el que se encuentra en mayor proporción (ver tabla 3), se lleva a cabo utilizando el método de extracción continua el cual es una infusión repetida en el que se emplea como disolvente etanol ya que por ser este un compuesto de alta

polaridad disuelve la mayor parte de los compuestos presentes. Para esto se utiliza el extractor Soxhlet. (Ospina *et al.*,2007). Se desconoce la función exacta sin embargo son en su gran mayoría usados como atracción y repelente de insectos. (Yañes, *et al.* 2007)).

2.4.6.1 Aceite esencial de la *Citrus sinensis*

Tabla 2. Composición del aceite esencial *Citrus sinensis*.

Composición aceite esencial naranja dulce. Recuperado de https://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencias_hortcolas/article/view/4653/pdf

Componentes	Composición (%)		
	Castellanos (2007)	Cerón y Cardona (2011)	Zarrad et al. (2015)
-pineno	1.50	0.41	0.56
β -pineno	<1	0.52	0.45
Sabineno	1.10	0.07	0.17
β -mirceno	5.00	1.69	1.63
Limoneno	90.40	94.94	87.52
γ -terpineno	<1	0.04	0.05
Linalol	9.70	1.19	3.37

2.5 *Citrus sinensis*

La naranja Valencia, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, es una especie que pertenece a la familia Rutaceae, subfamilia Aurantoideae, género *Citrus*, el cual se divide en los subgéneros *Citrus* y *Papeda*, con la diferencia que este último presenta gotas agrias de aceite en las vesículas de la pulpa. La mayoría de las especies conocidas pertenecen al subgénero *Citrus*, además de *C. hystrix* y *C. macroptera* pertenecientes a *Papeda* (Hernandez. J, 2014).

La Naranja dulce y dichas especies son originarias de algunas zonas de la India, China, el norte de Australia, y Nueva Caledonia (Hernandez, J. 2014))

Los cítricos son árboles de tamaño medio y pueden alcanzar 6 m de altura, aunque algunas especies pueden crecer hasta los 15 m. Poseen una corteza fina y lisa, de color verde a gris-marrón. La forma típica del naranjo dulce tiende a ser cónica, con un solo tronco de madera dura (Manner *et al.*, 2006) y en edades adultas toma una forma esférica (Orduz y Baquero, 2003). Respecto al sistema radical, más del 70% de raíces de los árboles de cítricos están en el primer metro de profundidad del suelo y poseen una raíz pivotante que puede extenderse cerca de 2 m por debajo de la superficie. Las raíces secundarias o fibrosas comúnmente se extienden mucho más allá de la copa (Manner *et al.*, 2006) y alcanzan longitudes de 6 a 7 m en sentido horizontal (Orduz y Baquero, 2003).

2.5.1 Clasificación científica

Tabla 3. Clasificación taxonómica de Citrus sinensis.

<i>Reino</i>	Plantae
<i>Clase</i>	Magnoliopsida
<i>Orden</i>	Sapindales
<i>Familia</i>	Rutaceae
<i>Genero</i>	<i>Citrus</i>
<i>Especie</i>	<i>sinensis</i>

2.5.2 Composición química

En general, la naranja está conformada en una gran cantidad por agua, contiene niveles moderados de proteínas y es un alimento bajo en grasas. Se le considera una buena fuente de fibra y vitamina C. Los principales carbohidratos incluyen monosacáridos como la glucosa y fructosa; oligosacáridos como la sucrosa; y polisacáridos como las pectinas (Davies y Albrigo, 1994). En la cascara de la naranja se encuentran también presentes pequeñas cantidades de compuestos bioactivos, tales como terpenos, ácidos fenólicos y

flavonoides, todos ellos compuestos orgánicos no nutrientes, con reconocidas propiedades benéficas para la salud humana.

La composición de los frutos cítricos varía para cada zona o tipo de tejido. En la Tabla 2.4 se presenta la composición nutricional de la cáscara de naranja. El albedo de la cáscara es rico en celulosa, hemicelulosa, lignina, sustancias pépticas y compuestos fenólicos (Ligor y Buszewski, 2003); por su parte, los constituyentes más importantes del flavedo o exocarpo (parte de la cascara de la naranja que posee color amarillo, verde, naranja) son compuestos carotenoides y aceites (García y Flores. 2015).

El contenido total de carotenos es de 30 a 300 mg/kg de cáscara de naranja fresca (Fálder Rivero, 2003), siendo la violaxantina el pigmento carotenoide más abundante en cáscara de naranja dulce madura (Rodrigo et al., 2004). El aceite esencial contenido en el flavedo varía en un rango de 0.5 a 3.0 kg/Ton de naranja. Está compuesto por terpenos (>90 %), compuestos oxigenados y compuestos no volátiles. Los principales terpenos presentes en el aceite de naranja son el limoneno y el α -pineno como se evidencia en la tabla 3 y los principales compuestos oxigenados son el linalol y el decanol (Díaz et al., 2005). Tanto en el flavedo como en el albedo de la cáscara se encuentran presentes flavonoides.

2.6 Relleno Sanitario Doña Juana

Actualmente la ciudad de Bogotá cuenta con 8'181.047 habitantes, el crecimiento poblacional, con tasas cercanas al 2% anual, así como las tasas de crecimiento económico del orden de 4%, conllevan al aumento en la demanda de servicios públicos y oferta en la ciudad. Con lo que se incrementado indiscriminadamente la producción de residuos, actualmente con una tendencia de crecimiento del 4% (S. Salud, 2015), que varía de acuerdo con el poder adquisitivo de las personas y los hábitos de consumo que según los reportes de los investigadores Hoornweg y

Bhada-Tata (2012); consultores del Banco Mundial, concluyen que por el aumento desmesurado de la población, para el año 2025, se espera que la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) tienda a duplicarse debido a que la producción per cápita pasará de 1,2 a 1,42 Kg/hab-día en los próximos 15 años (ver Figura 3); es así como la producción actual de residuos sólidos es de 1.300 millones Tn/año y para el año 2025 será de 2.200 millones en la ciudad de Bogotá.(Romero.C,2016)

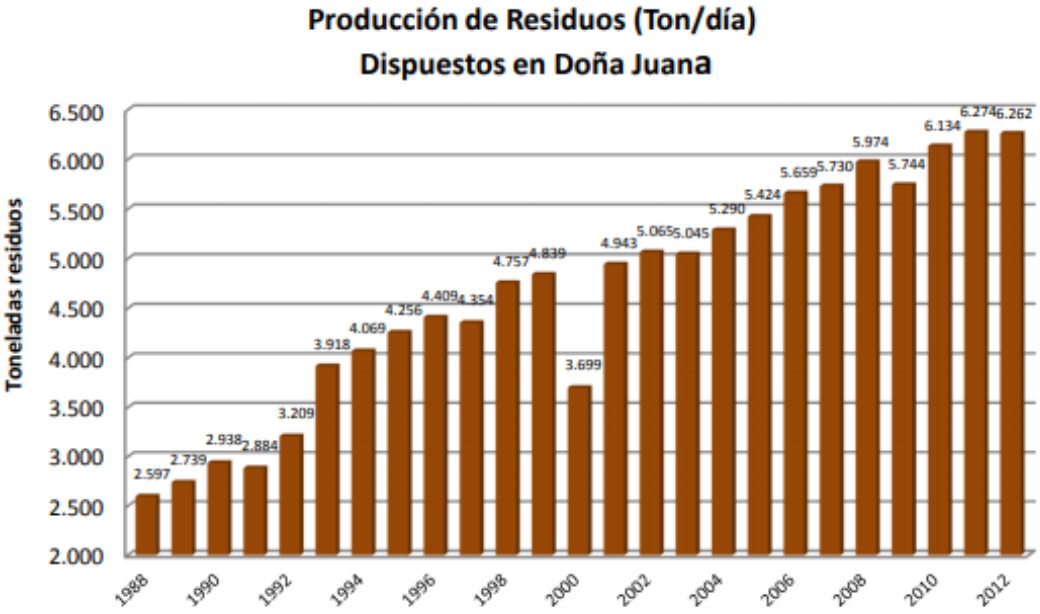


Figura 3. Disposición de residuos en el relleno sanitario Doña Juana.
Recuperado de Informes 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014.

El Relleno Sanitario Doña Juana está localizado en zona urbana y rural del Distrito Capital de Bogotá, y en particular en la localidad 19 de Ciudad Bolívar, al sur de la Sabana de Bogotá, en predios ubicados en la margen izquierda del Río Tunjuelo, por la Autopista a Villavicencio (SDS, 2015), cuenta con un área total de 592 ha de las cuclas solamente el 40 % se utiliza para la disposición de residuos sólidos, los residuos sólidos allí dispuestos han aumentado 8 veces su tamaño desde el año 1988 hasta el año 2012 como se observa en la figura 10 , repartida en ocho

zonas que se pueden (*ver figura 4*), en donde se han puesto en práctica las etapas disposición de los residuos sólidos convencionales y de residuos hospitalarios. Tales zonas son:

- zona I (15 ha, aprox) opero desde 1988 hasta 1995 actualmente se encuentra clausurada
- zona mansión (3 ha, aprox) opero en el año 1995 con una vida útil de 9 meses actualmente clausurada, empradizada y con sistema de extracción forzada de gases
- zona II (25 ha, aprox) la cual se encontraba en desarrollo cuando ocurrió el derrumbe en 1997 y opero solo 1,5 años
- zona III fue inicialmente preservada para disponer los desechos peligrosos, pero por condiciones técnicas se anexo a la zona II, actualmente es el cementerio Serafin
- zona IV (19,2 ha) la cual fue utilizada como zona de emergencia cuando ocurrió el derrumbe de la zona II, actualmente revegetalizada y clausurada
- zona V allí se encuentra ubicada la planta de lixiviados
- zona VI (3,6 ha) adecuada como zona de emergencia
- zona VII (40 ha) que se encuentra en etapa de clausura
- Zona Patógenos: En esta Zona se recibían los residuos hospitalarios desde julio de 1998 hasta el noviembre de 2004, luego recibió una ampliación y se encuentra operativa.
- Zona de Biosolidos: Destinada a recibir todos los biosolidos resultantes del tratamiento de la Planta de tratamiento El Salitre, en el año de 2007. También sirvió como frente de disposición en el año de 2010 y 2011. Actualmente en proceso de clausura.
- Zona de Optimización: Inaugurada el 1 de Julio de 2011, actualmente operando.
- zona VIII (45 ha) con capacidad para 4,5 años operada desde abril de 2002 hasta septiembre de 2010, actualmente en proceso de clausura.

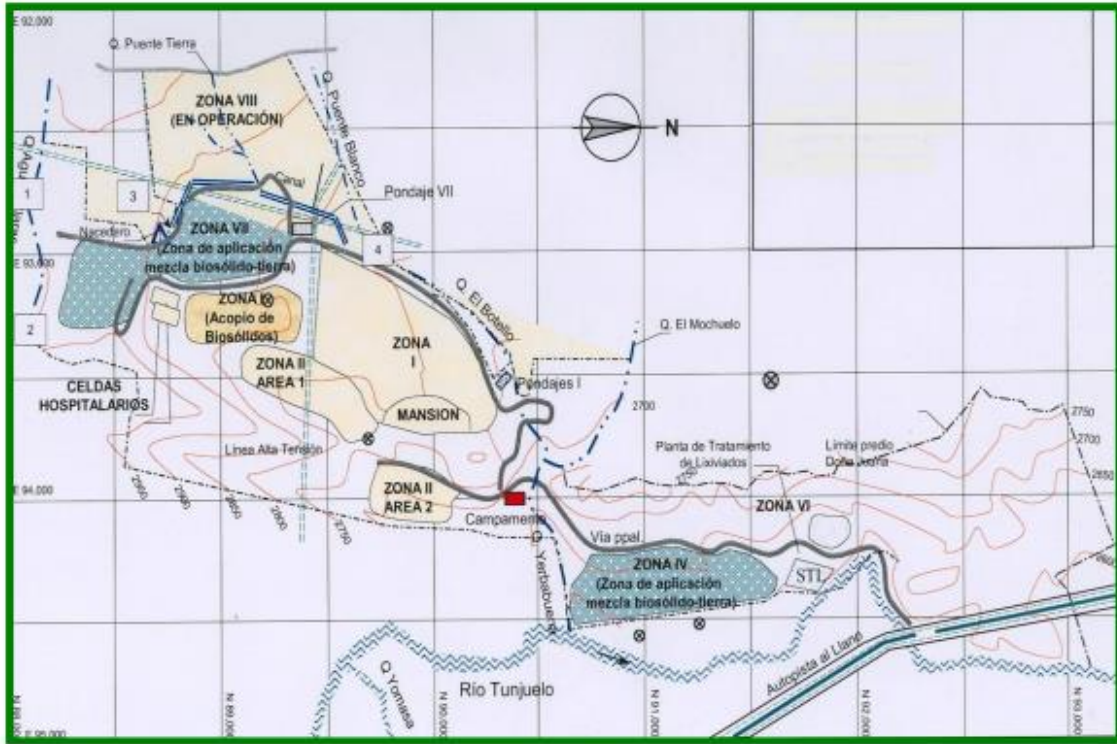


Figura 4. Zonas ocupadas en el RSDJ.

Recuperado de Informe PMIRS 2010.

3. ANTECEDENTES

La elaboración de productos vegetales a lo largo del tiempo para el hombre marca una importancia notable debido a que con su obtención se ha logrado tener una subsistencia inminente. Entre la gran variedad de productos naturales se encuentran los alimentarios, diversos materiales de construcción, textiles e incluso protección de cultivos. Al hablar de la protección de sus cultivos se pueden nombrar los bioinsecticidas o biorepelentes los cuales son preparados a base de sustancias naturales extraídas de plantas aromáticas o de origen mineral y que cumplen una función de control y eliminación de vectores que son considerados plaga. (FAO, 2010)

Desde hace milenios los hombres utilizan sustancias como cenizas, azufre, compuestos arsenicales, tabaco molido, cianuro de hidrógeno, compuestos de mercurio, zinc y plomo, etc. para luchar contra los insectos. Forman el grupo de los llamados insecticidas de la 1ª generación. Son productos en general muy tóxicos, poco efectivos en la lucha contra la plaga y muy persistentes en el ambiente (hasta 50 años). Hoy día se usan muy poco y bastantes de ellos están incluso prohibidos por su excesiva toxicidad (Echarri, 1998).

Los avances de la ciencia y de la industria química hicieron posible la aparición de mejores insecticidas que se suelen denominar de la 2ª generación. Son un variado conjunto de moléculas que se clasifican en grupos según su estructura química. Las tres familias más importantes son los organoclorados (clorocarbonados), los organofosfatos y los carbamatos (Echarri, 1998). Debido a que el efecto insecticida se encuentra ligado directamente a la letalidad, se aclara que esta se busca a partir de productos totalmente naturales que no tengan ningún efecto negativo o dañino en la salud humana y que sean lo menos toxico posible para el ambiente, dichas

cualidades se mezclan en lo que se conoce como un insecticida botánico o natural y son derivados de distintas especies del reino vegetal, esta extracción se realiza teniendo conocimientos acerca de todas las propiedades de las diferentes plantas y sus respectivas formas de uso.

Tiene un amplio uso en la industria farmacéutica y alimenticia, también es empleado como disolvente o como aditivo en fragancias, otro de sus usos es el de insecticida debido a que este no es tóxico para los seres humanos y animales domésticos, ni perjudicial para la jardinería.(Hurtado y Villa,2016)

Según un estudio realizado por estudiantes de la Universidad de Córdoba en Compañía de la Facultad de Química y Biología de la Universidad de Santiago de Chile y publicado en el MDPI (Molecular Diversity Preservation International and Multidisciplinary Digital Publishing Institute) en el año 2009 con el apoyo de la revista moléculas. Entre un conjunto de aceites esenciales derivados de doce frutas y plantas aromáticas comestibles que se seleccionaron para experimentar la mortalidad que estas pueden provocar en *Musca domestica* al ser usados como insecticidas se destacan algunos resultados muy interesantes. Dentro de los resultados arrojados en el mencionado estudio se indica que los aceites esenciales de *Citrus sinensis*, *Citrus aurantium* y *Eucalyptus cinerea* son altamente tóxicos para las moscas domésticas adultas debido a que estos causan la muerte en un corto periodo de tiempo. Como un dato curioso e importante se resalta que dentro del experimento *Citrus sinensis* obtiene el mejor resultado en cuanto a mortalidad al ser comparado con los demás aceites esenciales, también se especifica en un segundo punto de vista que los aceites esenciales en muchas ocasiones actúan de una mejor manera y más efectiva al ser usados como fumigantes de *Musca domestica* y que son compatibles con los alimentos, la propiedad y los hábitats humanos. (Palacios, et al. 2009)

Una investigación realizada por el Bioquímico y Farmacéutico Alberto Oscar Bertoni en el año 2013 dentro de la cual se evalúan 30 aceites esenciales de diferentes plantas o frutos con el fin de investigar la actividad insecticida de cada aceite contra moscas domésticas, (*Musca domestica*) y determinar la dosis necesaria para matar el 50% de las moscas (DL50) en 30 minutos, afirma que entre las plantas o frutos de mayor poder insecticida los que se resaltaron fueron el aceite esencial de *Minthostachys verticillata* en primer puesto, seguido en eficacia por el aceite esencial de *Hedeoma multiflora*, *Citrus sinensis*, *Citrus aurantium* y *Eucalyptus cinerea*. Además, confirma que dentro de los componentes más efectivos como insecticidas se encuentran pulegona, cineol, terpineno y limoneno; el último correspondiente a *Citrus sinensis*. (Bertoni, A. 2013)

Un artículo científico realizado en el año 2012 en el cual se buscó evaluar el aceite esencial de *Citrus sinensis* L. contra *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), afirma que en el ensayo de toxicidad por contacto haciendo uso de extracto de *Citrus sinensis*, la concentración letal, LC50 de aceite esencial de *C. sinensis* contra larvas de mosca doméstica, varió entre 3.93 y 0.71 µl / cm² para diferentes días de observación. Por otro lado, asegura que la actividad del aceite esencial de *C. sinensis*, es significativa contra las larvas y pupas de la mosca doméstica, de allí que este facilita el camino para su uso como medida de control ecológica de la mosca doméstica. (Kumar, et al. 2012)

4. METODOLOGIA

4.1 Fase experimental laboratorio

Obtención de moscas

Los ejemplares de *Musca domestica* se capturaron con una red de barrido directamente de la Vereda de Mochuelo Alto en la localidad de Ciudad Bolívar para ser puestas dentro de una jaula provisional para su transporte al laboratorio.

Para el mantenimiento y supervivencia de los ejemplares se garantizó que el medio fuera apto, es decir con una humedad ambiental aproximada de 74%, una temperatura de 17°C, alimentos en descomposición como futas o huesos de pollo, y para su hidratación una mota de algodón impregnada en agua azucarada.

Preparación del extracto insecticida

La preparación del extracto se hizo a partir de 50 cascara de naranja frescas, se adquirió en los diferentes puntos de venta de jugos de naranja en el centro de la ciudad de Bogotá.

Posteriormente se procesó esta materia prima para la obtención del aceite esencial, como primer paso se realizó la limpieza de la cascara retirando el endocarpio (pulpa) y dejando el albedo (ligera capa blanca unida a la corteza exterior) y el epicarpio (corteza externa); como segundo paso fue molida la cascara fresca lo más fina posible por medio de un molino convencional, la pasta obtenida de este proceso fue puesta sobre bandejas preferiblemente de aluminio o algún material que no absorba la humedad y por ultimo puestas en la incubadora durante un promedio de 48 horas a una temperatura de 38°C.

Al finalizar ese proceso se obtiene un peso de 500g de producto seco de la cascara de *Citrus sinensis*, este material seco se envuelve en bolsas pequeñas hechas con filtros de papel para

café, se ubican dentro del extractor Soxhlet, siguiendo los estándares del método Soxhlet para la extracción, se le añadieron 250 ml de etanol y se calentó aproximadamente a 520°C dejando que el extractor hiciera sifón 4 veces o hasta que el agua se viera clara, posteriormente se retiró la solución del extractor y se pasó al roto evaporador de 40 a 50 min a una temperatura de 45°C, con una presión reducida de 120 milibares y una velocidad de rotación de 100 rpm.

Finalmente se refrigeró el extracto concentrado a 4°C en un recipiente ámbar hasta el momento de su uso, sin embargo, se recomienda usarlo dentro del primer mes desde que se produce.

Preparación de disoluciones

Preparación del 1%, 3%, 4%, 10%, 30%, 40%, 50%, 75% y 100% del extracto de *C. sinensis*:

Con ayuda de una pipeta se midieron los mililitros correspondientes a cada concentración para obtener 100ml de disolución en un matraz aforado, es decir para el 1 % de concentración fue necesario medir con la pipeta 1 ml del extracto y diluirlos con agua hasta completar 100ml de disolución; manejando estas mismas proporciones se realizó para cada concentración y finalmente se embazaron las disoluciones en frascos marcados con cada porcentaje.

Bioensayos en laboratorio

Para los bioensayos en laboratorio se tomaron 9 jaulas de vidrio con una cara cubierta de maya mosquitera, para evitar el encharcamiento en la parte inferior se optó por utilizar una capa de papel periódico en el suelo de la jaula, luego de esto se aplicó de manera uniforme el extracto logrando una capa fina sobre la superficie de las paredes de la jaula.

La aplicación del extracto para las concentraciones del 1%, 3%, 4%, 10%, 30% y 40% se realizó por el método de aspersión hasta aplicar 30 ml de la disolución, para la concentración del 50% y 75% no se aspersaron los 30 ml de disolución a causa de que existía un taponamiento del

recipiente debido al grosor del extracto, y finalmente para la aplicación del 100% fue imposible realizar aspersion debido a su grosor y se decidió aplicar los 30 ml en las paredes por medio de una algodón impregnado del extracto.

Posteriormente se pusieron 30 ejemplares adultos de *M. domestica* por cada jaula y además un pequeño recipiente con una mota de algodón impregnada en agua azucarada para su hidratación, se realizaron las lecturas de comportamiento anormal y mortalidad cada 0, 2, 12, 24, 36 y 48 h.

Blanco en laboratorio

Se tomó 1 jaula y se asperso agua de manera uniforme y abundante, poniendo una capa de papel periódico en el suelo de la jaula para absorber el exceso y evitar encharcamientos. Fueron puestos 30 ejemplares dentro de la jaula, con una mota de algodón humedecida con agua y azúcar su hidratación. Se realizaron las lecturas de comportamiento anormal y mortalidad cada 0, 2, 12, 24, 36 y 48 horas, para descartar que la muerte en los bioensayos sea ocasionada por causas ajenas al extracto (naturales).

4.2 Fase experimental (Al exterior)

Posteriormente a los bioensayos de laboratorio, se procede a realizar la aplicación del extracto en campo, para ello se tomaron dos alternativas de evaluación.

Como primera alternativa y prueba de comparación a los bioensayos en laboratorio se considera la aplicación de extracto mediante aspersion, a partir de las tres concentraciones más altas (40% ,75% ,100%) en una misma pared de la vivienda o sitio en el cual se evidencie que los individuos tienden a aglomerarse.

La primera prueba fue realizada en la Finca La Esperanza en la cocina del hogar, fue seleccionada dado a que la mayor infestación es en esta zona de la casa a partir del mediodía. Por medio del método de aspersión se impregnaron paredes y ventana uniformemente con un volumen de 250 ml de extracto para cada concentración, teniendo en cuenta que la cocina posee un volumen de 12,5 m³.

La prueba se llevó a cabo durante tres días consecutivos, para el primer día se realizó la aplicación del 40%, el segundo día la del 75% y para el tercer día la del 100%, debido a la poca certeza de la estadía de los mismos especímenes expuestos al extracto; se trató de limitar el tiempo y se varió un poco el método de evaluación, se decidió hacer seguimiento del comportamiento y de la mortalidad de los individuos en el tiempo en que habitúan acercarse a las viviendas, que fue definido durante las 10 am y 3 pm, cinco horas seleccionadas para la lectura de datos acumulados de una sola concentración del extracto.

Dado a la incertidumbre de los bioensayos en campo inicialmente planteados se decide tomar dos alternativas más para evaluar el extracto.

Como segunda opción se seleccionó la pared exterior lateral de una marranera o porqueriza que se encuentra ubicada dentro de la Vereda Mochuelo Alto, cercana a la Finca La Esperanza tratando de generar una opción de comparación entre la evaluación de los comportamientos de los individuos al aire libre y en un espacio más cerrado. Después de realizar la aplicación de 250 ml del extracto de *C. sinensis* a 40%, 75% y 100% de concentración en un área aproximada de 0.74m², se observa con atención durante cinco horas y con cronometro en mano, que efecto tiene el extracto sobre los individuos y que conducta toman estos ante la aplicación.

Como tercera alternativa de aplicación, se procede a realizar la evaluación del extracto mediante el método de aromatización en la misma finca donde se realizó la primera prueba, se efectúa mediante el uso de un pebetero naturista de esencias hecho de porcelana, acompañado de una veladora y un orificio en el cual se pone el extracto a concentraciones de 40 %,75% y 100%, el ensayo se realizó durante las 10am a 3pm en la cocina de la casa horas en las cuales se incrementa el número de *M. domestica*, la duración de la prueba fue de tres días consecutivos aplicando cada concentración por día .

El pebetero naturista actúa con un mecanismo que produce el cambio de estado líquido a estado gaseoso, este proceso es conocido como aromatización, al darse este cambio de estado se logra que el extracto. El instrumento se traslada en varias partes de la cocina para poder observar que efecto tiene sobre las moscas.

4.3 Fase de Análisis

En esta parte se resume el compilado de resultados obtenidos desarrollados a nivel de laboratorio y en campo con su respectivo análisis (Análisis descriptivo exploratorio, análisis ANOVA para exposición a 48h con dos hipótesis planteadas Ho: Las concentraciones utilizadas tienen el mismo efecto y Ha: Al menos una de las concentraciones utilizadas causan diferentes efectos y modelo de regresión lineal Probit para (CL50, CL90), que se aplicaron a los resultados obtenidos en los dos escenarios evaluados (*ver Tabla 4*) .

Tabla 4. Tipos de análisis empleados y escenarios de evaluación para el extracto.

Tipo de análisis		Descriptivo exploratorio	ANOVA para exposición a 48 h	Modelo de regresión línea Probit
Tipo de escenario				
Bioensayos laboratorio	(Aspersión adultos)	X	X	X
Bioensayos en campo	(Aspersión adultos)	X		
Mochuelo alto	(Aromatización adultos)	X		

Bioensayos por aspersión en laboratorio para adultos de *Musca domestica*

Se realizan subdivisiones de los datos a evaluar para cada análisis por grupos que se especifican a continuación.

Grupo A: 1%,3%,4%,10%,30%,40%,50%,75% y 100%

Grupo B: 10%,30%,40%,50%,75% y 100%

Grupo C: 12h, 24h, 36h y 48h.

Posterior al primer análisis de los datos del Grupo A, se determinó que para el Grupo B y C se requieren análisis estadísticos debido a sus características de letalidad, las pruebas estadísticas se ejecutan en el programa **IBM SPSS STADISTICS 2017**.

El primer análisis se generó para la definición de la distribución de los datos para el Grupo B con exposición de 48h al extracto. Inicialmente se identificaron los supuestos, en este caso el supuesto de normalidad a partir de un análisis descriptivo a explorar, se definió la variable dependiente (Ejemplares muertos) y factores para la diferenciación de grupos

(Concentraciones), se generó el gráfico de normalidad y lectura de las pruebas de normalidad (Kolmogórov-Smirnov y Shapiro Wilk) realizadas esperando un valor de significancia mayor a $p > 0.05$, posterior a que se afirmó el supuesto de normalidad se procede a realizar el análisis de ANOVA de un factor con el fin de identificar la variabilidad entre los datos, definiendo dos hipótesis.

Ho: Las concentraciones utilizadas tienen el mismo efecto. ($p > 0.05$)

Ha: Al menos una de las concentraciones utilizadas causa diferentes efectos. ($p < 0.05$)

Para afirmar alguna de las dos hipótesis se realiza la lectura de la tabla de varianza procedente del análisis ANOVA de un factor, al resultar una significancia menor a $p < 0.05$ se requirió realizar una prueba alterna llamada Tukey para comparaciones múltiples, que nos permitió identificar donde existe la variación de medias entre los datos.

El segundo análisis fue para el grupo B y C, por medio de una regresión lineal Probit, que nos permitió realizar las predicciones de CL50, CL90 para determinados tratamientos, fijando las dosis aproximadas para generar una letalidad del 50% y 90% de los ejemplares expuestos.

5. RESULTADOS Y ANALISIS

5.1 Bioensayos en laboratorio (Método de aspersión para adultos)

Análisis descriptivo exploratorio: Adultos de *Musca domestica* por el método de aspersión

A partir de los tratamientos realizados a los especímenes de *M. domestica* en el laboratorio por

el método de aspersión, se obtuvieron los resultados de mortalidad (ver anexo D y E); a

continuación, se presentan las gráficas realizadas para las concentraciones del 10%, 30%,

40%, 50%, 75%, se desprecia la realización de las gráficas para las concentraciones del 1%,

3% y 4% dado a que los resultados de mortalidad en su mayoría son nulos.

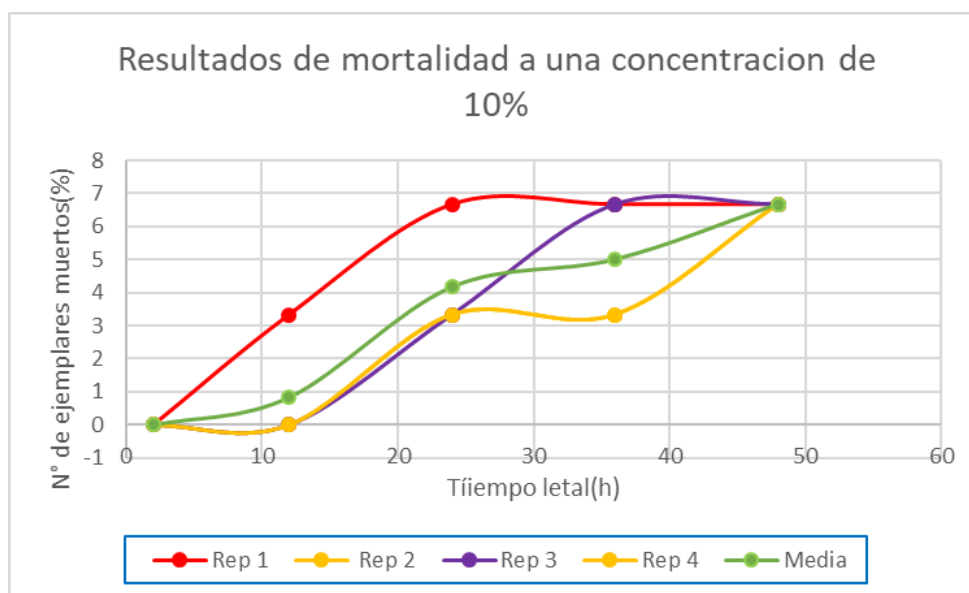


Figura 5. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 10 % de extracto de *Citrus sinensis* y media calculada (Método de aspersión).

A partir de los datos que nos muestra la *Figura 5*, es evidente que en la repetición 1 se obtuvieron los mejores resultados para concentración del 10%, sin embargo, frente a las repeticiones 2, 3 y 4 hubo bastante variabilidad en la tasa de mortalidad para las primeras 36 horas de exposición de los individuos, además de esto para la repetición 2 y 4 frente a la repetición 3 existe cambio de comportamiento en los datos luego de las 24 horas transcurridas,

finalmente la media obtenida para concentración del 10 % le corresponde una mortalidad de 6.5 % de individuos luego de las 48 h de seguimiento.

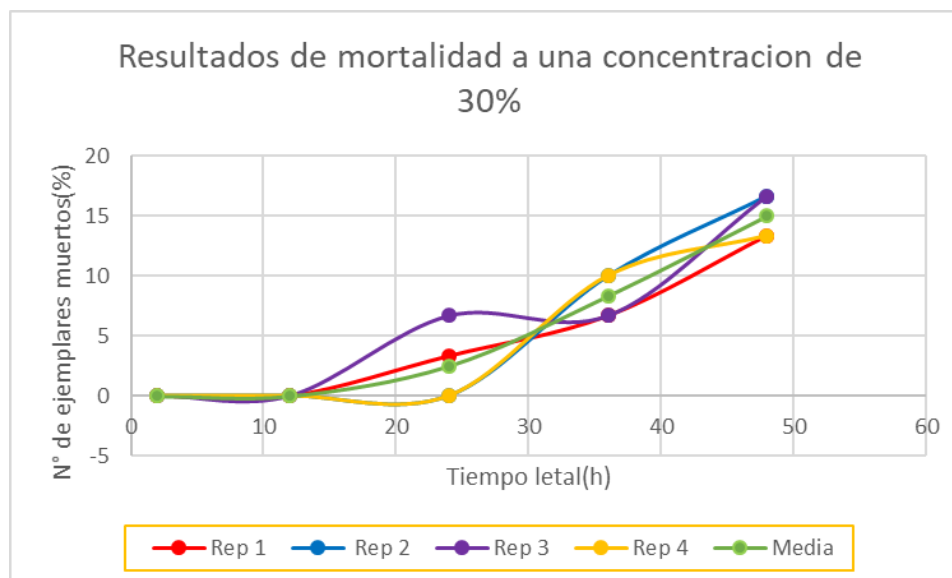


Figura 6. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 30 % de extracto de *Citrus sinensis* y media calculada (Método de aspersión).

A partir de los datos que nos muestra la *Figura 6*, es evidente que en las repeticiones 2 y 3 se obtuvieron los mejores resultados para concentración del 10%, sin embargo, a las 24 horas de exposición todas las repeticiones en excepción la 2 y 4 presentan una diferencia de 1% al 6% de individuos muertos a las 24 horas, finalmente la media obtenida para concentración del 30 % le corresponde una mortalidad del 15% de individuos luego de las 48 h de seguimiento.

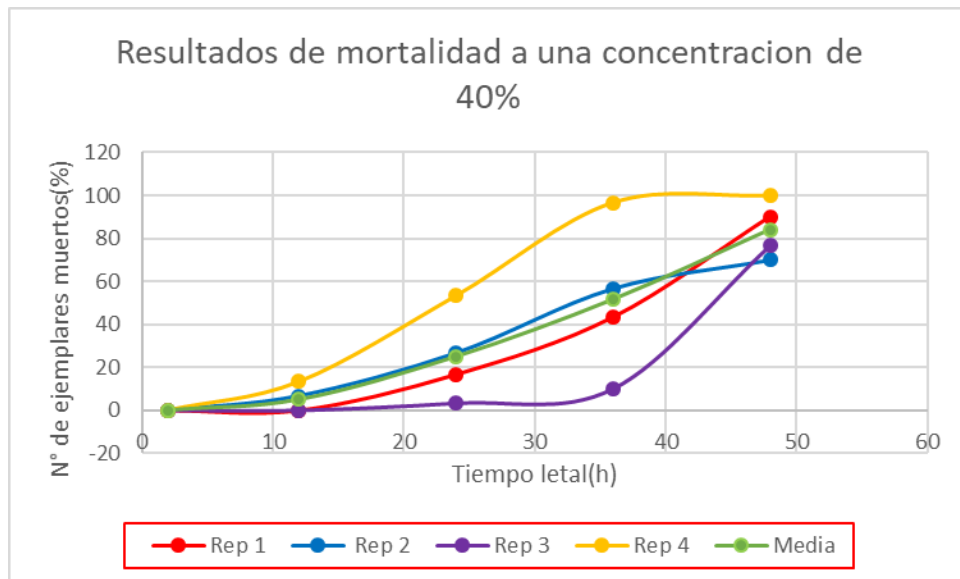


Figura 7. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 40 % de extracto de *Citrus sinensis* y media calculada (Método de aspersión).

A partir de los datos que nos muestra la *Figura 7*, es evidente que en la repetición 1 se obtuvieron los mejores resultados para concentración del 40% y más similares a la media calculada, sin embargo, frente a las repeticiones 3 y 4 hubo bastante variabilidad en la tasa de mortalidad para las primeras 36 horas de exposición de los individuos, además de esto para la repetición 2 frente a la repetición 1 existe cambio de comportamiento en los datos luego de las 36 horas transcurridas disminuyendo el número de mortalidad, finalmente la media obtenida para concentración del 40 % le corresponde una mortalidad de 81 % de los individuos luego de las 48 h de seguimiento.

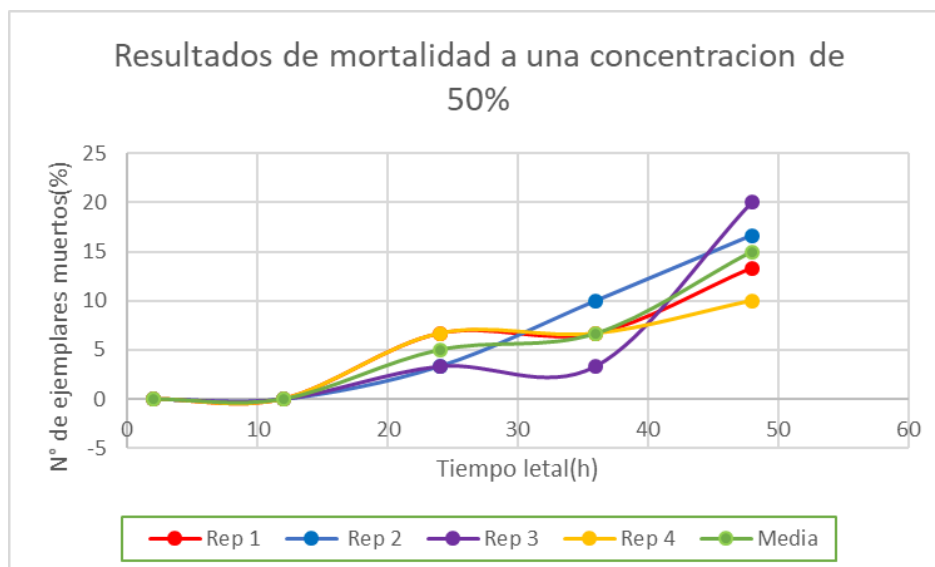


Figura 8. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 50 % de extracto de *Citrus sinensis* y media calculada (Método de aspersión).

A partir de los datos que nos muestra la *Figura 8*, es evidente que en la repetición 3 se obtuvo el mejor resultado (20 % de individuos muertos) para concentración del 50%, además de esto, a las 24 horas de exposición todas las repeticiones presentaron una diferencia del 1% o 2% de individuos muertos, sin embargo, la diferencia fue evidente para la repetición 3 y 2 a las 36 horas de exposición, finalmente la media obtenida para concentración del 50 % le corresponde una mortalidad del 15% de individuos luego de las 48 h de seguimiento..

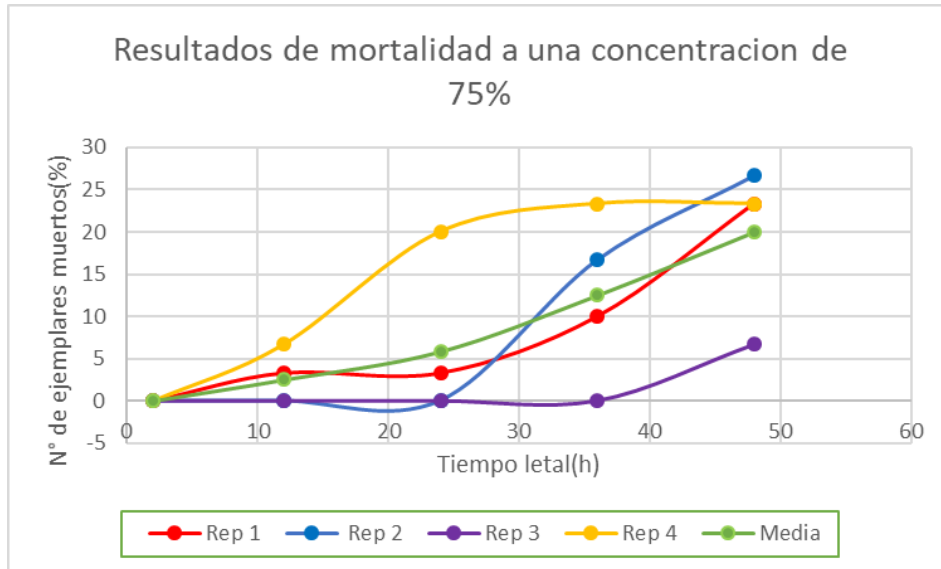


Figura 9. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 75 % de extracto de *Citrus sinensis* y media calculada. (Método de aspersión).

A partir de los datos que nos muestra la *Figura 9*, es evidente que todas las repeticiones tuvieron alta variabilidad en los datos obtenidos aproximadamente con una diferencia de 5% al 10 % de individuos para la mayor parte de las horas de exposición, para la repetición 4 se obtuvieron los mejores resultados con un 23% de mortalidad en los individuos a las 48h de exposición que

coincide con la repetición 1, finalmente la media obtenida para concentración del 75% le corresponde una mortalidad del 20% de individuos luego de las 48h de seguimiento.

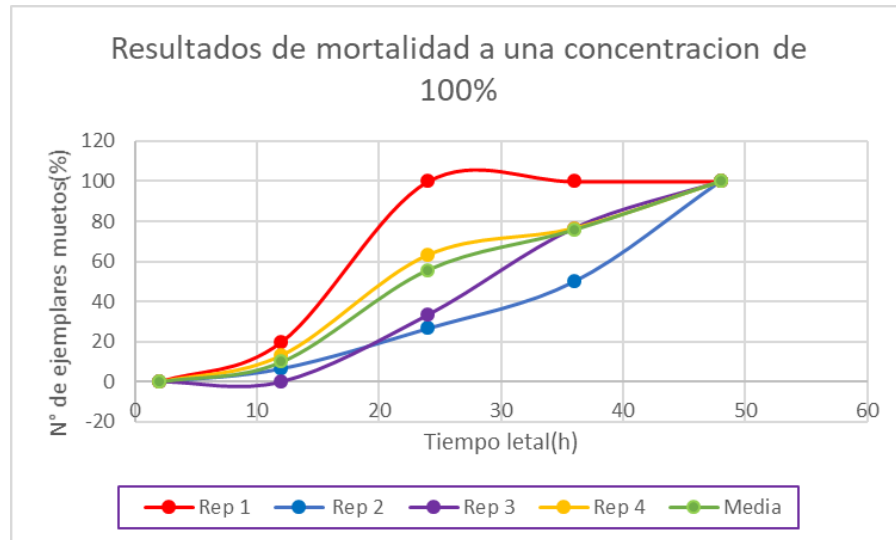


Figura 10. Resultados de mortalidad obtenidos para concentración del 100 % de extracto de *Citrus sinensis* y media calculada (Método de aspersión).

A partir de los datos que nos muestra la *Figura 10*, es evidente que todas las repeticiones tuvieron alta variabilidad en los datos obtenidos aproximadamente con una diferencia de 5% al 10% de individuos para la mayor parte de las horas de exposición en excepción la repetición 4, para la repetición 1 se obtuvieron los mejores resultados con un 100% de mortalidad en los individuos a partir de las 24 h de exposición , sin embargo la repetición 4 es la que más se acerca a la media calculada, finalmente la media obtenida para concentración del 75 % le corresponde una mortalidad del 100% de individuos luego de las 48 h de seguimiento.

5.1.2 Análisis ANOVA exposición a 48 h adultos

Con el objeto de identificar la variabilidad de los bioensayos realizados, se procede a la elaboración de una tabla que recopila los resultados obtenidos de la exposición a 48 h para 30 ejemplares adultos de la *M. domestica* frente a la aspersión del extracto (Grupo B), en cuatro

diferentes bioensayos en laboratorio (ver Tabla 5), el tiempo que se seleccionó es el valor acumulado de mortalidad para las diferentes concentraciones

Tabla 5. Mortalidad en adultos de *M. domestica* por método de aspersión- exposición a 48 h.

ADULTOS ASPERCION					
Letalidad a exposición por 48 h					
Concentración	Rep 1	Rep2	Rep3	Rep4	Total
10%	2	2	2	2	8
30%	4	5	5	4	18
40%	27	21	23	25	96
50%	4	5	6	3	18
75%	7	8	2	7	24
100%	30	30	30	30	120

Posteriormente se procede a la elaboración de la tabla de análisis de varianza ANOVA, para esto se requiere una primera prueba de evaluación de distribución de los datos en busca de definir si es acorde a la aplicación de un análisis ANOVA (de un factor), confirmado esto se ejecuta la tabla de varianza (ver Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de varianza, Prueba ANOVA de un factor para adultos por el método de aspersión (IBM SPSS 2017).

Ejemplares muertos					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2401,200	4	600,300	187,594	,000
Dentro de grupos	48,000	15	3,200		
Total	2449,200	19			

Para el análisis ANOVA se plantean dos hipótesis

Ho: Las concentraciones utilizadas tienen el mismo efecto. ($p > 0.05$)

Ha: Al menos uno de las concentraciones utilizadas causa diferentes efectos. ($p < 0.05$)

La afirmación de alguna de las dos hipótesis se determina a partir del criterio del F tabulado, ya establecido en la Distribución F - 0.05), calculado por medio de los grados de libertad expresados en la tabla de análisis de varianza. En nuestro caso:

$$F(0.05.4.15) = 3.06$$

Con el análisis de varianza se obtiene un P-valor de 0.000 (ver *Tabla 6*), menor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo tanto, existen diferencias significativas entre las distintas concentraciones; con el fin poder determinar donde se encuentran las diferencias de media aplicamos la prueba Tukey (ver *anexo A*) una herramienta de comparación múltiple.

Tabla 7. Prueba Tukey, para adultos por el método de aspersión (48h) (IBM SPSS 2017).

Ejemplares muertos				
HSD Tukey ^a				
Concentracion	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
30%	4	4,5000		
50%	4	4,5000		
75%	4	6,0000		
40%	4		24,0000	
100%	4			30,0000
Sig.		,759	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4.000.

En la *Tabla 7* se puede observar que existen diferencias entre todas las concentraciones, ya que el valor en estos casos es mayor que el q_{α} tabulado en el rango estudentizado (q) de Tukey (4,08) y en la formula HSD (Ver *anexo C*), que se halló con los datos obtenidos en el análisis de varianza observados, Esto pudo resultar dado a que las concentraciones del 40% y el 100% presentan mayor mortalidad que las demás.

Al ser F_c tabulado en el análisis de varianza mayor que el F , se rechaza la hipótesis nula H_0 . Se concluye que las concentraciones a pesar de tener el mismo principio activo solo que diluido, está teniendo diferentes resultados en los organismos, y claramente a mayor concentración usada hay mayor letalidad hasta la concentración del 40%, al exceder esta concentración la toxicidad disminuye y vuelve a ser efectiva con el 100% de concentración.

5.1.3 Modelo de regresión Probit

Se realiza la prueba de regresión Probit para los grupos B y C (ver Anexo B) con concentración de 10% hasta 100% del extracto puro, el programa SPSS nos permitió generar el resultado de predicción para encontrar la CL50 Y CL90 (ver Tabla 8).

Tabla 8. Modelo Probit CL50 y CL90 para adultos por el método de aspersión.

	Concentración	Mortalidad
Extracto <i>Citrus sinensis</i>	60.35	50%
	217.29	90%

A partir de la tabla generada por el modelo Probit se estima que para provocar una mortalidad del 50 % y 100% de los individuos expuestos, es necesario usar el 60% y más del 100% de concentración del extracto de *Citrus sinensis* respectivamente, posterior a este proceso es necesario determinar el tiempo óptimo para alcanzar la letalidad del 50% pasadas las 48 h; no se realiza el mismo proceso para la concentración del 100% debido a que la predicción excede el límite de pureza.

5.1.4 Coeficiente de variación (C.V.)

Se empleó la prueba de coeficiente de variación para evaluar el tamaño de la media y la variabilidad de la variable que empleamos (Concentraciones), con el fin de demostrar la confiabilidad de los datos.

$$C.V = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{y}} * 100$$

$$C.V = \frac{\sqrt{3,20}}{11,83} * 100$$

$$C.V = 15,12 \%$$

C.V: Coeficiente de variación

CME: Desviación estándar, análisis ANOVA diferencia de cuadrados entre grupos.

\bar{y} : Media aritmética de los datos

En este caso el coeficiente de variación tiene un numero alto y por lo tanto nos indica que los datos obtenidos son muy dispersos y que tienen una variación por encima o por debajo de hasta un 15,12% en comparación con la media, información que se puede corroborar al observar las figuras 7, 9,10 ya que estas tienen un ruido notable con respecto a la media obtenida en cada una.

5.2 Bioensayos en aplicación al exterior – Vereda Mochuelo alto

5.2.1 Análisis descriptivo exploratorio en Finca la Esperanza (Aspersión)

Para el análisis descriptivo de los resultados obtenidos en la prueba de aplicación al exterior por método de aspersion realizada en la Finca La Esperanza, se ejecutó una tabla (ver tabla 9) mostrando los comportamientos evidenciados, debido a la nulidad de la mortalidad.

Tabla 9. Resultados de efectividad del extracto de *Citrus sinensis* aplicado en campo a diferentes concentraciones y en distintos días.

Aplicación del extracto de <i>C. sinensis</i>	Observaciones				
	Hora1 10-11am	Hora2 11-12am	Hora3 12-1pm	Hora4 1-2pm	Hora5 2-3pm
Dia 1: 40%	No efectivo	No efectivo	No efectivo	No efectivo	No efectivo
	Comportamiento usual	Comportamiento anormal.	Comportamiento anormal	Comportamiento anormal	Cambios eventuales
	Cambios eventuales				
Dia 2: 75%	No efectivo	No efectivo	No efectivo	No efectivo	No efectivo
	Comportamiento usual				Cambios eventuales

		Comportamiento anormal	Comportamiento anormal	Comportamiento anormal	
Dia 3:100%	No efectivo	No efectivo	No efectivo	No efectivo	No efectivo
	Comportamiento usual	Comportamiento anormal	Comportamiento anormal	Comportamiento anormal	Comportamiento anormal
	Comportamiento anormal				

- **No efectivo:** no se evidencia que efecto insecticida funcione ya que no hay mortalidad alguna.
- **Comportamiento usual:** Los individuos tienden a seguir volando de manera normal, son inquietos y se postran sobre la zona de aplicación sin ningún problema.
- **Cambios eventuales:** los individuos no se postran sobre las zonas de aplicación pero eventualmente uno que otro individuo se postra sobre la zona de aplicación, se va disminuyendo el vuelo, se alejan de ventanas y paredes.

Como se afirmó en la metodología se realizó una prueba de observación en la cual se midió la efectividad del extracto de *C. sinensis* al ser aplicado en la cocina de la finca la esperanza, los resultados obtenidos se expresan en la *tabla 9*. Como se puede apreciar en ninguno de los bioensayos se evidencio mortalidad por lo tanto no se cumple con el objetivo de la investigación al hablar del extracto como insecticida, sin embargo si causa molestias y algunos cambios de comportamiento de los individuos de *M. domestica* desde que inicia la aplicación, ya que tienden a alejarse y agruparse en lugares donde no se sientan incomodos como las esquinas más altas de la cocina y permanecen allí durante la mayoría del tiempo de prueba, otro aspecto notable es que hay una disminución en su capacidad para volar ya que cuando los individuos en ocasiones lo intentan únicamente realizan saltos y vuelven a postrarse en lugares de descanso. Estos cambios de comportamiento se asocian a que si bien el extracto no actúa como insecticida si tiene la capacidad de repelerlos y es evidente debido que al terminar los bioensayos y abrir la

puerta de la cocina alrededor del 60% de los individuos inmediatamente se trasladaron a otras partes de la casa.

5.2.2 Análisis descriptivo exploratorio en Porqueriza (Aspersión)

Para el análisis descriptivo de los resultados obtenidos en la prueba de aplicación al exterior por método de aspersión realizada en la porqueriza de la vereda, se ejecutó una tabla (ver tabla 10) mostrando los comportamientos evidenciados, debido a la nulidad de la mortalidad.

Tabla 10. Seguimiento de efectividad-para Adultos de *M. domestica* por el método de aspersión.

Concentración Hora	40%	75%	100%
1	No efectivo	No efectivo	No efectivo
2	No efectivo	No efectivo	No efectivo
3	No efectivo-regular	No efectivo	No efectivo

No efectivo: No tiene ningún efecto de letalidad sobre los individuos de *M. domestica*, sin embargo los incomoda y no les permite posarse en la zona de aplicación.

No efectivo - regular: No tiene ningún efecto de letalidad sobre los individuos de *M. domestica* y permite posarse esporádicamente a menos del 5% individuos de los que están expuestos.

Como se planteó en la metodología la prueba se realizó en la porqueriza ubicada a menos de 1 km de los límites del relleno sanitario, al iniciar la prueba se encontraban descansando en este sitio un aproximado de 150 a 300 ejemplares, al hacer la aplicación de los tres bioensayos quedo un aproximado de 160 individuos, de los cuales durante el tiempo de observación de 3h no se evidencio actividad sobre las zonas de aplicación, con excepción del 40% en el cual pasadas las 2 primera horas tuvo actividad de dos ejemplares que equivalen aproximadamente al 1.1% de los individuos expuestos, es importante aclarar que siendo una zona abierta los resultados obtenidos

podieron variar debido a que siempre están en movimiento. Se notó que su campo de acción no es muy amplio debido a que permitía que algunos especímenes se posaran cerca de la aplicación.

En cuanto al tiempo de exposición cabe resaltar que no se conoce el periodo límite de acción de repelencia, ya que no se realizó una observación constante por más del tiempo elegido por motivos de seguridad y falta de individuos, que dependen de la climatología y el horario por que como anteriormente se nombró, sus hábitos son diurnos en días cálidos y en un horario entre 11 am y 4 pm.

Como es evidente no se puede afirmar que el extracto de *Citrus sinensis* cumpla con el objetivo de la investigación al hablar de este como insecticida, pero si se puede confirmar que tiene un buen efecto repelente para la *Musca domestica*, sin embargo este método de aplicación del extracto y sus concentraciones no son viables para usar al interior de las viviendas, debido a que la coloración es fuerte y las concentraciones superan el límite permisible según la normativa de la OMS, por esta razón se buscó un segundo medio de aplicación.

5.2.3 Análisis descriptivo exploratorio (Aromatización)

Según las afirmaciones de los propietarios de la finca la esperanza y las observaciones que se realizan, se puede notar que antes de poner a prueba el extracto de *C. sinensis* mediante un pebetero de esencias y aun sin que este empiece a funcionar, las moscas tienden a volar a su alrededor e incluso a posarse sobre él; desde el instante en que la veladora se enciende el pebetero aumenta su temperatura hasta que el extracto depositado en el alcanza su punto de ebullición, posteriormente el vapor impregna el aire con su olor, se observa que los ejemplares tienden a alejarse del pebetero y en raras o escasas ocasiones vuelven acercarse de nuevo al lugar en el cual se encuentra el bioensayo.

En cuanto a la letalidad de los individuos frente a la exposición del extracto puro de *C. sinensis*, no efectivo ya que en espacio abierto y por el método de aromatización únicamente se puede observar que repele a los especímenes, sin embargo, es complicado obtener resultados de concentraciones y tiempos letales, sin contar que es imposible tener un control para determinar que el individuo expuesto siempre es el mismo expuesto que si regresa al lugar del bioensayo es de manera esporádica.

El radio de acción del vapor del extracto de *Citrus sinensis* es aproximadamente de un metro desde el punto en el cual se ubica el pebetero, se puede afirmar que este aunque no causa la muerte a *M. domestica*, de una manera u otra las incomoda y tiene la capacidad de alejarlas del lugar en el cual se encuentre puesto; entre más vapor de extracto se encuentre en el aire más campo de acción toma y por consiguiente el número de individuos de *Musca domestica* disminuye en el lugar de aplicación.

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El aceite natural obtenido a partir de la extracción etanólica de la cáscara de *Citrus sinensis* termina siendo una opción poco viable para uso insecticida y repelente orgánico para el control de la *Musca domestica* debido a que la normativa exige concentraciones máximas de 5000 ppm y 100.000ppm respectivamente para no generar afecciones en la salud, y como ha sido evidente en el transcurso del estudio la concentraciones que generan efectividad de mortalidad son mayores a 5000 ppm en condiciones de laboratorio, además de esto para aplicaciones en campo no resultó efectivo solo mostró incomodidad de los individuos a las concentraciones efectivas en laboratorio (40%, 75% y 100%) pero no presentó mortalidad , sin embargo este puede ser usado en espacios abiertos ya que la normativa no interfiere en esto, puede ser útil para el control del vector de la *Musca domestica* a concentraciones altas, como explica (Méndez, 2015) en su estudio, el método de extracción del aceite esencial interfiere directamente con la efectividad, es decir que es necesario buscar una mejor alternativa de extracción como la hidrodestilación asistida por radiación con microondas, probablemente se pueda recibir mayor obtención de metabolitos secundarios y aumentar su efectividad.

Como parte de la investigación cada uno de los resultados obtenidos fueron tratados con pruebas estadísticas como ANOVA y Probit las cuales nos permitieron generar un análisis para un mejor entendimiento de los datos, a fin de poder realizar una comparación frente a las investigaciones realizadas de la evaluación insecticida del aceite esencial de *Citrus sinensis* (naranja dulce) que serán nombradas a continuación. Para comenzar las concentraciones letales para 50 % y 90 % de mortalidad a condiciones de laboratorio son logradas a partir de 60,35 % y 217,29 % de concentración de extracto respectivamente después de 48 h de exposición, sin embargo es

importante aclarar que a nivel de laboratorio es imposible generar una concentración de extracto de *Citrus sinensis* mayor al 100%.

Sin embargo los análisis estadísticos mediante la prueba ANOVA desprecian la variabilidad de los datos, es decir que no tienen en cuenta la heterogeneidad que presentan, evidente en el cálculo del Coeficiente de Variación del 15%, por lo tanto se generó un análisis de observación en laboratorio que consta en seleccionar aquello que los procesos estadísticos no tuvieron en cuenta, es decir fue evidente que al exponer estos individuos a una concentración del 40 % se logra una buena mortalidad (50%) en un tiempo aproximado de 28 a 32 horas, sin embargo en la prueba estadística Probit se calculó que el 50% de mortalidad se genera con un 60 % de concentración, debido a lo que anteriormente se nombró, este programa genera un promedio entre los datos de mortalidad despreciando la heterogeneidad, y a las 48 horas de exposición se alcanza el 100% de la mortalidad con la concentración del 40%, pero al exceder esta concentración su efectividad en lugar de mantenerse, se reduce a más o menos un 15 % y solo se recupera al utilizar 100 % de concentración del extracto etanólico, es probable que la disminución en el número de mortalidad al sobrepasar la concentración del 40% se deba a no definir o aplicar una cantidad de volumen proporcional para todos los bioensayos del extracto, es decir para poder generar un punto de comparación se debe optar por el mismo método de aplicación y el mismo volumen aplicado.

Al ser el extracto tan denso tapono los recipientes aspersores al usar las diluciones del 50% y al 75%; no lograba una mezcla totalmente homogénea por esta razón no se pudo ejecutar la aplicación de los 30 ml definidos para las concentraciones anteriores, además de esto, se intentó colar los grumos que se formaban pero al retirarlos parte de la concentración se perdió; se entiende que el extracto no pudo dispersarse de forma uniforme en el ambiente y pudo quedar

menos concentrado dado que las partículas al salir por el aerosol se disuelven y quedan menos concentradas, por consiguiente, un solvente que logre más homogeneidad es una mejor opción, con base en fuentes bibliográficas, una hipótesis que se maneja es que el método y solvente de extracción pudo inferir en los resultados, como se dijo el limoneno es un monoterpenoide, hidrocarburo ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$) con 2 unidades isoprenica (Montoya,2010) que puede tener mayor afinidad o ser polar con sustancias como el éter de petróleo o la acetona. Así mismo pudo influir negativamente la herramienta utilizada para la atomización y aspersión del extracto diluido.

Para la concentración del 100% como se especificó en la metodología se optó por hacer la aplicación mediante un algodón impregnado en el extracto, a razón de esto se logró que el ambiente de la jaula quedará muy concentrado y así mismo su toxicidad, causando mayor mortalidad, según estudios en los cuales realizaron cromatografía de gases como el de Bertoni (2013), Castellanos (2007), Ceron (2011) y Zarrad (2015) el limoneno es un monoterpeno que compone un 90% a un 95 % del aceite esencial, el metabolito secundario con mayor porcentaje en las extracciones del aceite de *C. sinensis*, y sus agentes tóxicos disminuyen el apetito del individuo y muere por inanición (Rosero, 2015).

Cada una de las concentraciones letales obtenidas y los métodos de aplicación se comparan con las investigaciones similares que se han realizado con este extracto orgánico o la especie elegida, que cuentan con diferente metodología pero con un objeto similar al presente estudio. Por ejemplo, el estudio de (Palacios.S. et al., 2009) con pupa de la *Musca domestica* requirieron menos del 1 % de concentración para generar mortalidad, diferencias considerables, variaciones que se producen probablemente a partir del método de extracción, características genéticas y condiciones ambientales de cultivo (ASSUNCAO, 2013) a la etapa en que se encuentre el espécimen es decir, la etapa en su ciclo de vida.

El estudio de Bertoni (2013) quiso comparar el efecto insecticida entre 30 aceites esenciales entre los más efectivos *Minthostachys verticillata*, *Hedeoma multiflora* y *Citrus sinensis* para control de *Musca domestica*. El objetivo de este estudio era encontrar cuál de estos extractos era más efectivo frente a los plaguicidas sintéticos, *Citrus sinensis* no obtuvo la igualdad de efectividad como *M.verticillata* frente a los insecticidas sintéticos, pero explican que el aceite esencial de la naranja actúa 10 veces menos que los sintéticos, tal vez por un fenómeno sinérgico entre los metabolitos secundarios pueden dar lugar a una actividad biológica mayor o menor en comparación a los componentes aislados (Bertoni, 2013).

Con referencia a lo anterior, en segundo plano se encuentra el estudio de Kumar et al (2012), en el cual se buscó evaluar el efecto insecticida de *Citrus sinensis* sobre individuos de *Musca domestica* en diferentes etapas de vida mediante la técnica de fumigación; como resultados principales se obtiene la concentración letal 50 (CL50) la cual causa una mortalidad con un porcentaje de extracto diluido menor al 1% y un tiempo letal medio (TL50) que se encuentra comprendido entre los 2,3 y los 5,8 primeros días. A comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio se puede afirmar el resultado de la CL50 sobrepasa el valor establecido en la investigación de Kumar et al (2012) y que esta variabilidad puede deberse a que su estudio está basado en el uso del extracto de *Citrus sinensis* sobre pupas y larvas y por lo tanto se estima que el valor de la concentración de extracto es menor ya que al estar *Musca domestica* en sus primeras etapas de vida tiende a ser más vulnerable (Céspedes, 2012) y por lo tanto el extracto de *Citrus sinensis* puede que cause un mayor daño a los individuos.

Al realizar la aplicación del extracto natural de *Citrus sinensis* como insecticida en campo mediante la técnica de aspersión al interior de la vivienda, consideramos que no es efectivo este método como insecticida a ser administrado en lugares que tengan un flujo de aire libre, esto se

debe a que a diferencia de las condiciones de campo, en el laboratorio al efectuar los bioensayos los especímenes se encuentran en espacios confinados que limitan la entrada y la salida de aire natural e incluso no permiten que puedan desplazarse libremente, este aspecto es relevante ya que en condiciones de campo no es posible aislar una cantidad específica de individuos y mucho menos asegurar que estos permanezcan dentro del sitio de prueba y que sean los mismos que se observan desde el inicio del bioensayo, hasta el final. Por otra parte se aclara que si bien el extracto natural de *Citrus sinensis* no causa la muerte a los especímenes si ocasiona cambios en el comportamiento de estos puesto que causa por ejemplo disminución del vuelo, de su actividad propia y tiende a alejarlos de zonas en las que se puedan posar para descansar y se encuentren dentro del lugar de la aplicación, estos cambios de comportamiento pueden deberse a que posiblemente el extracto natural de *Citrus sinensis*, como se expresa en la investigación de Palacios, et al. 2009, actúa como biorepelente y podría ser favorable dentro de las viviendas al ser aplicado mediante aromatización.

En cuanto a los resultados obtenidos en campo no existe una bibliografía de soporte en la que el extracto de *Citrus sinensis* sea probado en condiciones de campo, entre estos soportes se encuentran las investigaciones de Palacios, et al. 2009, Bertoni, A. 2013 y Kumar, et al. 2012, en las cuales todos los bioensayos se realizaron en condiciones de laboratorio.

7. CONCLUSIONES

- ✓ El extracto de *Citrus sinensis* no genera la letalidad esperada para adultos a concentraciones entre 50% y 90% , debido al cambio de aplicación entre este rango que genere menor volumen de concentración.
- ✓ El efecto insecticida del extracto etanólico de *C. sinensis* aplicado por método de aspersion sobre adultos de *Musca domestica*, muestra su mayor efectividad en concentraciones desde el 40% hasta 100% a 48 h de exposición para obtener el 100% de mortalidad en laboratorio, excepto el 50% y 75% debido al método de aplicación.
- ✓ La letalidad en los bioensayos de laboratorio que produce el extracto etanólico de *Citrus sinensis* es mucho menor a la esperada, ya que al ser utilizado con concentraciones bajas en las que se incluye el 1%,3%,4% y 10% su resultado es prácticamente nulo, por otro lado, al emplear concentraciones mayores (del 30% hacia arriba), se observa que empieza a actuar con una mayor efectividad.
- ✓ De la aplicación al exterior se deduce que el rendimiento del extracto de *C. sinensis* al ser usado mediante la técnica de aromatización no es efectivo para la letalidad de ejemplares. Por otro lado, se confirma que este extracto puede ser efectivo al emplearse como repelente.
- ✓ El análisis Probit evidencio que la concentración letal 50 (CL50), corresponde al uso del extracto de *Citrus sinensis* al 60,352% de concentración, resultado muy elevado teniendo en cuenta que si se quiere eliminar el 100% *Musca domestica* según el método Probit se debe usar una concentración que excede el límite de pureza (217,297%) por lo tanto no es factible.
- ✓ El extracto etanólico de *Citrus sinensis* es una buena alternativa de repelente orgánico y en condiciones de laboratorio podría llegar a ser un insecticida viable para el control de *Musca domestica*, ya que este tiende a ser compatible con el medio ambiente, es biodegradable y no

tiene grado de toxicidad para el ser humano, además su porcentaje de efectividad podría variar dependiendo del método de obtención y el origen del fruto.

- ✓ El extracto de *Citrus sinensis* contiene las características necesarias para repeler y controlar la *Musca domestica* en condiciones ambientales por más de tres horas en la zona aplicada, sin embargo, requiere de concentraciones altas que exceden la normatividad.

8. RECOMENDACIONES

- ✓ Se aconseja la utilización de métodos distintos a la hora de hacer la extracción del aceite esencial debido a que con el método empleado en el presente proyecto la efectividad del extracto pudo haber disminuido.
- ✓ Realizar el estudio del uso de *Citrus sinensis* como repelente ya que su efectividad como insecticida en adultos de *M. domestica* es mínima al seguir la metodología del presente proyecto.
- ✓ Se sugiere la búsqueda de una técnica de aplicación en la que todas las concentraciones puedan ser administradas de la misma forma y así no se reduzca el efecto insecticida.
- ✓ En caso de realizar la prueba de aromatización con el extracto de *Citrus sinensis* en campo se recomienda el uso de un pebetero eléctrico ya que tiene probabilidades de producir más cantidad vapor y por lo tanto el radio de acción puede ser mayor.
- ✓ Debido a que *Musca domestica* es una especie de díptero que tiene una capacidad de reproducción y supervivencia alta casi en cualquier situación o entorno; se aconseja hacer el estudio del extracto de *Citrus sinensis* en diferentes plagas de importancia sanitaria como el mosquito *Aedes aegypti* que tal vez puedan llegar a ser más susceptibles a los efectos de este.
- ✓ Dado que los ejemplares de *Musca domestica* adultos son muy resistentes, se recomienda el uso del extracto de *Citrus sinensis* como larvicida ya que tal vez los efectos en cuanto a letalidad pueden llegar ser más satisfactorios.
- ✓ En caso de hacer la continuación de la investigación se recomienda que al estar preparado el extracto, este se utilice en el menor tiempo posible.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Assunção G. V. *Caracterização química e avaliação da atividade larvicida frente ao Aedes aegypti do óleo essencial da espécie Citrus sinensis L. Osbeck (la ranja doce)*. 2013. 93 f. Disertación (Disertación (Mestrado em Química: Área de concentração em Química Delaware Produtos Naturais mi Alimentos) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2013
- BAYER. Environmental Science. *Insectos voladores - Mosca*. Argentina: BAYER. Recuperado de <http://cropscience.bayer.com.ar/proteccion/plagas/insectos-voladores/mosca>.
- BBC, Mundo. (28 de noviembre del 2017). *La enorme cantidad de bacterias que transportan las moscas comunes (y cómo pueden propagar enfermedades)*. BBC. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-42137669>.
- Bertoni O. A. (2013). *Insecticida natural para el control de Musca domestica en base a aceites esenciales y sus componentes*. Recuperado de <http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/75/1/2012.%20Bertoni.%20Insecticida%20natural%20para%20el%20control.pdf>.
- Cámara Argentina de Feedlot (CAF). (2012). *Guía de control de moscas, control integral de Moscas en Feedlot*. Recuperado de http://www.feedlot.com.ar/sitio/?page_id=1856.
- Castellanos, F., A. Perea V. y C. Ortiz L. 2007. *Obtención de alcohol perílico alcohol por perílico biotransformación por del biotransformación limonenol del limoneno*. Sci. Tech. 13(33), 137-140.
- Celia, C. y Mediadora, C. 1990. *Etiology and epidemiology of diarrhea*. Microbiol Infect Dis 19(2), 51-53.
- Cerón, I. y C. Cardona. 2011. *Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de la cáscara de naranja*. Ing. Cienc. 7, 65-86.
- Céspedes, N. (Febrero, 2012). *Programa de control integral de moscas*. Revista entorno ganadero, 52. Recuperado de <https://www.ganaderia.com/destacado/Programa-de-control-integral-de-moscas>.

- Chavarrias, M. (23 de abril de 2009). *Mosca y Salmonella en aves*. Consumer Eroski Recuperado de < <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2008/03/31/175757.php>>.
- Cisneros, F. (1995). *Control de plagas agrícolas*. Recuperado de < http://www.avocadosource.com/books/CisnerosFausto1995/CPA_6_PG_84-88.pdf>.
- Davies, F.S., Albrigo, L.G., 1994. *Citrus*. Crop Production Science in Horticulture. CAB International, Gran Bretaña, pp. 52-82, 202-224.
- Diaz, S., Espinosa, S., Brignole, E.A., 2005 *Citrus peel oil deterpenation with supercritical fluids*. Optimal process and solvent eyele desing. J. of supercrit. Fluids 35, 49-61.
- Díaz, J, Martínez. G, Moreno. G, Velandia. D, Acosta. K, Tamayo. D., (26 de abril del 2017). *Problemática de Basuras en el Relleno Sanitario Doña Juana*. Fundación Universitaria Horizonte, Colombia Recuperado de http://www.unihorizonte.edu.co/revistas/semilleros/vol/Vol_2_Nro_1_2017/1/Impacto_Ambiental_Centro_de_Acopio_DONA_JUANA.pdf.
- Dwight D.Bowman, Randy Carl Lynn y Mark L.Eberhard. (2009) *PARASITOLOGIA PARA VETERINARIOS, octava edición, universidad autónoma de Barcelona*. Recuperado de <<https://books.google.com.co/books?id=7tz60l7GVO8C&pg=PA13&dq=la+mosca+domestica&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjIj8yVkb7XAhXXkSYKHTnSAYQ6AEIKzAB#v=onepage&q=la%20mosca%20domestica&f=false>>.
- Echarri, L. (1998). Ciencias de la tierra y del medio ambiente. *Tipos de pesticida*. . Libro electrónico Recuperado de <<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/09ProdQui/112TiposPest.htm>>.
- Falder, R.A, 2003. *Enciclopedia de los alimentos: frutas. I. cítricos. Distribución y Consumo* 69, 115-140.
- García, A y Flores, D. (2015). *Caracterización del contenido y de la composición de los carotenoides en frutos de nuevos híbridos de cítricos*. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de < https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/66323/TFGALEXANDRE%20GARCIADAVIS%20FLORES_14489077479685207796532016718424.pdf?sequence=1>.

- Hernández, J. (2014). *Crecimiento y producción de naranja cv. Valencia Citrus sinensis (L.) Osbeck, como respuesta a la aplicación de correctivos y fertilizante*. Universidad nacional de Colombia. Recuperado de <<http://bdigital.unal.edu.co/11842/1/8161113.2014.pdf>>.
- Hurtado, P.; Villa, A.; (2016). Universidad de Antioquia. *Revista colombiana de ciencias hortícolas* 7 (9) 7-19., *Estudio de mercado de aceite esencial de naranja en Colombia en el período 2009-2014*. Recuperado de <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_horticolas/article/view/4653/pdf>.
- IBM. (2010). *Manual del usuario del sistema básico de IBM Statistics 19*. IBM. Recuperado de <[http://www.cs.bme.hu/~kela/SPSSStatistics%20\(E\)/Documentation/Spanish/Manuals/IBM%20SPSS%20Statistics%2019%20Core%20System%20User%27s%20Guide.pdf](http://www.cs.bme.hu/~kela/SPSSStatistics%20(E)/Documentation/Spanish/Manuals/IBM%20SPSS%20Statistics%2019%20Core%20System%20User%27s%20Guide.pdf)>.
- Kumar, P.; Mishra, S.; Malik, A.; Satya, S. (Noviembre 2011). Insecticidal Evaluation of essential oils of *Citrus sinensis L.* (Myrtales: *Myrtaceae*) against housefly, *Musca domestica L.* (Diptera: *Muscidae*). Volume 110, Issue 5, pp 1929–1936 Recuperado de <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00436-011-2719-3#citeas>>.
- Ligro, M, Buszewski, B. (2003). *Study of VOC distribution in citrus fruits by chromatographic análisis*. *Anal. Bioanal. Chem.* 376:668-672.
- Manner,H.; Buker, R.; Easton Smith,V; Ward, D.; Elevitch, C. (Abril, 2006). *Citrus (citrus) and Fortunella (kumquat)*. Recuperado de <[http://www.guamsustainableag.org/fruittrees/Citrus-citrus%20\(11\).pdf](http://www.guamsustainableag.org/fruittrees/Citrus-citrus%20(11).pdf)>.
- Manrique, P y Delfín, H. (1997). *Importancia de las moscas como vectores potenciales de enfermedades diarreicas en humanos*. *Revista Biomédica.* 1 8:P163-170.
- Mendez.G.L., (2015).*Comparación de dos métodos de extracción del aceite esencial de Citrus sinensis*. *Revista Cubana de Farmacia.* 49(4):742-750.
- Moissant, E.; Tkachuk, O.; Roman, R. (2004). *Detección de agentes bacterianos en adultos de Musca domestica (Díptera: Muscidae) recolectadas en Maracay, Estado Aragua, Venezuela*. *Entomotrópica.* 19(3):161-164.
- Montoya G.C., (2010). *Aceites Esenciales Una Alternativa de Diversificación para el Eje Cafetero*. Universidad Nacional de Colombia. Recupedo de <<http://bdigital.unal.edu.co/50956/7/9588280264.pdf>>.

- Observatorio de salud ambiental. (noviembre del 2015). *Relleno sanitario Doña Juana*. Bogotá. Alcaldía de Bogotá. Recuperado de http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/INFORMACION%20COMUNIDAD/RSDJ_OSAB_03_11_2015.pdf.
- Orduz, J. Y Baquero, J. (2003). *Aspectos básicos para el cultivo de los cítricos en el Piedemonte Llanero*. Revista Achagua. 7 (9): 7-19.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).(2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>.
- Organización panamericana de la salud (OPS). (1964). *Guías de adiestramiento; Moscas de importancia para la salud pública y su control*. Recuperado de <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/1344/42163.pdf>.
- Ospina Chávez, J.; Ospina Paladines, J.; Bacca, C. (2007). *Análisis fitoquímico preliminar de las hojas de la especie columnea picta (capitana), planta utilizada por la comunidad awá cuaiquier como antiofídica*. Revista Cubana de Química, 20 (2): 59-63.
- Palacios, S.; Bertoni, A.; Rossi, Y.; Santander, R.; Urzúa, A. (2009). *La eficacia de los aceites esenciales de plantas comestibles como insecticidas contra la mosca de la casa, Musca domestica L*. Molecules. 14:1938-1947.
- Pérez, M.; Ruiz, D.; Schneider, M.; Autinod, J.; Romanellie, G. (2013). *La química verde como fuente de nuevos compuestos para el control de plagas agrícolas*. Revista Ciencia en Desarrollo. 4(2): 83-91.
- Quiceno, J.; Bastidas, X.; Rojas, D.; Bayona, M.: (2010). *Mosca doméstica portadora de patógenos*. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 13 (2): 23-29
- Ramírez. O. Y. (diciembre del 2012). *Mosca domestica (Musca domestica) como vector mecánico de enterobacterias en expendios de embutidos de Tunja (Boyacá- Colombia)*. Revista ciencia y agricultura. 9 (3): 34-39.
- Red Nacional de Protección de Alimentos (RENAPRA). (S.A). *Enfermedades transmitidas por alimentos*. Recuperado de <http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Publicaciones/Shigelosis.pdf>.

- Robinson H.W. (2005). *Urban insects and arachnids, a Handbook of urban Entomology*. Cambridge Recuperado de https://issuu.com/victormaestri/docs/handbook_of_urban_insects_and_-_wi.
- Rodrigo, M.J, Marcos, J.F, Zacarias, L. (2004). *Biochemical and molecular analysis of carotenoid biosynthesis in flavedo of orange (Citrus sinensis L.) during fruit development and maturation*. J. Agric. Food Chem. 52 (22):6724-6731.
- Romero, M. (2016). *Transformación del hábitat en el área de influencia directa del Relleno Sanitario Doña Juana entre los años 1988-2012. Las poblaciones Mochuelo Bajo y Mochuelo Alto, como estudio piloto*. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/55669/7/Mar%C3%ADaC.RomeroR.2016.pdf>.
- Rosero .M.J., (2015). “*Evaluación de la actividad insecticida del látex extraído del pela manos (Ficus subandina Dugand) administrado en alimentación y por aspersión a hormigas (Lasius niger), moscas domésticas (Musca doméstica) y caracoles (Hélix aspersa)*”. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3549/1/56T00465%20UDCTFC.pdf>.
- Sasaki, T.; Kobayashi, M.; Agui, N. (2000). *Epidemiologi-Epidemiological potential of excretion and regurgitation by Musca domestica (Diptera: Muscidae) in the dissemination of Escherichia coli 0157: H7*. Food. J. Med. Entomol. 37(6):945-949.
- Secretaria de salud (SDS). (Noviembre, 20015). *Relleno sanitario doña Juana*. Recuperado de http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/INFORMACION%20COMUNIDAD/RSDJ_OSAB_03_11_2015.pdf.
- Tomberlin, J. (2007). *Control de moscas domésticas*. Recuperado de <https://texashelp.tamu.edu/wp-content/uploads/2016/02/ER025S-controlling-houseflies.pdf>.
- Universidad del valle. (Julio del 2006). *Evaluación del impacto del relleno sanitario doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia*. Recuperado de http://www.hospitalvistahermosa.gov.co/web/node/sites/default/files/uploads/evaluacion_ImpactoRSDJ.pdf.
- Yáñez Rueda, X.; Mancilla, L.; Parada, D Y. (2007). *Estudio del aceite esencial de la cáscara de la naranja dulce (Citrus sinensis, variedad Valenciana) cultivada en Labateca*

(Norte de Santander, Colombia). Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. 5 (1): 3-8.

- Zarrad, K., A.B. Hamouda, I. Chaieb, A. Laarif y J.M.-B. Jemâa. (2015). *Chemical composition, fumigant and anti-acetylcholinesterase activity of the Tunisian Citrus aurantium L. Essential oils*. Ind. Crops Prod. 76, 121-127. Doi: 10.1016/j.indcrop.2015.06.039.

10. ANEXOS

Anexo A. Comparaciones múltiples - prueba Tukey (IBM SPSS)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Ejemplares muertos						
HSD Tukey						
(I) Concentracion	(J) Concentracion	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30%	40%	-19,50000*	1,26491	,000	-23,4059	-15,5941
	50%	,00000	1,26491	1,000	-3,9059	3,9059
	75%	-1,50000	1,26491	,759	-5,4059	2,4059
	100%	-25,50000*	1,26491	,000	-29,4059	-21,5941
40%	30%	19,50000*	1,26491	,000	15,5941	23,4059
	50%	19,50000*	1,26491	,000	15,5941	23,4059
	75%	18,00000*	1,26491	,000	14,0941	21,9059
	100%	-6,00000*	1,26491	,002	-9,9059	-2,0941
50%	30%	,00000	1,26491	1,000	-3,9059	3,9059
	40%	-19,50000*	1,26491	,000	-23,4059	-15,5941
	75%	-1,50000	1,26491	,759	-5,4059	2,4059
	100%	-25,50000*	1,26491	,000	-29,4059	-21,5941
75%	30%	1,50000	1,26491	,759	-2,4059	5,4059
	40%	-18,00000*	1,26491	,000	-21,9059	-14,0941
	50%	1,50000	1,26491	,759	-2,4059	5,4059
	100%	-24,00000*	1,26491	,000	-27,9059	-20,0941
100%	30%	25,50000*	1,26491	,000	21,5941	29,4059
	40%	6,00000*	1,26491	,002	2,0941	9,9059
	50%	25,50000*	1,26491	,000	21,5941	29,4059
	75%	24,00000*	1,26491	,000	20,0941	27,9059

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Anexo B. Modelo Probit (IBM SPSS) CL50 YCL90

Límites de confianza							
	Probabilidad	95% de límites de confianza para Concentracion			95% de límites de confianza para logaritmo (Concentracion) ^b		
		Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT ^a	,010	5,899	.	.	,771	.	.
	,020	7,746	.	.	,889	.	.
	,030	9,208	.	.	,964	.	.
	,040	10,487	.	.	1,021	.	.
	,050	11,658	.	.	1,067	.	.
	,060	12,756	.	.	1,106	.	.
	,070	13,804	.	.	1,140	.	.
	,080	14,815	.	.	1,171	.	.
	,090	15,799	.	.	1,199	.	.
	,100	16,762	.	.	1,224	.	.
	,150	21,416	.	.	1,331	.	.
	,200	26,021	.	.	1,415	.	.
	,250	30,752	.	.	1,488	.	.
	,300	35,730	.	.	1,553	.	.
	,350	41,059	.	.	1,613	.	.
	,400	46,850	.	.	1,671	.	.
	,450	53,228	.	.	1,726	.	.
	,500	61,352	.	.	1,781	.	.
	,550	68,430	.	.	1,835	.	.
	,600	77,746	.	.	1,891	.	.
	,650	88,710	.	.	1,948	.	.
	,700	101,941	.	.	2,008	.	.
	,750	118,443	.	.	2,074	.	.
	,800	139,980	.	.	2,146	.	.
	,850	170,075	.	.	2,231	.	.
	,900	217,297	.	.	2,337	.	.
	,910	230,545	.	.	2,363	.	.
	,920	245,855	.	.	2,391	.	.
	,930	263,864	.	.	2,421	.	.
	,940	285,541	.	.	2,456	.	.
	,950	312,446	.	.	2,495	.	.
	,960	347,313	.	.	2,541	.	.
	,970	395,553	.	.	2,597	.	.
	,980	470,208	.	.	2,672	.	.
	,990	617,496	.	.	2,791	.	.

a. Se utiliza un factor de heterogeneidad.
b. Base de logaritmo = 10.

Anexo C. Aplicación de formula HSD para prueba Tukey

$$HSD = qa \times Sm = (qa) \left(\sqrt{\frac{Ms}{n}} \right)$$

$$HSD = qa \times Sm = (4,08) \left(\sqrt{\frac{3,20}{4}} \right) = 3,63$$

qa: Valor tabulado en el rango estudentizado de Tukey

Sm: Estándar d error de las medias

Ms: Media cuadrática dentro de los grupos (análisis ANOVA)

n: Número de medias

Anexo D. Resultados crudos de la mortalidad de Musca domestica en condiciones de laboratorio.

Fecha	1 %	3 %	4 %	10 %	30 %	40 %	50 %	75 %	100 %
23 de Mayo del 2018 – 30 ejemplares									
Horas									
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	1	0	0	0	1	6
24	0	0	0	2	1	5	2	1	30
36	0	0	0	2	2	13	2	3	30
48	0	6	0	2	4	27	4	7	30
14 de Junio del 2018 -30 ejemplares									
Horas									
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	2	0	0	2
24	0	0	0	1	0	8	1	0	8
36	0	0	1	1	3	17	3	5	15
48	0	0	1	2	5	21	5	8	30
22 de junio del 2018 -30 ejemplares									
Horas									
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	1	2	1	1	0	10
36	0	0	0	2	2	3	1	0	23
48	0	0	0	2	5	23	6	2	30
26 de junio del 2018 -30 ejemplares									
Horas									
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	4	0	2	4
24	0	0	0	1	0	16	2	6	19
36	0	0	0	1	3	29	2	7	23
48	0	0	0	2	4	30	3	7	30
Medi a	0	6	1	2	5	25	5	6	30

Anexo E. Resultados de mortalidad tabulados de los bioensayos del extracto de *Citrus sinensis* en *Musca domestica* a condiciones de laboratorio en cuatro repeticiones (expresados en %).

		1	3	4	10	30	40	50	75	100%
		%	%	%	%	%	%	%	%	%
Repetición 1	Fecha	23 de mayo del 2018 – 30 ejemplares (cifras de mortalidad expresadas en %)								
	Horas									
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,000
		00	00	00	00	00	0	00	0	
	12	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,00	0,0	3,33	20,000
		00	00	00	33	00	0	00	3	
	24	0,0	0,0	0,0	6,6	3,3	16,6	6,6	3,33	100,00
	00	00	00	67	33	67	67	3	0	
36	0,	0,0	0,0	6,6	6,6	43,3	6,6	10,0	100,00	
	000	00	00	67	67	33	67	0	0	
48	0,0	20,	0,0	6,6	13,	90,0	13,	23,3	100,00	
	00	00	00	67	33	00	33	3	0	
Repetición 2	Fecha	14 de junio del 2018 -30 ejemplares (cifras de mortalidad expresadas en%)								
	Horas									
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,000
		00	00	00	00	00	0	00	0	
	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,66	0,0	0,00	6,667
		00	00	00	00	00	7	00	0	
24	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	26,6	3,3	0,00	26,667	
	00	00	00	33	00	67	33	0		
36	0,0	0,0	3,3	3,3	10,	56,6	10,	16,6	50,000	
	00	00	33	33	00	67	00	6		
48	0,0	0,0	3,3	6,6	16,	70,0	16,	26,6	100,00	
	00	00	33	67	66	00	66	6	0	
Repetición 3	Fecha	22 de junio del 2018 -30 ejemplares (cifras de mortalidad expresadas en %)								
	Horas									
	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,000
		00	00	00	00	00	0	00	0	
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,000	
	00	00	00	00	00	0	00	0		
24	0,0	0,0	0,0	3,3	6,6	3,33	3,3	0,00	33,333	
	00	00	00	33	67	3	33	0		

	36	0,0 00	0,0 00	0,0 00	6,6 67	6,6 67	10,0 00	3,3 33	0,00 0	76,667
	48	0,0 00	0,0 00	0,0 00	6,6 67	16, 66	76,6 67	20, 00	6,66 7	100,00 0
Repetición 4	Fecha Horas	26 de junio del 2018 -30 ejemplares <i>(cifras de mortalidad expresadas en %)</i>								
	2	0,0 00	0,0 00	0,0 00	0,0 00	0,0 00	0,00 0	0,0 00	0,00 0	0,000
	12	0,0 00	0,0 00	0,0 00	0,0 00	0,0 00	13,3 33	0,0 00	6,66 7	13,333
	24	0,0 00	0,0 00	0,0 00	3,3 33	0,0 00	53,3 33	6,6 67	20,0 0	63,333
	36	0,0 00	0,0 00	0,0 00	3,3 33	10, 00	96,6 67	6,6 67	23,3 3	76,667
	48	0,0 00	0,0 00	0,0 00	6,6 67	13, 33	100, 00	10, 00	23,3 3	100,00 0
	Me dia	0,0 00	20, 00	3,3 33	6,6 67	16, 66	83,3 33	16, 66	20,0 0	100,00 0