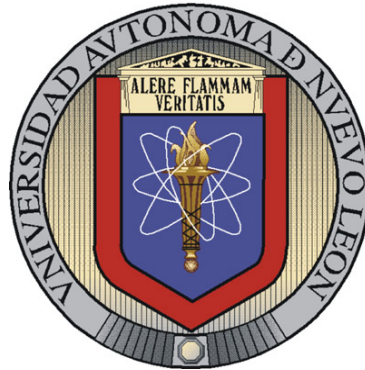


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**DIVERSIDAD DE DIPTEROS , TASA DE OVIPOSICIÓN Y RESPUESTA
CONDUCTUAL DE MOSCAS *CHRYSOMYA RUFIFACIES* (DIPTERA:
CALLIPHORIDAE) EN LA CIUDAD DE OAXACA, MEXICO**

Por

ALICIA FONSECA MUÑOZ

**Como requisito parcial para obtener el grado de
DOCTOR EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN
EN ENTOMOLOGÍA MÉDICA**

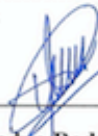
Mayo, 2018

**DIVERSIDAD DE DÍPTEROS , TASA DE OVIPOSICIÓN Y
RESPUESTA CONDUCTUAL DE MOSCAS *Chrysomya rufifacies*
(DIPTERA: CALLIPHORIDAE) EN LA CIUDAD DE OAXACA,
MÉXICO**

Comité de Tesis



Dr. Humberto Quiroz Martínez
Presidente



Dra. Violeta Ariadna Rodríguez Castro
Secretario



Dr. Carlos Solís Rojas
Vocal 1



Dra. Roberto Mercado Hernández
Vocal 2



Dra. Raúl Torres Zapata
Vocal 3

DIVERSIDAD DE DÍPTEROS , TASA DE OVIPOSICIÓN Y
RESPUESTA CONDUCTUAL DE MOSCAS *Chrysomya rufifacies*
(DIPTERA: CALLIPHORIDAE) EN LA CIUDAD DE OAXACA,
MÉXICO

Dirección de tesis



Dr. Humberto Quiroz Martínez
Director de tesis

DEDICATORIA

**A MI HERMANA EVANGELINA FONSECA MUÑOZ
DONDE QUIERA QUE ESTES**

AGRADECIMIENTOS

A Dios por bendecirme día a día en cada uno de mis proyectos

A mi familia por todo el amor y apoyo que siempre me han brindado, por jamás dudar de mi en mis estudios y llenarme de amor cada momento de mi vida, en especial a mi mamá a quien admiro con todo mi corazón.

A Iván Díaz Rodríguez por su apoyo y amor durante todo este tiempo

A los integrantes del laboratorio de Larvaterapia del hospital San José en especial a Liliana por su amistad, confianza, apoyo y sobre todo su entusiasmo en esta tesis.

Al Hospital San José en especial al Dr. Hugo Sarmiento Jiménez por todo su apoyo brindado durante todo este tiempo en mis proyectos de vida, al Licenciado Gonzalo Meixueiro por ser un gran soporte en mis ideas y en mis proyectos.

A Brenda Guadalupe por todo su apoyo, consejos y sobre todo motivación en este proyecto que ambas realizamos.

A mis amigas de la vida en especial a Amor Celeste quien siempre ha estado en todo momento dándome buenos consejos, a mis amigos en Oaxaca quienes siempre me han apoyado y motivado en todo momento (Marcela, Bety, Gabriel, Dulce, Nelvi y Tepech)

A los compañeros del SBIT Oaxaca por apoyarme en mis estudios

A los miembros de mi comité de tesis los doctores, Dr. Humberto Quiroz Martínez, Dr. Carlos Solís Rojas, Dr. Roberto Mercado Hernández, Dr. Raúl Torres Zapata, por su gran apoyo y sus comentarios enriquecedores.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1. Entomología forense	3
2.2. Etapas de descomposición cadavérica	4
2.3. Descomposición cadavérica sobre el suelo	4
2.4. Insectos de importancia forense	6
2.4.1. Familia Calliphoridae	6
2.5. Recursos efímeros de dípteros	10
2.6. Tasa de oviposición de dípteros de la familia Calliphoridae	11
III. JUSTIFICACIÓN	13
IV. HIPÓTESIS	14
V. OBJETIVOS	14
VI. DIVERSIDAD DE DIPTEROS DE IMPORTANCIA FORENSE EN VALLES CENTRALES OAXACA MEXICO	15
6.1. RESUMEN	15
6.2. INTRODUCCIÓN	16
6.3. MATERIAL Y MÉTODOS	17
6.3.1. Zona de estudio	17
6.3.2. Colocación de trampa	17
6.3.3. Captura e identificación de insectos adultos	18
6.3.4. Análisis estadísticos	18
6.4 RESULTADOS	19
6.4.1. Abundancia estacional por especie	19
6.4.2. Índice de la diversidad de especies Shannon-Weiner	22
6.4.3. Abundancia estacional para las especies más frecuentes	24
6.4.4. Índice de diversidad de Simpson	25
6.4.5. Índice de Riqueza de especies de Margalef	26
6.5. DISCUSIÓN	28

VII. RESPUESTA CONDUCTUAL Y TASA DE OVIPOSICION DE MOSCAS <i>CHRYSOMYA RUFIFACIES</i> CON LA PRESENCIA DE LARVAS <i>LUCILIA SERICATA</i> Y <i>LUCILIA CUPRINA</i> (DIPTERA: CALLIPHORIDAE)	33
7.1.RESUMEN	33
7.2.INTRODUCCIÓN	33
7.3.MATERIAL Y MÉTODOS	35
7.3.1. Colecta e identificación de las especies para la cría	35
7.3.2. Cría de las moscas para la atracción y oviposición	36
7.3.3. Prueba de respuesta de las moscas <i>Chrysomya rufifacies</i> con la presencia de larvas tercer estadio de <i>Lucilia sericata</i> , <i>Lucilia cuprina</i> y <i>Chrysomya rufifacies</i> (Diptera:Calliphoridae)	37
7.3.4. Prueba de Tasa de oviposicion de <i>Chrysomya rufifacies</i> con larvas de <i>Lucilia sericata</i> y <i>Lucilia Cuprina</i> (Diptera:Calliphoridae)	38
7.4. RESULTADOS	40
7.4.1. Análisis de contingencia para evaluar la dependencia de las variables "grupos" y "especies"	40
7.4.2. Análisis de correspondencia	43
7.4.3. Análisis de regresión logística multinomial de grupos y especies	45
7.4.4. Tasa de Oviposición de <i>Chrysomya rufifacies</i>	45
7.5.DISCUSIÓN	47
VIII.CONCLUSIONES	49
IX.PERSPECTIVAS	50
XI. BIBLIOGRAFÍA	51
XII. RESUMEN BIOGRÁFICO	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Modelo de las trampa colgante	18
Figura 2. Abundancia por especie registrada durante la temporada de invierno para las tres zonas de muestreo rural, semi rural y urbana.....	19
Figura 3. Abundancia por especie registrada durante la temporada de primavera para las tres zonas de muestreo.....	20
Figura 4. Abundancia por especie registrada durante la temporada de verano para las tres zonas de muestreo.....	21
Figura 5. Abundancia por especie registrada durante la temporada de otoño para las tres zonas de muestreo.....	22
Figura 6. Índice de diversidad de Shannon en las tres localidades rural, semi rural y urbana en las cuatro estaciones del año.....	23
Figura 7. Abundancia estacional para las especies más frecuentes en todo el estudio. a) <i>C. albiceps</i> , b) <i>C. macellaria</i> , c) <i>C. megacephala</i> , d) <i>C. putoria</i> y d) <i>C. rufifacies</i>	24
Figura 8. Índice de Simpson para todas las zonas de estudio y para todas las estaciones del año.....	26
Figura 9. Índice de Margalef para las tres zonas de estudio y para todas las estaciones del año.....	27
Figura 10. Necrotrampa utilizada par colecta de moscas.....	36

Figura 11. Jaula experimental conductual.....	38
Figura 12. Frecuencias de conducta de <i>Chrysomya rufifacies</i> en presencia de larvas <i>Lucilia cuprina</i> , <i>Lucilia sericata</i> y control A) Especies y B) Grupal	41
Figura 13. Porcentaje de atracción de moscas <i>Chrysomya rufifacies</i> por presencia de larvas tercer estadio de <i>Lucilia sericata</i> , <i>Lucilia cuprina</i> y <i>Chrysomya rufifacies</i>	42
Figura 14. Presencia de <i>Chrysomya rufifacies</i> grupal machos, hembras y grávidas.	42
Figura 15. Presencia de <i>Chrysomya rufifacies</i> hembras, grávidas y machos con las especies <i>Lucilia cuprina</i> y <i>Lucilia sericata</i>	44
Figura 16. Análisis de correspondencia de grupos y especies	45
Figura 17. Porcentaje de oviposición de <i>Chrysomya rufifacies</i> en presencia de larvas <i>Lucilia cuprina</i> , <i>Lucilia sericata</i> y control.....	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Prueba de Kolmogorov-Smirnov de frecuencias.....	40
Tabla 2. Análisis de regresión logística multinomial de especies y grupos.....	46

LISTA DE SIMBOLOS Y ABREVIATURA

Sigla	Significado
I.P.M	Intervalo Post Mortem
L.T.	Larvaterapia
L	Litros
gr	Gramos
ml	Mililitros
m	Metros
Fig	Figura
<i>C.rufifacies</i>	<i>Chrysomya rufifacies</i>
<i>L. sericata</i>	<i>Lucilia sericata</i>
<i>L. cuprina</i>	<i>Lucilia cuprina</i>

RESUMEN

El uso de artrópodos en investigaciones criminales es de gran importancia en estudios forenses. Los dípteros son los primeros colonizadores de un cadáver de los cuales una de las familias más importantes es la Calliphoridae, la cual contiene más de 1000 especies en 150 géneros distribuidos en todo el mundo. *Chrysomya rufifacies* ha sido considerada como la principal especie colonizadora de los cadáveres y depredadora facultativa. En el presente estudio se determinó la diversidad de dípteros de la familia Calliphoridae en tres localidades: urbana, semi-urbana y rural todas pertenecientes a la región de Valles Centrales de Oaxaca, México y la respuesta conductual y tasa de oviposición de moscas *Chrysomya rufifacies* ante la presencia larvas de *Lucilia sericata*, *Chrysomya rufifacies* y *Lucilia cuprina* (Diptera:Calliphoridae) . Se colectaron un total de 4938 moscas de las cuales *Chrysomya rufifacies* fue la especie que mayor abundancia presentó en las cuatro estaciones y las menos *las menos frecuentes fueron Cloroprocto idioidea, Bellardia vulgaris y Compsomyiops callpes y Lucilia mexicana*. En la región semi-rural se presentó la mayor riqueza de especies en todas las estaciones del año. En cuanto al índice de dominancia se presentó en invierno en la zona urbana y en primavera en la zona rural. El mayor índice de diversidad se encontró en las regiones semirural y urbana durante el invierno, sin embargo el menor índice se presentó en la rural en otoño. Los resultados de la atracción de las moscas no se detectó una tendencia, dependencia ni asociación estadística significativa con las hembras de *C. rufifacies* ni con la presencia de las larvas de las especies *L. cuprina* y *C. rufifacies*. En cuanto a la tasa de oviposición *Chrysomya rufifacies* fue mayor en presencia de larvas de *L. cuprina* y *L. sericata* respecto al grupo control. La principal contribución de este estudio fue conocer la diversidad de especies de califóridos durante las estaciones del año y su preferencia en cuanto a regiones rural, semirural y urbana, además conocer la conducta y ovoposición de la mosca *Chrysomya rufifacies* con respecto a la presencia de dos especies. Por lo que se sugiere hacer más estudios de diversidad de califóridos y conocer más la conducta de las relaciones intra e interespecíficas de las moscas califóridas para su uso en investigaciones forenses.

ABSTRACT

The use of arthropods in criminal investigations is of great importance in forensic studies. The flies are the first colonizers of a corpse of which one of the most important families is the Calliphoridae, which contains more than 1000 species in 150 genera distributed throughout the world. *Chrysomya rufifacies* has been considered as the main colonizing species of corpses and facultative predator. In the present study, the dipterous diversity of the Calliphoridae family was determined in three localities: urban, semi-urban and rural. All these locations belonging to the Central Valley region of Oaxaca, Mexico. The behavioral response and oviposition rate of *Chrysomya rufifacies* flies before the presence of larvae of *Lucilia sericata*, *Chrysomya rufifacies* and *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae) were analyzed. A total of 4938 flies were collected, of which *Chrysomya rufifacies* was the species with the greatest abundance in the four seasons and the least frequent were *Chloroprocto idioidea*, *Bellardia vulgaris* and *Compsomyiops callpes* and *Lucilia mexicana*. In the semi-rural region, the greatest species richness was present in all the seasons of the year. Regarding the dominance index, it was presented in winter in the urban area and in spring in the rural area. The highest index of diversity was found in the semi-rural and urban regions during the winter. However, the lowest index was found in the rural areas in autumn. The results of the attraction of the flies did not detect a tendency, dependence or significant statistical association with the females of *C. rufifacies* nor with the presence of the larvae of the species *L. cuprina* and *C. rufifacies*. Regarding the oviposition rate, *Chrysomya rufifacies* was higher in the presence of larvae of *L. cuprina* and *L. sericata* than in the control group. The main contribution of this study was to know the diversity of species of calliphorids during the seasons of the year and their preference in terms of rural, semi-rural and urban regions, in addition, to know the behavior and oviposition of the fly *Chrysomya rufifacies* with respect to the presence of two species. Therefore, it is suggested to do more studies on the diversity of calliphorids and to know more about the behavior of the inter and interspecific relationships of blow flies for their use in forensic investigations.

I. INTRODUCCIÓN

Los procesos de descomposición cadavérica son de gran interés en el campo de la criminología, en el cual los insectos colonizadores son utilizados como una evidencia forense debido a que permiten estimar el intervalo post-mortem (IPM) y brindar información acerca del sitio donde ocurrió la muerte. Cabe mencionar que no todos los insectos son constantes durante el año ya que existen diversos factores que afectan la diversidad y abundancia entre ellos las diferencias ecológicas y geográficas.

Entre los primeros insectos en colonizar los cadáveres se encuentran los Díptera y Coleóptera, seguidos de Himenóptera, Arácnida y Lepidóptera. El orden Díptera es uno de los más predominantes durante el proceso de descomposición y sucesión en los cadáveres, existen varias familias de dípteros que incluyen especies de importancia forense, entre las más importantes se encuentran Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Piophilidae y Stratiomyidae; de todas ellas las primeras cuatro desempeñan un papel importante en el proceso de descomposición. La familia Calliphoridae contiene más de 1000 especies, en 150 géneros de los cuales se encuentran distribuidos en todo el mundo (Henning, 1973), también es conocida como el colonizador inicial en los cadáveres, entre sus especies más representativas se encuentran *Cochliomyia macellaria* (Fabricius), *Lucilia sericata* (Meiguen) y *Lucilia cuprina* (Wiedemann); cabe mencionar que la diversidad de especies de califóridos depende de la ubicación geográfica de estudio, algunas de amplia distribución y otras restringidas a su localidad. La importancia de las especies que forman la familia Calliphoridae es amplia, las larvas pueden ser responsables de los cambios físicos más drásticos que ocurren en un cadáver, pueden a través de ellas estimarse el tiempo postmortem, algunas especies pueden ser depredadoras, otras pueden apoyar la investigación en criminalística a través de su contenido estomacal para aislar material genético. Así mismo las interacciones entre los califóridos en la sucesión y desintegración de un cuerpo es poco conocida, así mismo la atracción y la oviposición de dípteros como *Chrysomya rufifacies* con especies *Lucilia cuprina* y *Lucilia sericata* todas (Díptera: Calliphoridae) de la presencia de larvas y

huevos intra e interespecifica. Es por ello que el presente proyecto tiene como objetivo conocer la diversidad en tres localidades de Valles Centrales de Oaxaca, México. Así mismo evaluar la atracción y oviposición de moscas *Chrysomya rufifacies* en larvas y huevos expuestos de *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina* y *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae).

II. ANTECEDENTES

2.1 Entomología Forense

La Entomología Forense (EF) desempeña un papel esencial en la determinación del tiempo transcurrido desde la muerte o tiempo post mortem de un cadáver, a través de los insectos y otros artrópodos asociados a los cadáveres. El tiempo transcurrido desde la muerte es un asunto de suma importancia en el campo de la criminología, esto para poder establecer los motivos de la muerte e identificación del mismo. Las formas de poder obtener estos datos son a través de la observación externa del cadáver, donde incluye características esenciales tales como la temperatura corporal, livideces cadavéricas, rigidez, signos de deshidratación e invasión de animales entre ellos los insectos etc.

Los primeros estudios datan con la civilización China, donde usaron la presencia de moscas y otros insectos como parte de sus investigaciones sobre la escena del crimen (Greenberg y Kunich, 2002). En 1235, el autor Sung Tzú, escribió un manual de capacitación sobre la investigación de la muerte “Washing Away of Wrongs”, en el cual registra el caso del asesinato de un hombre con una hoz y para esclarecer el caso hizo que todos los hombres que poseían una hoz, la colocara frente a él, para que a los pocos instantes llegaran moscas a la hoz del asesino (McKington 1981).

El interés por observar y estudiar los insectos colonizadores en los cadáveres ha propiciado que muchas áreas de estudio se involucren: biólogos, médicos y legistas, inclusive algunos pintores mostraron obras de arte de la Edad Media (Benecke 2001). A partir de ello el interés por el tema de los insectos en la descomposición cadavérica ha llevado a muchos estudios al respecto (Wyatt y Villeneuve 1897; Anderson 2001).

2.2 Etapas de descomposición cadavérica

La descomposición cadavérica va relacionada a los factores ambientales que se originan en un organismo posterior a su muerte, ha sido el interés de estudio en muchas áreas de investigación forense, así mismo se han descrito varias etapas de descomposición cadavérica. Gennard (2009) describió tres etapas de descomposición cadavérica: autólisis, putrefacción y esquelética (diagénesis). La autólisis es cuando las

células del cuerpo son consumidas por las enzimas, lipasas, proteasas y carbohidratos; por otro lado, la putrefacción consiste en la descomposición de los tejidos causados por las bacterias, que como resultado causan gases como sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, dióxido de carbono, metano y amoníaco, entre otros; por otro lado algunos compuestos como escatol, putrescina y cadaverina son también miembros importantes en el proceso de descomposición. Por último cuando el tejido es degradado, el esqueleto es desintegrado por factores ambientales y finalmente integrado al suelo.

2.3 Descomposición cadavérica sobre suelo

Al cadáver se le puede asignar de uno a cinco condiciones post mortem, los cuales pueden ser relacionados con las ocho oleadas de artrópodos que sucesivamente invaden el cadáver en un periodo de tres años Mégnin (1887). Por otro lado Anderson y VanLaerhoven (1996) reconocieron cinco fases de descomposición de los cadáveres: fresco, hinchado, activa, decadencia y esquelética, los cuales a continuación se describen:

Estado fresco- El estado fresco comienza desde el momento de la muerte hasta los primeros signos de hinchazón del cuerpo. Los primeros organismos en llegar son las moscas de la familia Calliphoridae y Sarcophagidae. Las hembras ovipositan en cavidades como la cabeza (ojos, nariz, boca y orejas) y la región anogenital.

Estado hinchado- En este estado la descomposición del cuerpo continúa debido a la actividad bacteriana, esto es quizás la etapa más fácil de distinguir. Los gases generados por la actividad bacteriana causan en el cadáver hinchazón. Inicialmente el abdomen de los cadáveres se inflama y así continuamente todo el resto del cuerpo. La temperatura interna se eleva por efecto de los procesos de descomposición bacteriana y los fluidos derivados del metabolismo de las larvas salen por las aberturas naturales y se precipitan al suelo, lo que trae consigo la atracción de otros insectos (Gennard 2009).

Estado de descomposición activa -Esta etapa es fácil de reconocer, cuando la piel del cuerpo se rompe y esto permite que los gases puedan salir y así continuar el proceso de descomposición del cuerpo. En la fase final de este estado ocurre la fermentación y es

generado el ácido butírico (Gennard. 2009), permitiendo un periodo de putrefacción avanzada, el cual incluye la fermentación amoniacal del cuerpo con el cual muchos dípteros son atraídos, debido al olor secretado por el cuerpo, así mismo se encuentra la presencia de algunos depredadores coleópteros de la familia (Staphylinidae) los cuales se alimentan de algunas larvas y pupas (Smith 1986).

Etapa de decadencia -En esta etapa solamente se encuentran en el cuerpo la piel, el cartílago y los huesos con algunos restos de carne incluidos los intestinos. El gran indicador de esta fase es la presencia de algunos escarabajos y la reducción de los dípteros, algunas especies representativas de los escarabajos se encuentran *Nicrophorus cadaverinus* Hoffmann y *Saprinus rotundatus* Kugelann entre otros.

Etapa esquelética- En esta etapa lo único que predomina es el cabello y los huesos. No hay insectos que sean asociados con esta fase, aunque hay presencia de algunos escarabajos de la familia Nitidulidae, en esta etapa el cuerpo ha alcanzado su etapa final de descomposición.

2.3. Insectos de importancia forense

Las familias del orden Díptera más importantes se encuentran Calliphoridae Sarcophagidae, Muscidae y Piophilidae; por otro lado, del orden Coleoptera se encuentran Dermestidae, Staphylinidae y Cleridae (Amendt *et al* 2010). Byrd y Castner (2001), reportaron algunas especies como: *Phaenicia sericata*, *Lucilia illustris*, *L. cuprina*, *Phormia regina*, *Calliphora vicina*, *C. vomitoria*, *Chrysomya megacephala*, *C. rufifacies*, *C. macellaria*, *Fannia canicularis*, *Sarcophaga haemorrhoidalis*, *Piophila casei*, *Hermetia illucens*. Así mismo del Orden Coleoptera se encuentran *Nicrophorus sp.*, *Tanatophilus sp.*, *Dermestes ater*, *D. maculatus* y *D. caninus* entre otros.

2.4.1. Familia Calliphoridae

La familia Calliphoridae está ampliamente distribuida a nivel mundial, se reconocen alrededor de 1000 especies distribuidas a nivel mundial (Merritt y De Jong 2015; Byrd y Castner 2010). La mayoría de estos dípteros son de apariencia metálica, con colores tales como (verde, azul, negro y bronce), son atraídos por tejidos en descomposición, excremento, animales muertos, material vegetal y heridas expuestas (Byrd y Castner 2010).

Los dípteros de esta familia juegan un papel importante tanto en el área médica y forense, en el primero pueden causar miasis en los animales y humanos, en algunos casos causan severos daños a sus hospederos, ya que se alimentan de tejido necrosado y sano (Sherman 2000), tal es el caso de *Cochliomyia hominivorax* (Napoleón *et al* 2009), así mismo son causantes de enfermedades debido a que propagan microorganismos patógenos. Sin embargo, en algunos se utiliza una de sus especies *Lucilia sericata* como miasis inducida, esto es que se utilizan sus larvas desinfectadas para el desbridamiento de las heridas necrosadas en animales y humanos, donde las larvas se alimentan exclusivamente de tejido necrosado y respetan el sano, donde sus tres mecanismos de acción son la desinfección, el desbridamiento y la estimulación del tejido sano (Sherman 2014). Por otro lado son de importancia forense debido a que a la biología sus estados inmaduros sirven como herramienta en la determinación del intervalo-postmortem (Catts y Goff 1992).

Las moscas de esta familia son conocidas como moscas panteoneras, moscas muerteras y moscas verde botella entre otras. En la historia han sido una de las familias más abundantes, Greenberg (1973) Éxodos 8:21. 24. “Más si no quieres dejar ir a mi pueblo, he aquí que yo enviare un enjambre de moscas sobre ti y tus siervos.....”, Rognes (1991) Aquiles “Iliada” de Homero” mostró su temor a las moscas carroñeras, al ver como las larvas dejaban los cadáveres irreconocibles.

Las moscas de la familia Calliphoridae miden entre 6 y 12 mm de largo, todo va a depender de la especie y del grado de su alimentación en etapa larval, las hembras pueden ovipositar entre 150 a 200 huevos de coloración amarillo blanco, las hembras buscan cavidades como nariz, boca, aperturas corporales, estas mismas pueden localizar los lugares para ovipositar mediante dos procesos, la búsqueda visual y el olfato a través de los receptores en sus antenas (Byrd *et al* 2010). Su fase larvas consta de tres estadios llegando a alcanzar hasta 23 mm de longitud (Byrd *et al* 2010), su fase pupal puede variar de días, puede ser entre 6 y 8 días todo dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad del medio en el que se encuentren hasta llegar a su fase adulta.

***Lucilia cuprina* (Wiedemann)**- Esta especie se localiza en zonas cálidas subtropicales, habita América del Norte, Australia, Asia, y África, son moscas atraídas por materia orgánica en descomposición, principalmente carroña (Macquart). Las moscas *Lucilia cuprina* son conocidas comúnmente como moscardones australianos, moscas bronce (Byrd *et al* 2010). Son comúnmente encontrados en periodos de primavera a otoño, con una temperatura promedio de 29° C, son conocidas comúnmente como moscardones australianos, moscas bronce (Byrd *et al* 2010), los adultos miden entre 6-8 mm de longitud, su cuerpo es de forma ovalada presentan una coloración amarilla-verde cobriza opaca, los adultos son atraídos principalmente por la carroña, excremento y algunas veces de fruta en descomposición. Son insectos holometábolos, y las hembras llegan a ovipositar alrededor de 200 huevos en dos o tres lotes de huevos, los huevos eclosionan generalmente en un período de 12-24 horas dependiendo de las condiciones ambientales, Aaron *et al* (2009) menciona que los huevos pueden eclosionar en un lapso de 12 a 24 horas, posteriormente a la eclosión las larvas alcanzan a medir de 10 a 15 mm de longitud en un período de tres días, para después alcanzar la fase pupal en lugares secos y emerger dando lugar a moscas adultas. Generalmente, las moscas tienden para permanecer en un área, no se mueven lejos del acceso al agua y huéspedes (Comisión México Americana 2008). *Lucilia cuprina* es una especie utilizada en estudios de entomología forense, por ser una de las primeras especies en arribar a los cadáveres ayudando en la determinación del intervalo post-mortem.

***Lucilia sericata* (Meiguen)**- *Lucilia sericata* conocida comúnmente como moscardones, moscas verdes botella, presentan un color verde metálico, habitan zonas tropicales y son de distribución cosmopolita. Son insectos holometábolos y presentan fase huevo, larva (tres estadios), pupa y adulto. Las hembras ovipositan en forma de granos de arroz alrededor de 223 huevos teniendo en todo su ciclo de vida aproximadamente 3000 huevos (Wall 1993; Fleischmann *et al* 2004), generalmente presentan una coloración amarillenta, éstos son de aproximadamente 1.5 X 0.4 mm, la eclosión ocurre entre las ocho y diez horas después de la oviposición, posteriormente atraviesa tres estadios larvales mientras se alimentan de materia orgánica en descomposición hasta llegar a la fase pupa, para después emerger y dar paso a una mosca adulta, son de tamaño mediano y su cuerpo presenta coloración metálica, el tiempo en completar el ciclo le lleva alrededor de 28 días (Wall 1993; Fleischmann *et al* 2004). Son utilizadas en procesos para el desbridamiento de heridas necrosadas conocido a nivel mundial como la larvaterapia, este tratamiento es utilizado en diferentes partes del mundo siendo cada día mas aceptado en el área médica por sus beneficios en el tratamiento de las heridas, así mismo forman parte importante en estudios de entomología forense para el cálculo del intervalo post-mortem por ser una especie carroñera y que llega a los cadáveres unas horas después del deceso.

***Chrysomya rufifacies* (Macquart)**- Las moscas *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera: calliphoridae) son originarias de regiones orientales de Australia y del trópico, fue introducida a Estados Unidos en la década de 1980 (Wells, 2000). A menudo se encuentra acompañada de *C. megacephala*, habitan ambientes cálidos húmedos (Gennard, 2007). Se puede encontrar prácticamente durante todo el año y son intolerantes a los meses fríos. Son moscas con coloración verde brillante, su segmento abdominal tiene colocación de azul oscuro a negro (Byrd y Castner 2010),

Chrysomya rufifacies es una de las principales colonizadores de los cadáveres, a menudo en cuestión de horas después de la muerte. Son insectos holometábolos ya que su ciclo vital pasa por las fases de huevo, larva, pupa, y adulto. Las moscas son mejor conocidas como panteoneras y sus larvas como "larvas peludas ya que a diferencia de otras especies de califóridos, sus larvas presentan espinas carnosas a los costados en hileras de cada segmento de su cuerpo, en su tercer estadio larval llegan a medir

aproximadamente 14 mm de longitud, su fase pupa puede ocurrir cerca de la superficie del suelo o de carne en descomposición, posteriormente los adultos emergen renovando el ciclo de esta mosca, los adultos miden de 6-12 mm de longitud, las hembras llegan a ovipositar un promedio de 200 a 350 huevos. *C. rufifacies* de las principales especies en determinar el intervalo post-mortem ya que arriba en cuestión de horas después de la muerte y es una especie considerada depredadora y caníbal. Flores (2009) describe la depredación en larvas de *Cochliomyia macellaria*, así mismo con *Chrysomya megacephala* y *Cochliomyia macellaria* (Wells y Kurahashi, 1997; Wells y Greenberg, 1992).

2.5. Recursos efímeros de Dípteros.

Los recursos efímeros están disponibles en un corto periodo de tiempo, así mismo se encuentra en un estado de decadencia, por lo que su rápido deterioro solo admite una sola generación de especies (Atkinson y Shorrocks 1981). Los dípteros son de los principales colonizadores carroñeros donde la competencia puede estar entre organismos de la misma especie (intraespecífica) y de diferente especie (interespecífica), algunos de los factores que inciden en esta competencia pueden ser el espacio y factores de densidad. Una disparidad temporal entre especies similares puede conferir una ventaja competitiva en los colonizadores primarios en circunstancias de explotación del recurso. Un colonizador primario es poco afectado por la presencia de especies posteriores, pero el agotamiento del recurso puede ser un problema para los colonizadores tardíos tanto interespecíficos como intraespecíficos (Shorrocks y Bingley, 1994), es por ello que los colonizadores primarios llegan temprano para poder ganar ventaja en la competencia por el recurso sobre las especies tardías. Los colonizadores primarios carroñeros tienen una eficiente detección y ubicación, junto con una rápida alimentación y crecimiento (Tomberlin et al 2011; Beaver 1984).

En algunos casos la competencia por un recurso puede orillar a los insectos a diversas estrategias para sobrevivir entre ellos la depredación y el canibalismo. Las señales que alertan a un insecto carroñero de la presencia de un recurso que es propicio para su descendencia no son muy conocidas en los insectos carroñeros. Estas señales pudieran ser la descomposición de los restos causadas por las bacterias y otros insectos produciendo semioquímicos (LeBlanc y Logan 2010), los cuales pueden atraer o repeler a los depredadores de sus presas o bien viceversa. La competencia entre califóridos por restos en descomposición se lleva a cabo en estado larval, ya que en estado adulto no depende de la carroña para su sustento (Behaver 1977), por otro lado Nicholson (1957) menciona que existe competencia entre larvas por un recurso limitado, además observó en estado adulto las hembras compiten por la obtención de proteínas de hígado, siendo esto difícil por la alta densidad de adultos, y esto condujo a las hembras a no obtener

suficiente recursos para producir huevos. La cría de moscas califóridas bajo diversas densidades con una cantidad fija de recurso puede afectar la tasa de desarrollo de las moscas (Goodbrod y Goff 1990). Así mismo Wells y Greenberg (1992) describen que el incremento en las densidades interespecíficas tiene diferentes efectos sobre las tasas de desarrollo en función de las especies involucradas.

Chrysomya rufifacies, *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina* son algunas de las especies colonizadoras en los cadáveres y son utilizadas para estimar el intervalo post mortem (IPM). *C. rufifacies* actúa como colonizador secundario en vertebrados cadáveres (Norris 1959), son depredadores en el segundo y tercer instar con larvas de *C. macellaria* (Baumgartner 1993). Algunas investigaciones muestran que *C. rufifacies* demuestra una conducta depredadora cuando los recursos alimenticios son limitados debido a la competencia con otras moscas necrófagas (Goodbrod 1990). Por otro lado *Lucilia sericata* es reconocida por ser una de las ectoparásitos obligados primarios en las abejas (Hall y Wall 1995) y *Lucilia cuprina* es conocida por ser colonizador primario en los cadáveres (Kotze et al 2015). A pesar de la sucesión que tienen los insectos carroñeros en la desintegración de un cuerpo se sabe poco sobre el impacto en la competencia interespecífica, entre ellos una especie depredadora como *Chrysomya rufifacies* con especies *Lucilia cuprina* y *Lucilia sericata* todas (Diptera: Calliphoridae).

2.6. Tasa de oviposición de dípteros de la familia Calliphoridae

La oviposición de califóridos ha sido demostrado que se vean afectados por la presencia de especies depredadoras. Además los insectos utilizan recursos dispersos donde las hembras pueden evolucionar en diversos comportamientos para asegurar su descendencia (Ellis 2008). La preferencia de ovoposición de las hembras puede afectar directamente a la estimación del Intervalo Post mortem por retrasos o la aceleración de la puesta de huevos. Los complejos comportamientos de competencia y depredación pueden afectar fuertemente a las estrategias de supervivencia. Goff (2000) ha observado que *C. rufifacies* arriba antes de *C. megacephala*, donde retrasa la oviposición hasta que llega *C. megacephala*. Gao y Godoy (2007) observaron la preferencia de oviposición individual de tres califóridos, *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya albiceps* y *Lucilia eximia* con tres opciones simultáneas de carne picada y carne de res molida inoculados

con cultivos puros de larvas interespecificas de tercer estadio de las otras dos especies, donde *C. albiceps* conocida como depredadora ovipositó preferentemente en cultivos con *C. megacephala* y posteriormente con *L. eximia*; por otro lado *C. megacephala* prefirió ovipositar en cultivos con *L. eximia* y finalmente con *C. albiceps*; finalmente *L. eximia* ovipositó en *C. megacephala* y finalmente en *C. albiceps*, en donde finalmente se visualizó que las especies no-depredadoras ovipositan menor cantidad de huevos en cultivos con *C. albiceps* la cual es depredadora. Por otro lado Shah y Sakhawat (2004) mostraron que los califóridos muestran preferencias entre diferentes colores y etapas de carne.

Algunos estudios muestran la máxima tasa de reproducción de las hembras de la especie de *C. megacephala* es el día 19 (Gabre *et al* 2005), Byrd y Butler (1997) mostraron que el tiempo en desarrollarse de huevo a adulto de *Chrysomya rufifacies* fue de 190 a 598 horas a una temperatura constante de 31.5° C. Sus huevos no eclosionan a temperaturas menores de 9° C, las larvas no pupan con temperaturas menores a 15° C (Baumgartner 1993), Los huevos son depositados en orificios de los cadáveres, además, las hembras pueden ovipositar también en superficies tales como heridas (O'Flynn y Moorhouse 1979). Por otro lado Boatright y Tomberlin (2010) muestran que el gusano barrenador *Cochliomya macellaria* (Fabricius) se puede criar en cualquier tipo de sustrato de equino y porcino a temperaturas de 20.8 y 28.2° C.

III. JUSTIFICACIÓN

Los insectos son de gran importancia en criminología, ya que son una herramienta que contribuye a determinar el tiempo post mortem, las causas y el lugar de una muerte. Los dípteros juegan un papel muy importante en el proceso de descomposición cadavérica, ya que son los primeros en colonizar y utilizados como herramienta para calcular el intervalo post mortem. En el estado de Oaxaca México no se han realizado estudios de diversidad de dípteros de la familia Calliphoridae, es por ello que el presente trabajo contribuirá en conocer la diversidad de especies de esta familia en relación a la presencia de especies en tres localidades urbana, semi urbana y rural. Además *Chrysomya rufifacies* ha mostrado ser uno de los principales colonizadores y desintegradores en la descomposición de los restos, siendo uno de los principales depredadores y canibal en su fase larval, sin embargo se conoce poco sobre el impacto de una especie sobre otra especialmente cuando se trata de nuevas interacciones depredador-presa. Es por ello que el presente estudio beneficiará el conocimiento de la tasa de oviposición y comportamiento de la mosca *Chrysomya rufifacies* con presencia de larvas *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina*.

IV. HIPÓTESIS

Tanto la diversidad y la abundancia de dípteros califóridos se ven afectadas por localidad y estación del año, Así mismo la presencia de larvas de *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina* influyen en la atracción de moscas adultas de *Chrysomya rufifacies* a ovipositar.

V. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al conocimiento de dípteros califóridos en relación a la presencia de especies en tres localidades urbana, semi urbana y rural, tasa de oviposición y respuesta conductual de *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) en la Ciudad de Oaxaca, Mexico.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la diversidad de dípteros de la familia Calliphoridae en tres localidades urbana, semi-urbana y rural todas pertenecientes a la región de Valles Centrales de Oaxaca, México.
- Evaluar la respuesta conductual de moscas *Chrysomya rufifacies* ante la presencia de 100 larvas tercer estadio de *Lucilia sericata*, *Chrysomya rufifacies* y *Lucilia cuprina* (Diptera:Calliphoridae) en hígado de res.
- Evaluar la tasa de oviposición de moscas *Chrysomya rufifacies* ante la presencia de 50 larvas tercer estadio de *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina* (Diptera:Calliphoridae) en riñón de res.

VI. DIVERSIDAD DE DIPTEROS DE IMPORTANCIA FORENSE VALLES CENTRALES OAXACA MEXICO

6.1. RESUMEN

La familia Calliphoridae tiene una amplia distribución mundial que puede variar con respecto a la estación, hábitat y ubicación geográfica, las preferencias de algunos dípteros a diversos hábitats y estructura de comunidades pueden variar geográficamente algunos están relacionados con los humanos (eusinatópicas), en zonas de transición (hemisinatópica), y los que viven sin contacto humano (asinatópicas). En este estudio se determinó la diversidad de dípteros de la familia Calliphoridae en tres localidades: urbana, semi-urbana y rural todas pertenecientes a la región de Valles Centrales de Oaxaca, México. Se colocaron trampas aéreas con hígado de pollo durante 6 semanas por cada estación del año, siendo renovadas semanalmente, las moscas fueron identificadas mediante claves taxonómicas. Se colectaron un total de 4938 moscas de las cuales *Chrysomya rufifacies* fue la especie que mayor abundancia presentó en las cuatro estaciones del año principalmente en las zonas rural y urbana, las especies más frecuentes fueron *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya putoria* y *Chrysomya rufifacies* y las menos frecuentes fueron *Cloroprocto idioidea*, *Bellardia vulgaris* y *Comptosomyiops callpes* y *Lucilia mexicana*. En la región semi-rural se presentó la mayor riqueza de especies en todas las estaciones del año, seguido de la zona rural. En cuanto al índice de dominancia se presentó en invierno en la zona urbana y en primavera en la zona rural. El mayor índice de diversidad se encontró en las regiones semirural y urbana durante el invierno, sin embargo el menor índice se presentó en la rural en otoño. Esta información puede utilizarse para conocimiento de los califóridos en las tres regiones y para su futuro potencial en investigaciones forenses.

6.2. INTRODUCCIÓN

Los dípteros tienen la capacidad y eficiencia biológica para adaptarse a diversos ecosistemas, además tienen una amplia distribución geográfica y capacidad reproductiva (Valdes y Garcia 2014). Algunas familias de dípteros tales como Calliphoridae y Sarcophagidae juegan un papel importante en el proceso de descomposición de carroña. La familia Calliphoridae cuenta con aproximadamente 1100 especies distribuidas mundialmente (Merrit y De Jong 2015; Byrd y Castner 2010). Los califóridos son de importancia médica-veterinaria y forense, en el primero son vectores de patógenos y pueden causar miasis tanto en animales como humanos (Maldonado y Centeno 2003; Stevens, 2003; Hall and Wall 1995; Wall et al 1992), sin embargo también las larvas de *Lucilia sericata* pueden ser beneficiosas a la salud, ya que son utilizadas para el tratamiento de heridas necrosadas dicha terapia es conocida como larvaterapia (LT); por otro lado en el ámbito forense, los dípteros son los primeros colonizadores en los cadáveres y utilizados como herramienta en la determinación del intervalo post-mortem (IPM) (Byrd and Castner, 2001). Los califóridos son conocidos como moscardones, carroñeras, verde botella, y panteoneras entre otros. La mayoría de los dípteros presentan apariencia metálica con colores verde botella, negro brillante y azul, se encuentran mayormente en la carroña y en tejidos en descomposición. Los califóridos tiene una amplia distribución mundial, su distribución puede variar con respecto a la estación, hábitat y ubicación geográfica (Hwang y Turner, 2005). En los últimos años los estudios sobre diversidad de dípteros califóridos en ciudades de algunas partes del mundo ha incrementado, algunos países por mencionar son; Argentina (Centeno et al 2004), Brasil (Souza y Zuben 2012), China (Meng et al 2017), Estados Unidos (Brundage et al 2011), Perú (Baumgartner y Greenberg 1985), Finlandia (Nuorteva 1963) España (Wall et al. 1992), Colombia (Pinilla et al 2012) México (Flores 2009; Valdés y Garcia 2014)

Las preferencias de algunos dípteros a diversos hábitats y estructura de comunidades pueden variar geográficamente (Nuorteva 1963), algunos están relacionados con los humanos (eusinatópicas), en zonas de transición (hemisinatópica), y las que viven sin contacto humano (asinatópicas). Algunos estudios de califóridos sinatópicos han mostrado el interés de ciertas especies en algunos hábitats, dentro de los más estudiados se encuentran rurales, rurales pastizales, rurales boscosos, urbanos, ripa rio y forestal (Hwang y Turner 2005; Brundage et al 2011; Pinilla et al 2012). La distribución de las especies es de gran importancia debido a la salud y para los estudios forenses, sin embargo en México no ha sido del todo explorado del todo en cuanto a la diversidad, es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo el conocimiento de la diversidad de dípteros de importancia forense en tres áreas, urbana, semi urbana y rural en valles centrales de Oaxaca México.

6.3. MATERIAL Y MÉTODOS

6.3.1. Zona de estudio

La localidades experimentales se llevaron a cabo en tres municipios de acuerdo a su sinatropia quedando de la siguiente forma: **Hemisinatópica** Miahuatlán de Porfirio Díaz (17°19'01"N 96°30'00"O), **Eusinatropica** San Bartolo Coyotepec 16°57'29"N 96°42'27"O y **Asinatropica** Santa Cruz Xoxocotlán 17°05'00"N 96°45'00"O, todos los municipios pertenecientes al estado de Oaxaca Mexico.

6.3.2. Colocación de trampa

Para la obtención de los dípteros necrófagos adultos se emplearon trampas colgantes, modificadas de las descritas por Hwang y Turner (2005), las cuales consistieron en envases de plástico de 3 L de capacidad, los cuales el orificio se cortó y se pegó con cinta adhesiva en la parte inferior del envase (Imagen 1), a cada trampa se le colocó 200 gramos de hígado de pollo fresco cortado en trozos y 250 ml de agua modificado de (Brundage *et al.*, 2011), las trampas se colgaron en arboles a 1.5 m del nivel del suelo con tres replicas por localidad, la distancia entre cada una de ellas fue al azar y cada trampa fue monitoreada semanalmente y renovada por una nueva, esto durante 6 semanas por cada estación del año.



Figura. 1 Modelo de las trampas colgantes (Foto: Alicia Fonseca Muñoz)

6.3.3. Captura e identificación de insectos adultos

Los insectos se tomaron cuidadosamente con pinzas entomológicas (Bioequipt E.U.) y fueron depositados en viales con alcohol etílico al 70% donde posteriormente se montaron para su identificación taxonómica. La identificación de los dípteros se realizó mediante uso de claves de Whitworth (2006)

6.3.4. Análisis estadísticos

Se realizaron los siguientes análisis de diversidad de índice de Margalef (DMg), índice de Simpson (λ), Índice de Shannon-Weinner (H')

6.4. RESULTADOS

6.3.1. Abundancia estacional por especie

En invierno se observó que la mayor abundancia se presentó para las especies *C. albiceps* y *C. ruffacies*, seguido de *C. putoria*; todas ellas en el ambiente rural. Por otro lado en el ambiente rural no se encontró *L. sericata*, *L. elongata* y *L. magicornis*. En cuanto *L. magicornis* y *L. elongata* solo se reportó para la zona semirural. La menor abundancia en el ambiente rural fue para *C. megacephala*, en el semirural *L. magicornis* y para urbano *Lucilia sericata* (Figura 2).

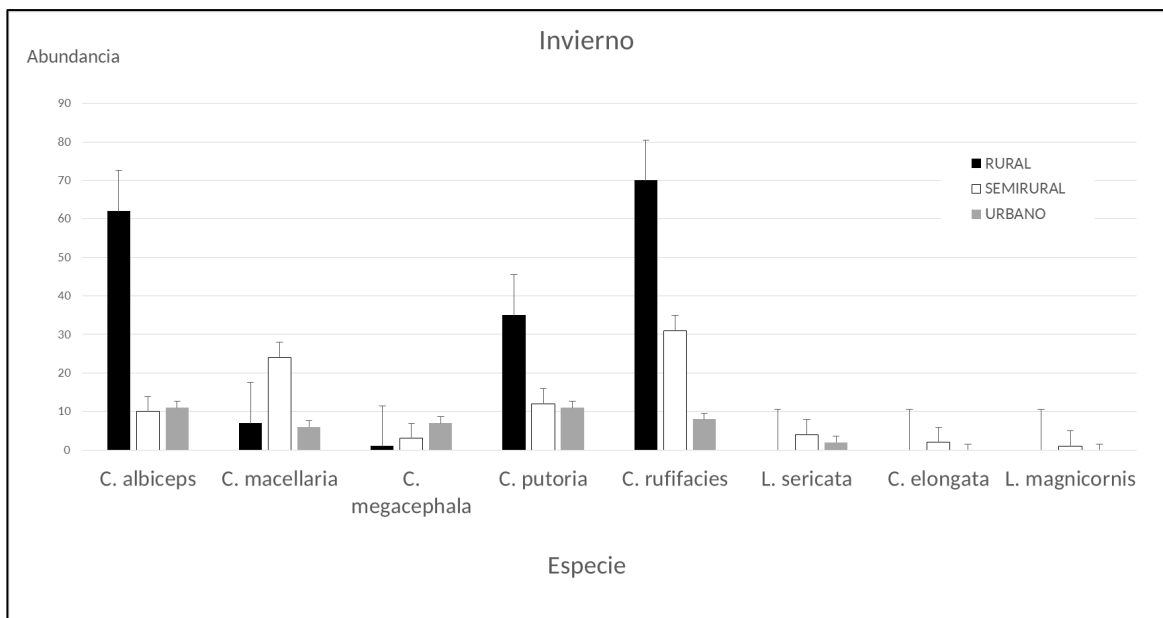


Figura 2. Abundancia por especie registrada durante la temporada de invierno para las tres zonas de muestreo rural, semi rural y urbana.

En la primavera, la abundancia por especie se mostró diferente al invierno, la especie más abundante fue *C. rufifacies* en el ambiente urbano. A diferencia del invierno, aquí hubo ausencia de las siguientes especies: *L. elongata* y *L. magicornis* en todos los ambientes de estudio (Figura 3). En relación a las otras especies su abundancia se mantuvo en valores similares o en algunos casos con una disminución, sin embargo su presencia siguió reportándose como parte de la diversidad.

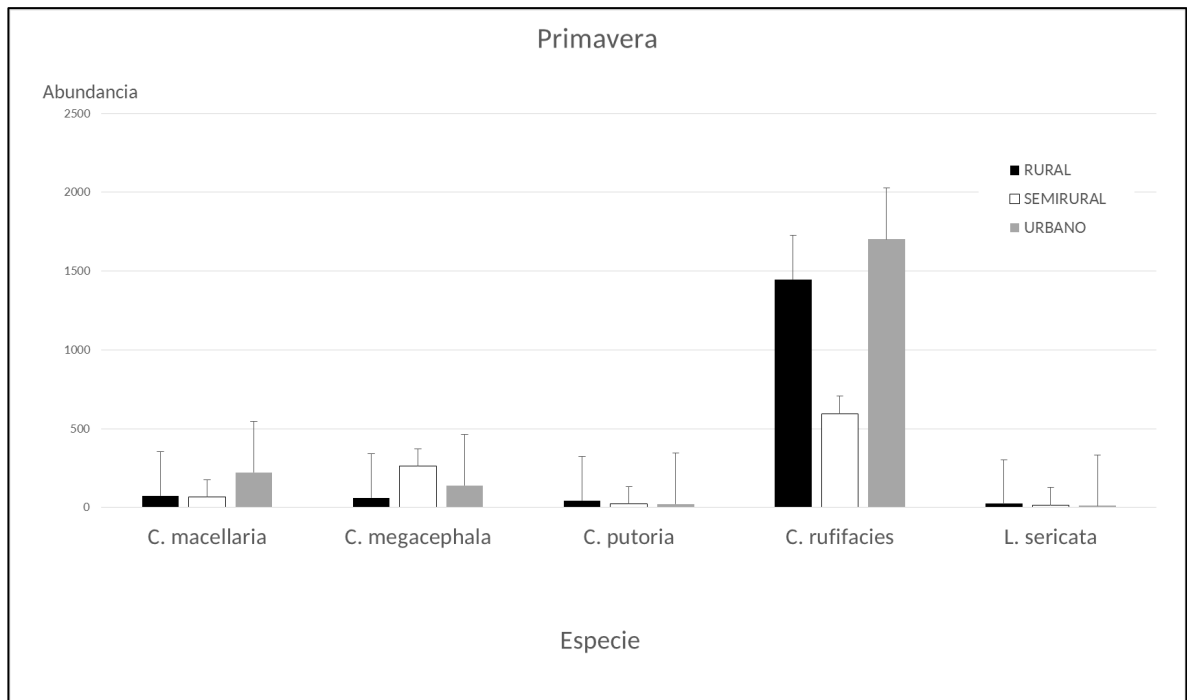


Figura 3. Abundancia por especie registrada durante la temporada de primavera para las tres zonas de muestreo.

En la figura 4 muestra la abundancia de las especies registradas por zona de colecta para el verano, se observó que la abundancia de las especies se incrementó en comparación con la primavera, además se reportó la presencia de *L. sericata* de nuevo; esto para zona rural y semirural, aunque se mantiene ausente en la zona urbana. Se detectó por primera ocasión en este estudio la presencia de *Protocalliphora rognesi* exclusivamente para el ambiente semirural con una abundancia mínima (un individuo de cada especie). La mayor abundancia se reporta para *C. ruffifacies* en la zona semirural, aunque en la zona urbana también se observó un valor de abundancia alto; no así para la zona rural que si bien no es bajo, sí es menor en comparación. El resto de las especies (*C. albiceps*, *C. macellaria*, *C. megacephala* y *C. putoria*) mantienen su presencia desde el invierno y aunque en primavera su abundancia se determinó con un valor menor, en el verano esta abundancia se incrementó incluso en algunos casos mayor a lo reportado en invierno.

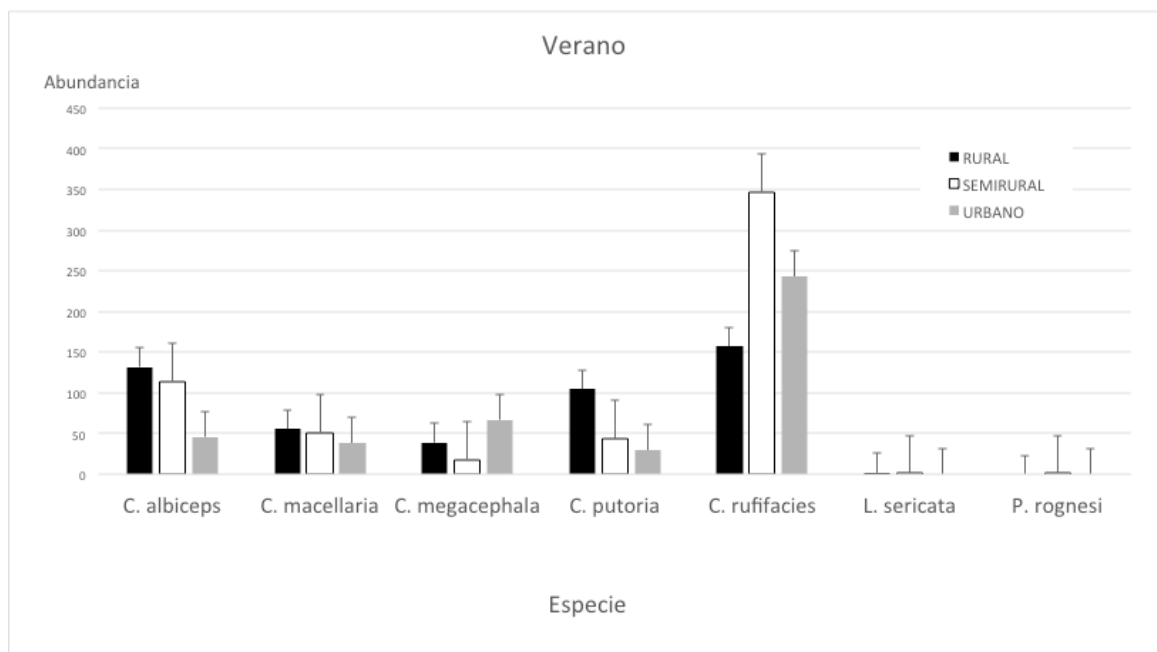


Figura 4. Abundancia por especie registrada durante la temporada de verano para las tres zonas de muestreo

En relación a lo registrado en el otoño la abundancia y composición cambió de nuevo como se muestra en la figura 5. La mayor abundancia la tiene *C. rufifacies* mismas que en todas la épocas estuvo presente en abundancia; aquí en otoño se reporta su valor más alto para la zona urbana, aunque es baja en las zona semirural y rural. Se reporta de nuevo *L. elongata* aunque en un nivel bajo, además se registra por primera ocasión para este estudio *Cloroprocto idioidea*, *Bellardia vulgaris* y *Compsomyiops callpes* y *Lucilia mexicana*; todas ellas en abundancia mínima (de una a cuatro individuos).

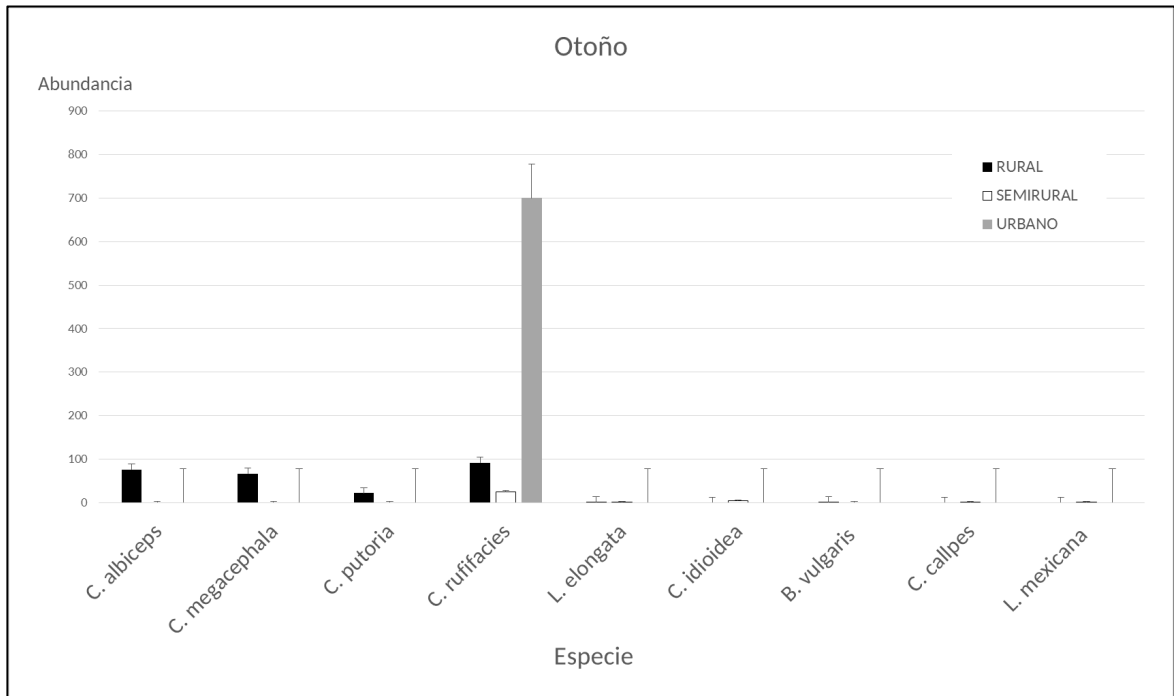


Figura 5. Abundancia por especie registrada durante la temporada de otoño para las tres zonas de muestreo.

6.4.2. Índice de la diversidad de especies Shannon-Weiner

En invierno la diversidad se observó similar en las zonas semi rural y urbana y para la rural esta se reporta menor a los dos anteriores. En primavera en las tres zonas hubo una disminución de la diversidad, siendo la más baja la zona rural seguida de la urbana y por último la semirural que si bien es la mayor aquí no está en el nivel del invierno. Durante el verano la diversidad aumentó. Por último en otoño la diversidad disminuyo en el sistema rural y semirural con valores inferiores al verano (Figura 6)

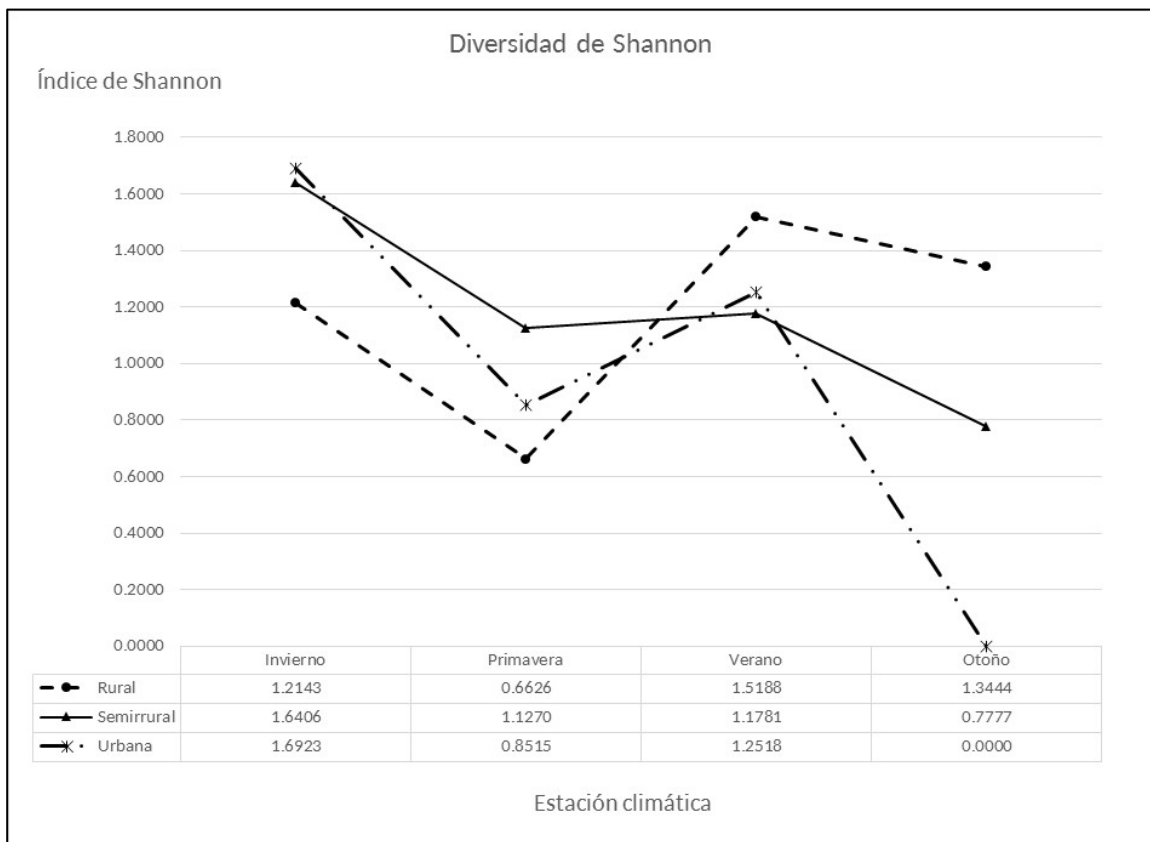


Figura 6. Índice de diversidad de Shannon en las tres localidades rural, semi rural y urbana en las cuatro estaciones del año.

6.4.3. Abundancia estacional para las especies más frecuentes

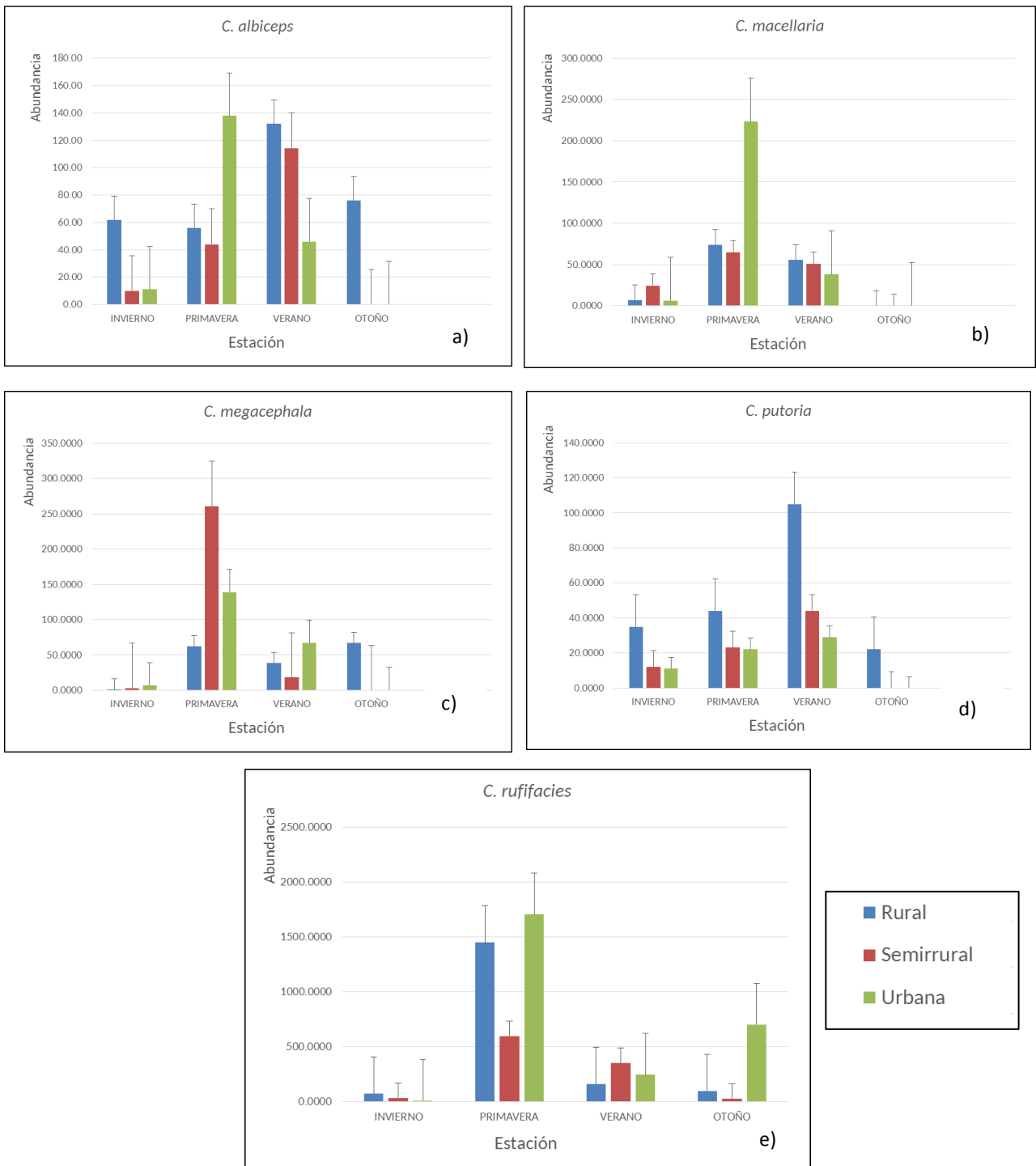


Figura 7. Abundancia estacional para las especies más frecuentes en todo el estudio. a) *C. albiceps*, b) *C. macellaria*, c) *C. megacephala*, d) *C. putoria* y d) *C. rufifacies*

En el caso de *C. albiceps* lo que se observó en la figura 7 se muestran las especies mas frecuentes en todo el estudio, siendo *C. albiceps*, *C. macellaria*, *C. megacephala* y *C. rufifacies*. En invierno no mostraron tanta frecuencia las especies a excepción de *C. albiceps* y *C. putoria* que fueron las mas altas en la región rural, sin embargo en primavera las mas altas frecuencias fueron en la zona rural por *C. albiceps* , *C. macellaria* y *C. rufifacies*, seguidos de *C. megachepala* en la región semirural. En cuanto a verano *C. albiceps* mostró el mas alto índice de frecuencia en las zonas rural y semi rural, seguida de la zona rural por *C. putoria*, en cuanto a otoño el más alto índice lo mostro nuevamente *C. albiceps* en la zona rural seguida de *C. rufifacies* en la zona urbana.

6.4.4. Índice de diversidad de Simpson

En la figura 8 se observó que la tendencia en las tres zonas es partir de una baja dominancia en invierno a un aumento en primavera para posteriormente disminuir en verano y por último incrementar en otoño.

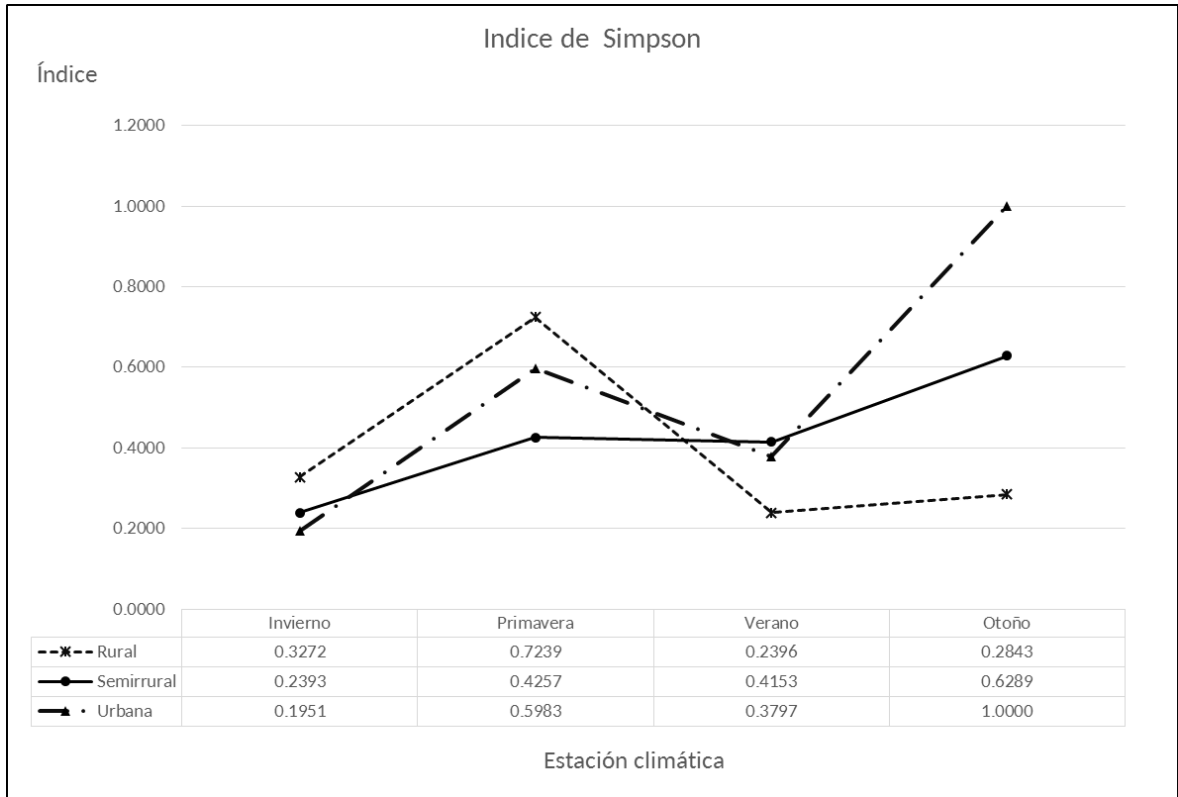


Figura 8. Índice de Simpson para todas las zonas de estudio y para todas las estaciones del año

6.4.5. Índice de Riqueza de especies de Margalef

En la figura 9 se representa los valores del índice de Margalef estimados por zona de estudio y por las cuatro estaciones que abarcó este estudio. Considerando los valores se observa que la diversidad se comporta de manera similar en los tres ambientes, del invierno a la primavera disminuye para luego incrementarse en verano y luego mantenerse casi sin cambio hacia el otoño excepto en el ambiente urbano, donde el índice se vuelve cero, esto porque solo se registra una especie para esta estación en este momento.

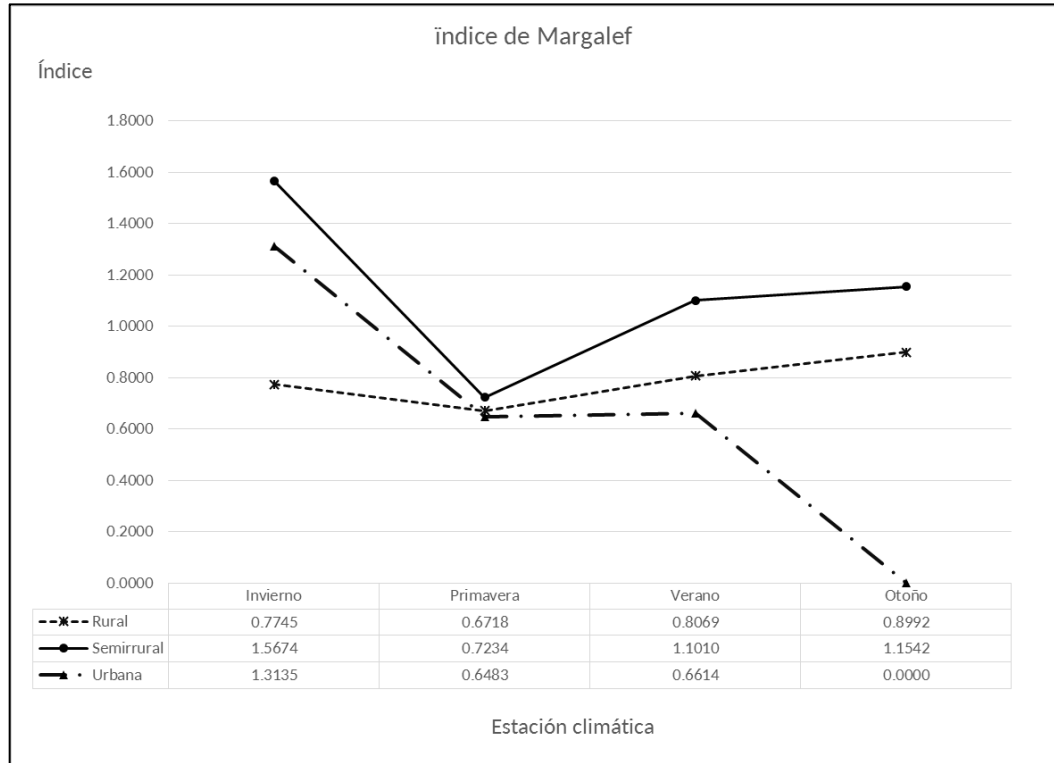


Figura 9. Índice de Margalef para las tres zonas de estudio y para todas las estaciones del año

6.5. DISCUSIÓN

Algunos estudios de califóridos sinatrópicos han mostrado el interés de ciertas especies en algunos hábitats, dentro de los más estudiados se encuentran rurales, rurales pastizales, rurales boscosos, urbanos, ripa rio y forestal (Hwang y Turner 2005; Brundage et al 2011; Pinilla et al 2012). Hwang et al., (2005) menciona que los efectos del hábitat y la temporada en Calliphoridae aun no están bien documentados, es por ello que este estudio es la primera contribución en la diversidad y sinatropia de califoridos en los valles centrales de Oaxaca, ya que es de suma importancia realizar este tipo de estudios que contrubuyen a la mejora en la lista de dípteros de importancia forense y medica. MacLeod (1956) sugiere que el numero de califoridos que son atrapados varia de acuerdo al diametro del area que puede ir de 50 a 70 metros, en nuestro estudio la distancia fue al azar variando de entre 40 y 60 metros. Hwang y Turner (2005) descibio que las especies mas frecuentes en las zonas urbanas fueron *C. vicina*, *Lucilia illustris* (Meigen) y *L. sericata* (Meigen), en las zonas rurales estuvieron caracterizadas por *L. caesar* (Linnaeus) *Calliphora vomitoria* (Linnaeus). Sin embargo en nuestro estudio se presentaron las siguientes especies con mayor abundancia Las especies con mayor abundancia en el estudio fueron *C. albiceps*, *C. macellaria*, *C. megacephala*, *C. putoria* y *C. rufifacies*, el cual coincidimos con el estudio de Souza y Zuben 2012 donde mencionan que las especies mas abundantes en fueron *Lucilia eximia*, seguida de *Chrysomya albiceps* y *Chrysomya megacephala*, a excepción de *Lucilia eximia*. Valdes y Garcia (2014) en su estudio en la Comarca Lagunera, menciona que el género *Lucilia* resultó ser más abundante en las estaciones más frías como invierno y primavera, en comparación al verano y otoño, donde especímenes de *Chrysomya* se presentaron en gran número, *Cochliomyia macellaria*, una especie nativa está presente casi todo el año, variando muy poco en cuanto a su abundancia

Martin-Vega y Baz (2013) *C. albiceps* describe que esta especie es mas abundante en

estaciones cálidas y secas, sin embargo en el caso de *C. albiceps* su abundancia en todos los sitios de muestreo aumentó con el tiempo, excepto por la ligera disminución en el sistema rural durante la primavera. Cabe destacar que el valor más alto de abundancia se tuvo en primavera y solo para el sitio urbano, en verano se observa luego una disminución de la misma en este sitio, no así para rural y semirural donde en verano alcanzó el máximo. También es destacable que esta especie no se reportó en otoño más que para la zona rural. Para el caso de *C. macellaria* aquí lo primero destacable es que en otoño no se le reportó para ningún ambiente de estudio. En todos los ambientes se observa que hay un aumento de invierno a primavera y luego una disminución hacia el verano, siendo la máxima abundancia en primavera para los tres ambientes de estudio y la máxima abundancia registrada para la zona urbana en la primavera aproximadamente más del doble en comparación a los otros sistemas de estudio. En cuanto a la abundancia estacional para *C. megacephala*, se observó que esta especie inicia con abundancia mínima durante el invierno en los tres sistemas bajo estudio y posteriormente en primavera se incrementa de forma significativa en los tres ambientes. Se observó la máxima abundancia en la zona semirural, para posteriormente disminuir en las tres zonas de colecta en verano; finalmente observando que durante el otoño su presencia solo se reporta para la zona rural mientras que está ausente en los otros ambientes.

En relación a la variación a *C. putoria* se observó que la abundancia incrementó del invierno al verano en los tres ambientes, en el caso de la zona rural siempre se mantuvo en un nivel mayor a los demás ambientes; en el caso de la zona semirural esta abundancia se observó casi igual a la zona urbana en invierno y primavera; sin embargo en verano se notó una diferencia siendo mayor en la zona semirural en comparación a la zona urbana. La máxima abundancia de esta especie se registró durante el verano para la zona rural. Hasta este punto solo queda destacar que en otoño tanto en la zona semirural como urbana esta especie no se le registró siendo únicamente presente en la zona rural, con una marcada disminución de la abundancia aproximadamente dos tercios menor al verano cuyo valor reportada fue el más alto.

En cuanto a la especie *C. rufifacies* se reflejaron las variaciones de abundancia registradas durante este estudio. Durante el invierno se registró abundancia baja para los tres ambientes de estudio para posteriormente incrementar durante la primavera y posteriormente disminuir en el verano, aunque no al nivel bajo que se observó en

invierno. La máxima abundancia se reportó para la zona de colecta urbano, aunque la abundancia de la zona rural se mostró también elevada. En el otoño en la zona rural y semirural la abundancia de esta especie disminuyó casi al mismo nivel que el invierno, no así en la zona urbana donde el valor de abundancia aunque si fue menor en comparación a la primavera no fue en relación al verano, incluso es este caso dos veces más que este último, esto es destacable porque aquí se observó un aumento (del invierno a la primavera) luego una disminución (de primavera al verano) y luego otro aumento (del verano al otoño), situación que no se presenta en los demás ambientes de estudio y que no observó con otras especies.

Las preferencias de los califóridos a diversos hábitats y a estructuras de las comunidades pueden variar geográficamente (Nuorteva 1963; Hwang y Turner 2005), en el presente estudio se llevo a cabo tres zonas, rural, semi rural y urbana, las cuales mostraron diferencias entre las especies y su presencia en las diversas estaciones del año. Tal es el caso de la diversidad el estudio de la comparación entre los índices de Shannon estimados por estación climática resulto que en invierno la diversidad se observó similar en las zonas semi rural y urbana, y para la rural esta se reportó menor a los dos anteriores. En primavera en las tres zonas hubo una disminución de la diversidad, siendo la más baja la zona rural seguida de la urbana y por último la semirural que si bien fue la mayor aquí no está en el nivel del invierno. Durante el verano la diversidad aumentó en las tres zonas; el valor mayor se ubicó en el ambiente rural, los dos ambientes restantes aunque menores al anterior se mantuvieron en nivel medio y similar entre sí, sin embargo no llegaron al nivel reportado en invierno. Por último en otoño la diversidad cambió nuevamente, hubo una disminución en el sistema rural y semirural con valores inferiores al verano, aunque en comparación a la primavera el sistema rural mostró diversidad mayor e incluso mayor a lo reportado en invierno. En lo que concierne al sistema semirural la diversidad de otoño fue menor comparado a las otras tres estaciones climáticas. Respecto al sistema urbano es de destacar que aquí la diversidad se mostró como cero, debido a que solo se reporta una única especie, de aquí que el índice de Shannon resulte en este valor (cero).

En el análisis del índice de diversidad de Simpson se observó que la tendencia en las tres zonas es partir de una baja dominancia en invierno a un aumento en primavera para

posteriormente disminuir en verano y por último incrementó en otoño. Tal comportamiento nos indicó que entre estaciones del año hay una variación en la relación entre el total de especies y su abundancia relativa.

En relación a la dominancia se observó una dominancia con cierta diferencia en las tres zonas en invierno pero que en general se mostró similar, en cambio en primavera la dominancia se elevó casi al doble en la zona rural, lo mismo que en la semirural y más del doble en la zona urbana. Brundage et al., (2012) menciona que la mas alta abundancia de las especies se encuentran en primavera y verano. Sin embargo en el presente estudio se presentaron en verano e invierno.

En verano la dominancia disminuyó, esto indica el incremento de especies registradas así como cambios en la abundancia de las mismas, para el caso de la zona rural este valor incluso fue el más bajo de todo el año, lo mismo sucedió para la zona semi rural, no así para la zona urbana donde este valor es bajo pero no como en invierno que si es el menor valor estimado para esta zona. En otoño la dominancia aumenta para el caso de la zona semirural, siendo su valor más alto estimado (0.6289); en el caso de la zona rural este incrementó, de la dominancia en realidad se observa como poco significativo y su valor fue incluso similar al verano (0.2396 en verano y 0.2843 para el otoño). Es destacable que en lo correspondiente a la zona urbana esta dominancia alcanzó el nivel máximo de 1, dado que solo se registró una especie en otoño.

Algunos estudios de califóridos sinatrópicos han mostrado el interés de ciertas especies en algunos hábitats, dentro de los más estudiados se encuentran rurales, rurales pastizales, rurales boscosos, urbanos, ripario y forestal (Hwang y Turner 2005; Brundage et al 2011; Pinilla et al 2012).

Considerando los resultados del análisis de Margalef se observó que la riqueza fue mayor en todo momento en el ambiente semirural y en comparación a los otros sistemas se observó que si hubo diferencias en este sentido. También se observó que en el caso de la zona rural, la riqueza se mantuvo en niveles similares en todas las estaciones, con poca diferencia entre ellas (mínimo 0.77 y máximo de 0.89). Es notable que también en la primavera la riqueza disminuyó en las tres zonas de estudio y que los valores se mostraron similares entre estas. En general salvo la primavera, se observó que si hubo diferencias en la riqueza presente en las tres zonas y entre estaciones del año.

VII. RESPUESTA CONDUCTUAL DE MOSCAS *Chrysomya rufifacies* CON PRESENCIA DE LARVAS TERCER ESTADIO DE *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina* y *Chrysomya rufifacies* (DIPTERA: CALLIPHORIDAE) .

7.1. RESUMEN

Las moscas de la familia Calliphoridae son ampliamente distribuidas y estudiadas debido a su impacto en investigaciones criminales y acción sanitaria. Una de las especies mas representativas es *Chrysomya rufifacies* quien ha sido consignada como la principal especie califórida colonizadora de la carroña y es considerada depredadora facultativa y caníbal. En el presente estudio se evaluó la respuesta conductual de moscas *Chrysomya rufifacies* ante la presencia de 100 larvas tercer estadio de *Lucilia sericata*, *Chrysomya rufifacies* y *Lucilia cuprina* (Diptera:Calliphoridae) en hígado de res y se evaluó la tasa de oviposición de moscas *Chrysomya rufifacies* ante la presencia de 50 larvas tercer estadio de *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina* (Diptera:Calliphoridae) en riñón de res. En los resultados de la atracción de las moscas no se detectó una tendencia, dependencia ni asociación estadística significativa con las hembras de *C. rufifacies* ni con la presencia de las larvas de las especies *L. cuprina* y *C. rufifacies*. Hubo una mayor presencia de *C. rufifacies* en presencia de larvas de la misma especie y la menor presencia se detectó en el grupo de control sin embargo una correlación baja ente los grupos *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina* y *Chrysomya rufifacie*. En cuanto a la tasa de oviposicion *Chrysomya rufifacies* fue mayor en presencia de larvas de *L. cuprina* y *L. sericata* respecto al grupo control. La relacion *Chrysomya rufifacies* con *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina* no ha sido del todo explorada y requieren mas estudios a futuro para la comprensión de la conducta de *Chrysomya rufifacies* y tener mejores herramientas en el campo de las investigaciones criminalísticas.

7.2. INTRODUCCIÓN

Múltiples artrópodos son atraídos por la carroña a los pocos minutos de la muerte y los olores específicos que atraen a los insectos carroñeros. Para favorecer la supervivencia de la descendencia los artrópodos algunos pueden ser guiados mediante señales que los alertan de la ausencia de depredadores y la cantidad de nutrientes. Algunos factores que influyen en la respuesta de los artrópodos pueden ser tanto externos como internos, los externos pueden ser factores ambientales y en los internos como el estado de apareamiento. MacArthur y Pianka (1966) describen que la habilidad que tienen organismos para localizar un recurso es restringida por su memoria, locomoción y su percepción sensorial. Los insectos de importancia forense juegan un papel importante en el proceso de descomposición cadavérica, algunos insectos son los primeros en ovipositar o poner larvas en las regiones húmedas del cuerpo para garantizar la fuente de alimento para el desarrollo larval (Keitlow, 2010). La oviposición es importante en este proceso de descomposición, antes de que el tejido se diseque y se vuelva poco habitable para el desarrollo larval (Forbes y Carter, 2015), algunas cavidades donde ovipositan pueden ser nariz y boca, aberturas corporales y heridas expuestas. Los dípteros son los primeros colonizadores de los cadáveres. Algunas familias como Calliphoridae y Sarcophagidae son atraídas durante el proceso de descomposición llamado autólisis, debido a que en esta etapa son secretados compuestos volátiles a través de los orificios del cuerpo que atraen a dichos insectos (Forbes y Carter, 2015). Las moscas de la familia Calliphoridae son ampliamente distribuidas y estudiadas debido a su impacto en investigaciones criminales y acción sanitaria. Los géneros *Calliphora*, *Cochliomyia*, *Chrysomya* y *Lucilia* son los más abundantes en la familia Calliphoridae, el género *Chrysomya* tiene alrededor de 30 especies (Dear 1985), *Chrysomya rufifacies* ha sido consignada como la principal especie califórida colonizadora de carroña (García et al 2012), es considerada depredadora y canibal, ya que sus larvas pueden alimentarse de otras especies o bien de la misma especie como alimento facultativo, esta característica puede tener ventaja competitiva sobre larvas de otras especies y cambiar las colonias de las especies existentes (Shiao y Yeh 2008), Tomberlin et al (2006) describe que las larvas de *Chrysomya rufifacies* en su primer estadio se alimentan de la carroña, mientras que en el segundo y tercer estadio son depredadoras facultativas. Yang y Shiao (2012) describe que las hembras *C.*

megacephala evitan ovipositar alrededor de la presencia de larvas de *C. rufifacies*, sin embargo *C. rufifacies* mostró preferencia cuando hay presencia de larvas *C. megacephala*. Giao y Godoy (2007) indica que la depredación de otras especies puede influir en la conducta de oviposición de los califóridos. El comportamiento de la oviposición de las moscas ocurre de manera aleatoria, no hay suficientes investigaciones que puedan evaluar la influencia de otras especies con especies depredadoras en su fase larval. *Chrysomya rufifacies* es conocida por ser depredadora facultativa y canibal, sin embargo no se conoce su conducta con presencia de larvas de *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina*, es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la respuesta conductual y tasa de oviposición de moscas *Chrysomya rufifacies* ante la presencia de larvas tercer estadio de *Lucilia sericata*, *Chrysomya rufifacies* y *Lucilia cuprina* (Diptera:Calliphoridae) .

7.3. MATERIAL Y MÉTODOS

7.3.1. Colecta e identificación de las especies para la cría

La colecta de los dípteros para los presentes estudio se llevó a cabo en Santa María el Tule (17°02'50"N 96°38'00"O) perteneciente a los Valles Centrales de Oaxaca, localizada a a 11 km de la ciudad de Oaxaca. Para la obtención de *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina* y *Chrysomya rufifacies*, se empleó como biomodelo una cabeza de cerdo fresca de 5 horas de muerto expuesta a la intemperie en posición horizontal, esto para la atracción y oviposición de los insectos durante dos días.

La necrotrampa fue colocada sobre la superficie de la tierra, donde fue cubierta por jaula de metal de 45 cm x 45 cm x 55 cm forrada con varilla, para evitar que otros animales puedan tener acceso (Fig. 1).

La colecta de larvas en su tercer estadio se centró durante las 48-72 horas de colocada la cabeza de cerdo, se tomaron mediante pinzas entomológicas y cuchara de plástico en los siguientes orificios orejas, nariz y boca. Las larvas en su tercer estadio se introdujeron en botes de plástico 1 L con aserrín y tapas perforadas con tela de organza para que completar su ciclo a estado adulto y su identificación (Whitworth 2006) y su crianza.

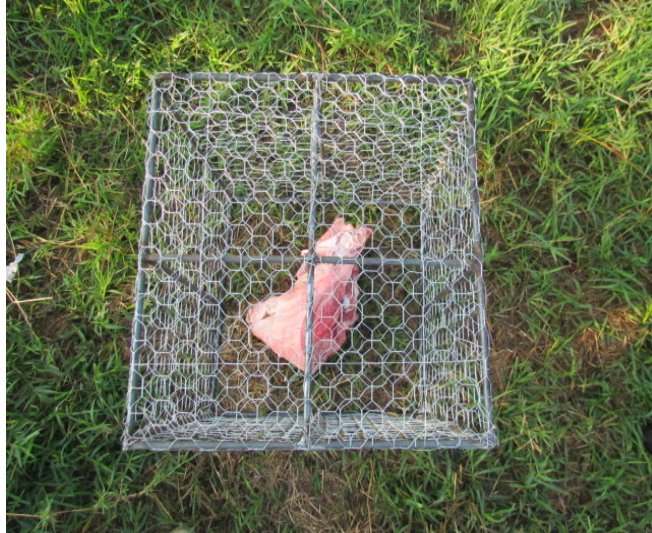


Figura 10. Necrotrampa utilizada para colecta de moscas (Foto: Alicia Fonseca Muñoz)

7.3.2. Cría de las moscas para la atracción y oviposición

Las moscas *L. sericata*, *L. cuprina* y *C. rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) fueron criadas bajo condiciones controladas de luz: obscuridad (12:12 h) con una temperatura de 27° C y una humedad relativa de 50%, en jaulas de polipropileno de 30 cm³, cada jaula contó con un aproximado de 200 a 300 moscas. Se les proporcionó hígado de res durante los primeros días de emerger como fuente de proteínas y fueron alimentadas con azúcar y agua ad libitum. La oviposición de las moscas se obtuvo mediante la colocación de 50 g de hígado de res en botes de plástico de 250 ml de volumen durante seis horas, los huevos fueron colocados en frascos de plástico de 1 L con aserrín y tapa perforada, las larvas eclosionadas fueron alimentadas con 250 g de hígado de hígado de res a 27° C. Esta última para mantener la cría y para los experimentos.

7.3.3. Prueba de respuesta de las moscas *Chrysomya rufifacies* con la presencia de larvas tercer estadio de *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina* y *Chrysomya rufifacies* (Diptera:Calliphoridae)

Un total de 200 moscas adultas de *C. rufifacies* fueron removidas al azar mediante una aspiradora (AC/DC Aspirator, BioQuimp USA) de su jaula después de cuatro días de haber emergido, fueron incorporadas en una caja de acrílico de 45 cm³ modificada del descrito por Tomberlin *et al.*, (2012), se mantuvieron durante 24 horas con agua y azúcar ad libitum para adaptarse, la caja contó con cuatro orificios en la parte media donde se les colocaron en las cuatro paredes un tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro con tapa perforada con orificios de .4 mm de diámetro cada uno (Figura 2). En los tubos se colocaron trampas pegajosas (Trapper Max Free Bell Laboratories Madison, Wi, USA) para coleccionar las moscas adultas de *C. rufifacies* y monitorear el número, sexo y grávidez. Los tratamientos a estudiar consistieron en la colocación de 50 gramos de hígado de res en botes de plástico con volumen de 90 ml, el hígado se utilizó como sustrato con los siguientes tratamientos: 100 larvas tercer instar de *C. rufifacies*, *L. sericata* y *L. cuprina*, y como control el hígado de res, cada tratamiento se colocó al final de cada tubo.

El tiempo de exposición fue de 24 horas, con condiciones controladas de luz: oscuridad (12:12 h) a 26 +/- 2° C, las trampas pegajosas se retiraron y se contabilizaron las moscas atrapadas. Se realizaron 5 réplicas por tratamiento.

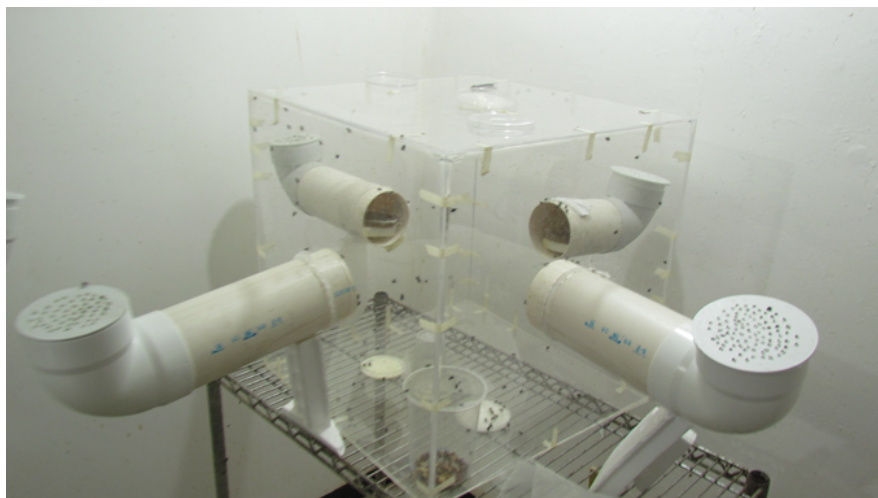


Figura 11. Jaula experimental conductual (Tomberlin et al., 2012)

7.3.4. Prueba de Tasa de oviposición de *Chrysomya rufifacies* con larvas de *Lucilia sericata* y *Lucilia Cuprina* (Diptera:Calliphoridae)

Un total de 10 hembras y 5 machos *Chrysomya rufifacies* fueron removidas al azar mediante una aspiradora (AC/DC Aspirator, BioQuimp USA) de su jaula, después de siete días de haber emergido y haber sido mantenidas con riñón de res de 24 horas de descomposición como fuente proteica, dichas moscas fueron incorporadas a caja de acrílico de 30 cm³ (Figura 3), Las moscas se mantuvieron durante 24 horas con agua y azúcar ad libitum para adaptarse. Los tratamientos a estudiar consistieron en la colocación de 50 gramos de riñón de res semi-envuelto con servitoallas húmedas y aluminio, este último para permitir que ovipositaran en cavidades, el hígado utilizado como sustrato y control con los siguientes tratamientos: 50 larvas segundo instar de *L. sericata* y *L. cuprina*, cada tratamiento se mantuvo 8 días donde se le cambiaban las larvas cada 48 horas. Los tratamientos se cada tratamiento se colocó en las esquinas de la jaula con 9 repeticiones por tratamiento. El tiempo de exposición fue de 12 horas, donde los huevos fueron retirados y cuantificados mediante dilución volumétrica descrito por Perez *et al.*, (2004) los tratamientos fueron mantenidos con condiciones controladas de luz: obscuridad (12:12 h) a 26 +/- 2° C y 70% de humedad. Los tratamientos fueron rotados de posición entre cada experimento tanto enfrente como atrás de la caja experimental .Además, entre cada experimento se limpiaran las jaulas

con detergente inoloro y se dejaron al aire libre durante un día para evitar olores que interfieran en los experimentos

7.3.5. Análisis estadísticos

Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la distribución de los datos, un análisis de contingencia (chi-cuadrada) para evaluar la dependencia de las variables "grupos" y "especies", un análisis de correspondencia y un análisis de regresión logística multinomial para modelar la conducta de la especie respecto a las variables "grupos" y "especies" en todas las pruebas se utilizó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ con el programa JMP v7, SPSS v21.0.

7.4. RESULTADOS

Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para conocer la frecuencia de las moscas *C. rufifacies* y ver si tiene una distribución normal, por lo que se utilizaron pruebas no paramétricas (Tabla 1).

Tabla 1. Prueba de Kolmogorov-Smirnov de frecuencias.

		FRECUENCIA
N		1041
Parámetros normales ^{a,b}	Media	23.39
	Desviación típica	9.067
Diferencias más extremas	Absoluta	.136
	Positiva	.136
	Negativa	-.078
Z de Kolmogorov-Smirnov		4.388
Sig. asintót. (bilateral)		0.000

7.4.1. Análisis de contingencia para evaluar la dependencia de las variables "grupos" y "especies"

En el análisis de contingencia mostró que hay mayor presencia de *Chrysomya rufifacies* en presencia de larvas de la misma especie con una frecuencia de 290, la menor presencia fue con el grupo control con un 202, en cuanto a los grupos se mostró una frecuencia mayor de las hembras de 450 de las cuales 263 eran grávidas, sin embargo en cuanto a los machos la frecuencia de atracción fue de 328 (Figura 12).

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	<i>C. rufifacies</i>	290	27.9	27.9	27.9
	<i>L. cuprina</i>	279	26.8	26.8	54.7
	<i>L. sericata</i>	270	25.9	25.9	80.6
	Control	202	19.4	19.4	100.0
	Total	1041	100.0	100.0	

A)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Machos	328	31.5	31.5	31.5
	Hembras	450	43.2	43.2	74.7
	Grávidas	263	25.3	25.3	100.0
	Total	1041	100.0	100.0	

B)

Figura 12. Frecuencias de conducta de *Chrysomya rufifacies* en presencia de larvas tercer estadio de *Lucilia cuprina*, *Lucilia sericata* y control A) Especies y B) Grupal

En cuanto al porcentaje de atracción de moscas *Chrysomya rufifacies* con larvas tercer estadio de *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina*, se mostró que hubo una mayor presencia de *C. rufifacies* con larvas de la misma especie con un 27.9%, a diferencia de *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina* que presentaron 26.8% y 25.9%, la que menor presencia se detectó en el grupo control con un 19.4% (Figura 13).

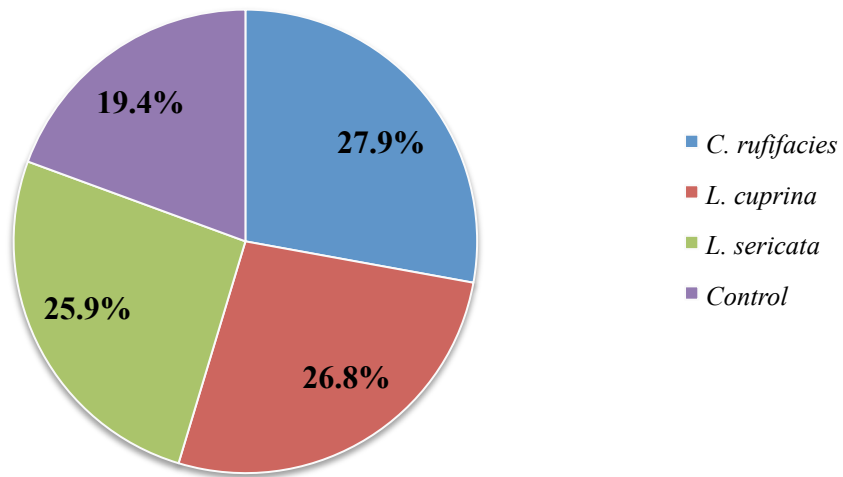


Figura 13. Porcentaje de atracción de moscas *Chrysomya rufifacies* por presencia de larvas tercer estadio de *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina* y *Chrysomya rufifacies*.

La presencia de *Chrysomya rufifacies* por género presentó que el 57.8% hembras, de las cuales 33.8% eran grávidas y un 42.2 % (Figura 14)

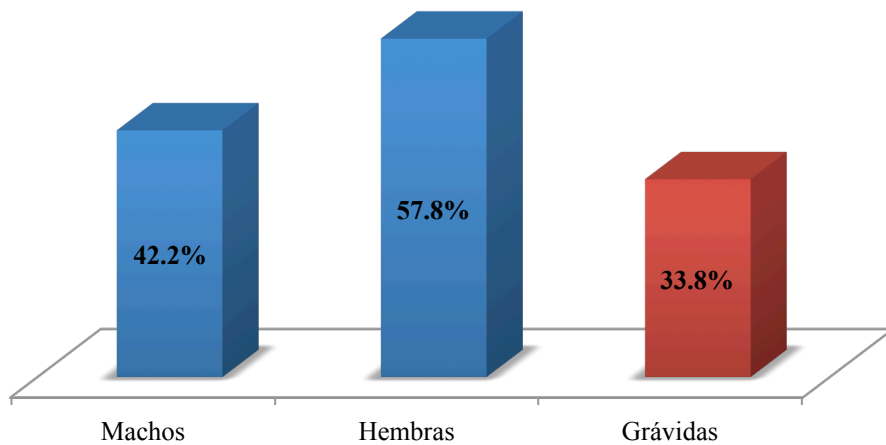


Figura 14. Presencia de *Chrysomya rufifacies* grupal machos, hembras y grávidas.

7.4.2. Análisis de correspondencia

Se realizó una prueba de chi-cuadrada donde indicó que hay una dependencia estadísticamente significativa entre los grupos y las especies, sin embargo el coeficiente de correlación de Spearman indicó que existe una correlación negativa significativa del -0.091, es una baja correlación, pero es significativa (valor $p = 0.003$).

En la figura 15 en el grupo control se detectó un mayor porcentaje de machos con un 43% y el menor porcentaje de hembras grávidas con un 12.9%, sin embargo en presencia de *Lucilia sericata* ocurrió lo contrario, tuvo mas porcentaje de grávidas y menor en machos, sin embargo las hembras en general parecen estar en la misma proporción (alrededor del 42%-44%) en presencia de las larvas de las 3 especies y del grupo control.

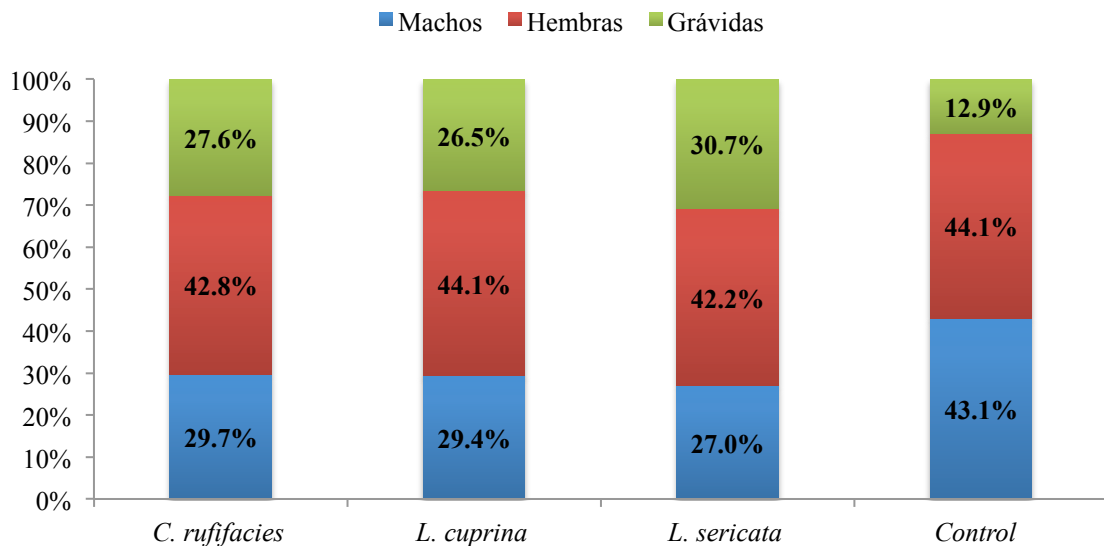


Figura 15. Presencia de *Chrysomya rufifacies* hembras, grávidas y machos con las especies *Lucilia cuprina* y *Lucilia sericata*

En la figura 16 se muestra el análisis de correspondencia el cual indicó que hay una tendencia a que las moscas "grávidas" se encuentren preferentemente con las larvas de *L. sericata*, mientras que los "machos" se encuentran preferentemente en el grupo control. Sin embargo no se detectó una tendencia, dependencia ni asociación estadística significativa con las hembras de *C. rufifacies* ni con la presencia de las larvas de las especies *L. cuprina* y *C. rufifacies* (Figura 16).

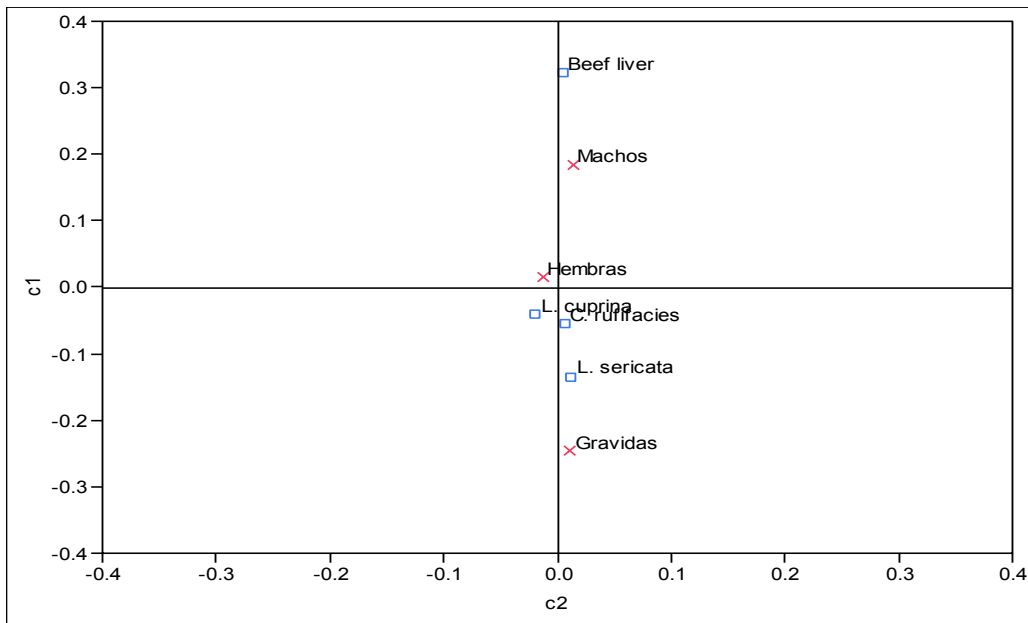


Figura 16. Análisis de correspondencia de grupos y especies

7.4.3. Análisis de regresión logística multinomial de grupos y especies

El modelo de regresión logística describe que en presencia de larvas de *Chrysomya rufifacies*, las grávidas se presentaron 3.11 veces más que los otros dos grupos, en cuanto a la presencia de larvas de *Lucilia cupripa* las grávidas se presentaron 3.02 veces más que los otros dos grupos. En presencia de larvas de *L. sericata*, las grávidas se presentaron 3.805 veces más que los otros dos grupos. De los 3 modelos, este es el más significativo (Tabla 2)

Tabla 2. Análisis de regresión logística multinomial de especies y grupos

ESPECIE ^a		B	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	para Exp(B)	
								Límite inferior	Límite superior
C. rufifacies	Intersección	-.012	.152	.006	1	.939			
	[GRUPO=Gravidas]	1.135	.272	17.404	1	.000	3.113	1.826	5.307
	[GRUPO=Hembras]	.343	.206	2.777	1	.096	1.409	.941	2.110
	[GRUPO=Machos]	0 ^b			0				
L. cuprina	Intersección	-.059	.154	.148	1	.701			
	[GRUPO=Gravidas]	1.105	.275	16.142	1	.000	3.020	1.761	5.177
	[GRUPO=Hembras]	.383	.207	3.402	1	.065	1.466	.976	2.202
	[GRUPO=Machos]	0 ^b			0				
L. sericata	Intersección	-.175	.159	1.222	1	.269			
	[GRUPO=Gravidas]	1.336	.275	23.585	1	.000	3.805	2.219	6.524
	[GRUPO=Hembras]	.423	.213	3.959	1	.047	1.527	1.006	2.316
	[GRUPO=Machos]	0 ^b			0				

7.4.4. Tasa de oviposición de *Chrysomya rufifacies*

Se calculó la frecuencia por grupo, donde la presencia de *Chrysomya rufifacies* tuvo mayor presencia en larvas de *Lucilia sericata* 39.8% y *Lucilia cuprina* 39.5% con respecto del grupo control 20.7% (Figura 17).

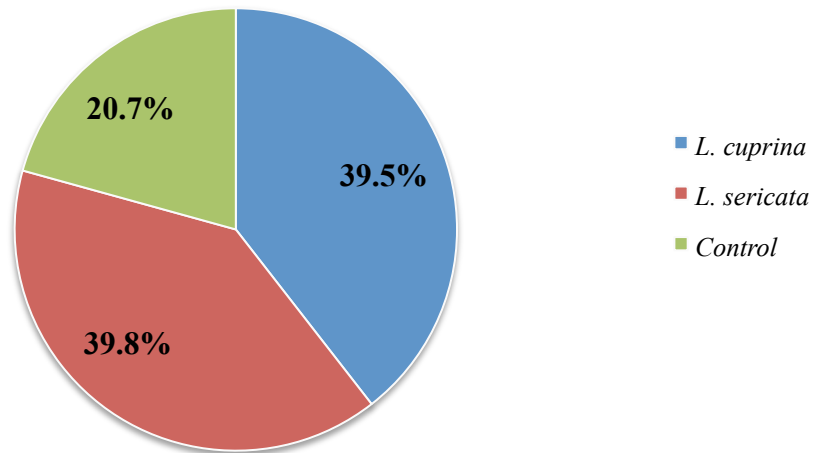


Figura 17. Porcentaje de oviposición de *Chrysomya rufifacies* en presencia de larvas *Lucilia cuprina*, *Lucilia sericata* y control

7.5. DISCUSIÓN

La competencia por un recurso puede orillar a los insectos a desarrollar diversas estrategias para sobrevivir, entre ellos la depredación y el canibalismo. Las señales que alertan a un insecto carroñero de la presencia de un recurso que es propicio para su descendencia no son muy conocidos en los insectos carroñeros. Tomberlin et al. (2006), describe que *Chrysomya rufifacies* es una especie de suma importancia para la entomología forense debido a su biología larval, ya que durante el primer estadio larval se alimentan directamente de carroña mientras que en su segundo y tercer estadio son depredadores facultativos de larvas de otras especies, de ahí el presente estudio para saber la relación que presentan las moscas con la presencia de larvas de otras especies como *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina*. Estudios previos sobre la conducta de *Chrysomya rufifacies* han mostrado que es un depredador de *C. macellaria*, posiblemente porque es un competidor débil comparado con *Chrysomya rufifacies* (Brundage et al 2014). Sin embargo no son pocos los estudios de conducta de la mosca *Chrysomya rufifacies*, en especial con la relación con la presencia de larvas de califoridos. Wall y Fisher (2001) consideran que un factor importante que utiliza *Lucilia sericata* es el contacto visual y el olor para la búsqueda de medios para ovipositar en distancias cortas. Sin embargo algunos estudios muestran que la distancia también es importante, algunos califoridos responden a distancias que exceden los 10 metros (Eisemann 1988),

en nuestro estudio se observó la atracción en una área de 45 cm³ donde las moscas de *C. rufifacies* se atraían por la presencia de larvas de *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina*, así mismo la presencia de sus mismas larvas lo cual indico que en cuanto al género y gravidez de las moscas reaccionaron más los machos 43% en el hígado sin larvas de ninguna especie, esto muestra que realmente las hembras grávidas más representadas mostraron un 30.7 % atraídas por larvas de *L. sericata*, la presencia de las hembras no grávidas en los tres tratamientos estuvieron en la misma proporción 42%-44%, sin embargo el menor fue el grupo control esto da a entender que fueron mas atraídas por larvas de *Lucilia sericata* a diferencia de su misma especie, como sabemos es una especie depredadora y que al detectar la presencia de otras especies es como son atraídas para poder ovipositar.

Gomes et al (2007) sugiere que las señales olfativas son pueden estimular a los califoridos donde poder ovipositar, sin embargo las señales visuales son los factores clave para que las moscas decidan donde ovipositar. En el presente estudio las moscas *C. rufifacies* pudieron detectar mediante el olfato la atracción de la presencia de larvas de *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina*, así mismo la presencia de sus mismas larvas.

Yang y Shiao (2012) describieron que las hembras *C. megacephala* evitan ovipositar alrededor de la presencia de larvas de *C. rufifacies*, sin embargo *C. rufifacies* mostró preferencia cuando hay presencia de larvas *C. megacephala*, sin embargo en el estudio no se mostró preferencia en cuanto a la oviposición de *Chrysomya rufifacies* fue mayor con la presencia de especies *Lucilia sericata* y *Lucilia cuprina* que el grupo control. Por otro lado Shah y Sakhawat (2004) mostraron que los califóridos tienen preferencias entre diferentes colores y etapas de carne, en nuestro estudio se utilizo riñon de res de 24 horas de descomposición y provoco la oviposición durante 8 días a una temperatura 27° C y humedad relativa de 70%.

Estudios previos muestra que *C. macellaria* oviposita selectivamente en los recursos con en el hígado de res con larvas de *C. rufifacies* más cantidad que con *C. macellaria* (Flores, 2013), sin embargo en el presente trabajo la tasa de oviposición de *C. rufifacies* fue similar entre *Lucilia cuprina* y *Lucilia sericata*.

A pesar de que el coeficiente de correlación indica que existe una correlación baja ente los grupos y la especie presente, el análisis de correspondencia simple indicó que hay una tendencia a que las moscas "grávidas" se encuentren preferentemente con las larvas de *L. sericata*, mientras que los "machos" se encuentran preferentemente en el grupo control "control". Sin embargo no se detectó una tendencia, dependencia ni asociación estadística significativa con las hembras de *C. rufifacies* ni con la presencia de las larvas de las especies *L. cuprina* y *C. rufifacies*.

VIII. CONCLUSIONES

- *Chrysomya rufifacies* fue la especie que mayor abundancia presentó en las cuatro estaciones del año, principalmente en las zonas rural y urbana. Las especies más frecuentes fueron *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya putoria* y *Chrysomya rufifacies* y las menos frecuentes fueron *Cloroprocto idioidea*, *Bellardia vulgaris* y *Comptosyiops callpes* y *Lucilia mexicana*.
- En la región semi-rural se presentó la mayor riqueza de especies en todas las estaciones del año, seguido de la zona rural. En cuanto al índice de dominancia se presentó en invierno en la zona urbana y en primavera en la zona rural. El mayor índice de diversidad se encontró en invierno en la región semirural y urbana, seguida del verano la rural, sin embargo el menor índice se presentó en la rural en otoño.
- No se detectó una tendencia, dependencia ni asociación estadística significativa con las hembras de *C. rufifacies* ni con la presencia de las larvas de las especies *L. cuprina* y *C. rufifacies*. Hubo una mayor presencia de *C. rufifacies* en presencia de larvas de la misma especie y la menor presencia se detectó en el grupo de control sin embargo hay una correlación baja entre los grupos *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina* y *Chrysomya rufifacies*.
- La tasa de oviposición de *Chrysomya rufifacies* fue mayor en presencia de larvas de *L. cuprina* y *L. sericata* respecto al grupo control.

IX. PERSPECTIVAS

- La Entomología forense no se utiliza como tal en México por lo que hacen falta mas estudios de la diversidad de insectos de importancia forense para poder tener un listado general de las especies y su presencia en el transcurso del año.
- Se requieren mas estudios de conducta de las principales moscas de importancia forense, esto para desarrollar un mejor panorama en cuanto a la investigación de las ciencias forenses.
- Los jueces deben de capacitarse para tomar decisiones donde involucre la veracidad de los insectos en la entomología forense.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aaron, G. P., Nazni, W. A., Lee, H., Ariff, A. M., Masri, S., and Osman, Z. 2009. Maggot Debridement Therapy With *Lucilia cuprina*: A Comparison With Conventional Debridement In Diabetic Foot Ulcers *Int Wound J*:6: 39-46.
- Aldrich, J.M. 1916. *Sarcophaga and allies in North America*. Entomological Society of America, Thomas Say Foundation. Murphey-Bivins County Press: Indiana, 356 pags
- Amendt J, Campobasso C, Godd L, Grassberger, M. 2010. *Current concepts in Forensic Entomology*. London: Springer Dordrecht Heidelberg 376pp.
- Anderson G. 2001. Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death. In: Byrd J, Castner L, (eds), *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press: Boca Raton Fl pp. 143-175.
- Anderson G, Vanlaerhoven S. 1996. Initial studies on insect succession on carrion in Southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences* 41 (4): 617-625.
- Anderson, The use of insects in death investigations: an analysis of forensic entomology cases in British Columbia over a five year period, *Can. Soc. Forensic Sci. J.* 28.
- Atkinson, W. D., and B. Shorrocks. 1981. Competition on a divided and ephemeral resource: A simulation model. *Journal of Animal Ecology* 50: 461-471.
- Baumgartner, D.L. 1993. Review of *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology*, 30, 338–352.
- Baumgartner L, Greenberg B. 1985. Distribution and Medical Ecology of the Blow Flies (Diptera: Calliphoridae) of Peru. *Annals of the Entomological Society of America* 78 (5): 565-584.
- Beaver, R. A. 1977. Non-equilibrium 'island' communities: Diptera breeding in dead snails. *Journal of Animal Ecology* 46: 783-798.
- Beaver, R.A. 1984. Insect exploitation of ephemeral habitats. *South Pacific Journal of Natural Sciences*, 6, 3–47.

- Benbow ME, Tomberlin JK, Tarone AM. 2015. Carrion ecology, evolution, and their applications CRC Press: Boca Raton, FL.
- Benecke, M. 2001. A brief history of forensic entomology. *Forensic Sci.Int.* 120: 2-14.
- Bharti M. 2012. Altitudinal Diversity of Forensically Important Blowflies Collected from Decaying Carcasses in Himalaya. *The Open Forensic Science Journal* 5:1-3.
- Brundage A, Bros S, Honda J. 2011. Seasonal and habitat abundance and distribution of some forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) in Central California. *Forensic Sci. Int.*, 212, pp. 115-120.
- Byrd J, Castner JL. 2010. Insects of Forensic importance, in: *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, 2nd edition, J.H. Byrd and J.L. Castner (eds.),. Boca Raton: CRC Press. pp. 41–126
- Byrd J, Butler JF. 1997. Effects of temperature on *Chrysomya rufifacies* (Diptera:Calliphoridae) Development. *J. Med. Entomol.*34. 356-358.
- Byrd, J. H. y Castner, J.L. 2010. Insects of Forensic Importance. *J. Med. Entomol.* 33: 43-46.
- Byrd JH, Castner JL. 2010. Insects of Forensic importance, in: *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, 2nd edition, J.H. Byrd and J.L. Castner (eds.), CRC Press; Boca Raton, FL pp. 41–126
- Byrd JH, Castner JL. 2001. *Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press, London.
- Catts E. P. y Goff, M. L. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Annu Rev Entomol* 37: 253-272.
- Centeno N, Almorza D, Arnillas C. 2004. Diversity of Calliphoridae (Insecta: Diptera) in Hudson, Argentina. *Neotropical Entomology* 33(3), pp. 387-390.
- Dear J. 1985. A revision of the New World Chrysomyini (Diptera: Calliphoridae). *Revista Brasileña Zool* 3: 109–169.
- Eisemann, C.H. (1988) Upwind flight by gravid Australian sheep blow flies *Lucilia cuprina* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) in response to stimuli

- from sheep. Bulletin of Entomological Research, 78, 273-279.
- Esser, J. R. 1990. Factors influencing oviposition, larval growth and mortality in *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae), a pest of salted dried fish in south- east Asia. Bull. Entomol. Res. 80: 369-376
- Ellis, A. M. 2008. Incorporating density dependence into the oviposition preference-offspring performance hypothesis. J. Anim. Ecol. 77: 247-256.
- Fleischmann, W. Grassberger, M. and Sherman, R. 2004. Maggot Therapy A Handbook of Maggot-Assisted Wound Healing. USA: Thieme.
- Flores PL. 2009. Sucesión de entomofauna cadavérica utilizando como biomodelo cerdo blanco, *Sus scrofa* L. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, Colegio de postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, México. 104 p.
- Forbes L, Carter D. 2015. Processes and Mechanisms of Death and Decomposition of vertebrate carrion. In: Carrion ecology, evolution, and their applications, Benbow M, Tomberlin J and Tarone A. CRC Press: Boca Raton, Fl, pp. 13-30.
- Fuller, M. E. 1934. The insect inhabitants of carrion: a study in ecology. Bull. Austr. Con. Sci. Ind. Res. 82: 5-62.
- García-Espinosa F, Valdés M, Sánchez F, Yusseff S, Quintero M. 2012. Desarrollo larval y requerimiento calóricos de *Chrysomya rufifacies* (Díptera: Calliphoridae) durante primavera y verano en Torreón, Coahuila. Acta zoológica Mexicana (n.s.) 28(1): 172-184.
- Gennard, D. E. 2007. Forensic Entomology. An Introduction. Chippenham, Wiltshire, UK, Wiley. 224 pp.
- Giao J, Godoy W. 2007. Ovipositional behavior in predator and prey blowflies. Journal of Insect Behavior 20: 77-86.

- Goff, M. L. 2000. A fly for the prosecution: how insect evidence helps solve crimes. Harvard University Press, Cambridge, England, United Kingdom.
- Goff M.L., García M.D. Arnaldos S.M. Lozano R.E. 2004. Entomología cadavérica: fundamentos y aplicación. Referencia a la entomología española.
- Goodbrod, J.R. (1990) Effects of larval population-density on rates of development and interactions between two species of *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) in laboratory culture. *Journal of Medical Entomology*, **27**, 338–343.
- Gomes, L., G. Gomes, F. E. Casarin, I. M. da Silva, M. R. Sanches, C.J.von Zuben, and H.G.Fowler.2007. Visual and olfactory factors interaction in resource-location by the blow fly, *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae), in natural conditions. *Neotropical Entomol.* 36: 633-639.
- Greenberg, B. 1973. Flies and disease. 2 vols. Princeton, NJ: Princeton University Press
- Goff, M.L. 1993.
- Greenberg B, Kunich JC . 2002. Entomology and the law: flies as forensic indicators. Cambridge University Press, Cambridge
- Greco S, Brandmayr P, Bonacci T (in press) Synanthropy and temporal variability of Calliphoridae living in Cosenza (Calabria, South Italy). *Journal of Insect Science* (in press).
- Greenberg B. 1971. Flies and Disease, Vol. 1. Princeton University Press, New Jersey.
- Grünbaum D. 1998. Using spatially explicit models to characterize foraging performance in heterogeneous landscapes. *Am. Nat* 151:97–113
- Hall M, Wall R. 1995. Myiasis of human and domestic animals. *Adv. Parasitol.* 35: 257-334.
- Hall D.G. 1948. The blowflies of North America. Entomological Society of America, Thomas Say Foundation. Murphey-Bivins County. Press: Indiana, pp. 86-95.
- Harrison, B.A. and Pearson, W.G. 1968. A case of aural myiasis caused by *Cochliomyia macellaria* (Fabricius). *Military Med.* 133: 484-488.

- Haskell, N. H., R. D. Hall, V. J. Cervenka, and M. A. Clark. 1997. On the body: insect's life stage presence and their postmortem artifacts. In W. D. Haglund and M. H. Sorg (eds), *Forensic Taphonomy*. CRC Press, Boca Raton. Pp. 415-448.
- Hennig, W., 1973. *Diptera (Zweiflügler)*. *Handbuch der Zoologie*. Berlin, New York: 1–200.
- Hwang BD, Turner, Spatial and temporal variability of necrophagous Diptera from urban to rural areas, *Med. Vet. Entomol.* 19 (2005) 379–391.
- Kotze Z. Villet M.H. Weldon C.W. 2015. Effect of temperature on development of the blowfly, *Lucilia cuprina* (Wiedemann) (Diptera:Calliphoridae). *Int. J. Legal Med.* 129 (5): 1155-62.
- LeBlanc, H. N., and J. G. Logan. 2010. Exploiting insect olfaction in forensic entomology, pp. 205-221, *Current Concepts in Forensic Entomology*. Springer Netherlands
- Ma, Q., A. Fonseca, W. Liu, A. T. Fields, M. L. Pimsler, A. F. Spindola, A. M. Tarone, T. L. Crippen, J. K. Tomberlin, and T. K. Wood. 2012. *Proteus mirabilis* interkingdom swarming signals attract blow flies. *Isme J.* 6: 1356–1366.
- Mac A, Pianka ER. 1966. On the optimal use of a patchy environment. *Am. Nat* 100:603–9
- MacLeod, J. 1956. A preliminary experiment on the local distribution of blowflies. *Journal of Animal Ecology*, 25, 303–318.
- Maldonado MA, Centeno N. 2003. Quantifying the potential pathogens transmission of the blowflies (Diptera: Calliphoridae). *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 98, pp. 213–216.
- Martin-Vega, D., and A. Baz. 2013. Sarcosaprophagous Diptera assemblages in natural habitats in central Spain: spatial and seasonal changes in composition. *Med. Vet. Entomol.* 27: 64–76.
- McKnight, B.E. 1981. *The Washing Away of Wrongs: Forensic Medicine in Thirteenth-Century China*. The University of Michigan Center of Chinese Studies, Ann Arbor. 181 pp.

- Mégnin P. 1887. La faune des tombeaux. *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences* 105:948-951.
- Meng F, Ren L, Wang Z, Deng j, Guo Y, Chen C, Finkelbergs D, Cai J. 2017. Identification of Forensically Important Blow Flies (Diptera: Calliphoridae) in China Based on COI. *Journal of Medical Entomology*, 54(5) pp. 1193–1200.
- Merritt RW, Grant D. 2015. Arthropod Communities in Terrestrial Environments. in: Carrion ecology, evolution, and their applications. M.E. Benbow, J.K. Tomberlin, A.M. Tarone, CRC Press; Boca Raton, FL pp. 66-91.
- Napoleón de la Ossa, Castro, L.E., Visbal, L., Santos, A.M., Díaz, E. y Romero-Vivas, C.M.E. 2009. Miasis cutánea por *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) (Díptera: Calliphoridae) en el Hospital Universidad del Norte, Soledad, Atlánticoh. *Biomédica*; 29:12-7.
- Nicholson, A. J. 1957. The self-adjustment of populations to change. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22: 153-173.
- Norris, K.R. (1959) The ecology of sheep blowflies in Australia. *Monograph of Biology*, 8, 514–544.
- Nuorteva P. 1963. Synanthropy of blowflies (Diptera; Calliphoridae) in Finland. *Annales Entomologicae Fennicae* 29: 1-49.
- O'Flynn, M. A., and D. E. Moorhouse. 1979. Species of *Chrysomya* as primary flies in carrion *Australian Journal of Entomology* 18: 31-32.
- Pérez, P.R.; Rodríguez, H.C.; Lara, R.J.; Montes, B.R.; Ramírez, V.G.; Y Martínez, N.L. 2004. Parasitismo de *Romanormermis iyengari* en larvas de tres especies de mosquitos en laboratorio y de *Anopheles pseudopunctipennis* en campo. *Revista Agrobiología México* 38 (4): 413-421.
- Pinilla T, Segura N, Bello F. 2012. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in Bogotá, Colombia *Neotrop. Entomol.*, 41 , pp. 237-242.

- Rognes, K. 1991. Blowflies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark. Scandinavian Science Press, pp.272.
- Shah, Z. A., and T. Sakhawat. 2004. The effect of flesh age, trap colour, decomposition stage, temperature and relative humidity on the visitation pattern of blow and flesh flies. *J. Agric. Biol.* 6: 370-374.
- Shiao AF, Yeh TC. 2008. Larval competition of *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya rufifacies* (Diptera:Calliphoridae): behavior and ecological studies of two blow fly species of forensic significance. *Journal Med. Entomology* 45: 785-799.
- Shorrocks, B. y Bingley, M. (1994) Priority effects and species coexistence: experiments with fungal-breeding *Drosophila*. *Journal of Animal Ecology*, 63, 799–806.
- Smith KGV. 1973. Insects and other arthropods of medical importance. Trustees of the British Museum (Natural History), pp. 251.
- Smith K.G.V.1986. A Manual of Forensic Entomology. The trustees of the British Museum (Natural History): London.
- Sousa JR, Esposito MC, Carvalho FS. 2011. Diversity of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera: Oestroidea) in continuous forest and gaps at different stages of regeneration un the Urucu oilfield in western Brazilian Amazonia. *Rev Bras Entomol* 55: 578-582.
- Souza CR, Zuben CJV. 2012. Diversity and Synanthropy of Calliphoridae (Diptera) in the Region of Rio Claro, SP, Brazil. *Neotrop Entomol* 41: 243–248
- Stevens RJ. 2003. The evolution of myiasis in blowflies (Calliphoridae). *International Journal for Parasitology* 33 :1105–1113.
- Tenorio, F.M., Olson, J.K. & Coates, C.J. (2003) Decomposition studies, with a catalog and descriptions of forensically important blow flies (Diptera:Calliphoridae) in

Central Texas. *Southwestern Entomologist*, 28, 37–45.

Triplehorn CA, Johnson FN. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the study of Insects. Houghton Mifflin Company: Boston, pp. 672-680.

Tomberlin, J.K. y Adler, P.H. (1998) Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in water and on land in an open field in South Carolina. *Journal of Medical Entomology*, 35, 704–709.

Tomberlin, J. K., T. L. Crippen, A. M. Tarone, B. Singh, K. Adams, Y. H. Rezenom, M. E. Benbow, M. Flores, M. Longnecker, J. L. Pechal, et al. 2012. Interkingdom responses of flies to bacteria mediated by fly physiology and bacterial quorum sensing. *Anim. Behav.* 84: 1449–1456.

Tomberlin J, Albert A, Byrd J, Hall D. 2006. Interdisciplinary workshop yields new entomological data for forensic sciences: *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) established in North Carolina. *Journal of Medical Entomology* 43: 1287-1288.

Tomberlin J, Mohr R, Benbow M, Tarone A, VanLaerhoven S. 2011. A roadmap for bridging basic and applied research in forensic entomology. *Annual review of entomology* 56: 401-421

Tomberlin, JK, Crippen TL, Tarone A, Singh B, Adams K, Rezenom Y, Benbow M, Flores M, Longnecker M, Pechal J, Russell D, Beier R, Wood T. 2012. Interkingdom responses of flies to bacteria mediated by fly physiology and bacterial quorum sensing. *Animal Behaviour* 84: 1449-1456.

Valdés M, García F. 2014. Dinámica de Califóridos (Diptera: Calliphoridae) en Tres Municipios de la Comarca Lagunera en el Periodo 2012-2013. *Entomología Mexicana*, 1: 345 – 350.

Wall, R., y P. Fisher. 2001. Visual and olfactory cue interaction in resource-location by the blowfly, *Lucilia sericata*. *Physiol. Entomol.* 26: 212-218.

- Wall, R. 1993. The Reproductive Output of the Blowfly *Lucilia sericata*. *Journal of Insect Pharmacology*. 39:9, pp. 743-750.
- Wall R, French NP, Morgan KL. 1992. Blowfly species composition in sheep myiasis in Britain. *Medical and Veterinary Entomology* 6: 177-178.
- Wells, J. D., and H. Kurahashi. 1997. *Chrysomya megacephala* (Fabr.) is more resistant to attack by *Ch. rufifacies* (Macquart) in a laboratory arena than is *Cochliomyia*
- Wells, J. D. 2000. Introduced *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in North Central Alabama. *J. Entomol. Sci.* 35:91-92.
- Wells, J. D., and B. Greenberg. 1992. Interaction between *Chrysomya rufifacies* and *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae): the possible consequences of an invasion. *Bulletin of Entomological Research* 82: 133-137.
- Whitworth T. 2006. "Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America north of Mexico". *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 108: 689-72.
- Yang ST, Shiao S. 2012. Oviposition preferences of two forensically important blow fly species, *Chrysomya megacephala* and *C. rufifacies* (Diptera: Calliphoridae), and implications for postmortem interval estimation. *Journal of Medical Entomology* 49: 424-435.

XII. RESUMEN BIOGRÁFICO

Alicia Fonseca Muñoz

Candidata para el Grado de
Doctora en Ciencias con Acentuación en Entomología Médica

Tesis: DIVERSIDAD DE DIPTEROS , TASA DE OVIPOSICIÓN Y
RESPUESTA CONDUCTUAL DE MOSCAS *CHRYSOMYA RUFIFACIES*
(DIPTERA: CALLIPHORIDAE) EN LA CIUDAD DE OAXACA, MEXICO

Campo de Estudio: Ciencias de la Vida

Datos personales : Nacida en la Ciudad de México el 18 de enero de 1982, hija de
Ramón Guadalupe Fonseca Arias y Leonides Muñoz Chávez

Educación : Egresada del Centro Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional
CIIDIR IPN Oaxaca grado obtenido en 2011 Maestra en Ciencias en Conservación y
Aprovechamiento de Recursos Naturales con Mención Honorífica.

Experiencia profesional: Profesora de asignatura no homologada “C” la carrera de
Biología en la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca desde 2012 en la
escuela de Sistemas Biológicos e Innovación Tecnológica.