



**Universidad Nacional de Córdoba.
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
Carrera de Ciencias Biológicas.**

Diversidad de moscas saprófagas y su rol en la tasa de descomposición de materia orgánica: una mirada desde los servicios ecosistémicos

Tesinista: Lucas Emanuel Castelli

Firma:

Directora: Moira Battán Horenstein

Firma:

Co-directora: Raquel Miranda Gleiser

Firma:

Cátedra de Ecología – Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC.
Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales (CREAN) – Instituto
Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV), UNC-CONICET

Diversidad de moscas saprófagas y su rol en la tasa de descomposición de materia orgánica: una mirada desde los servicios ecosistémicos

Tribunal Examinador

- Dra.: María T. Defagó.....Firma:
- Dr.: Andrés M. Visintin..... Firma:
- Dr.: Mariano P. Grilli..... Firma:

Calificación:

Fecha:

Agradecimientos

A mi familia, por confiar en mí y permitir que haya podido vivir esta experiencia, cumpliendo una etapa clave para crecer como persona. Y gracias por estar siempre presente incluso a la distancia.

A Ro que me acompañó todos estos años, acompañándonos juntos y estando presente en todo tipo de momentos, tirando para un mismo lado y buscando seguir adelante siempre.

A mis amigos, en especial Jarita, Negro, Cheru, Meli, con los que pasamos juntos todos estos años en Córdoba, muchas veces ocupando un tiempo necesario para despejar la cabeza y reiniciar.

A todos los compañeros que tuve durante estos años, en especial Anita, Kei y Car con las que preparamos juntos muchos de los últimos finales de la carrera.

A Moira y Raquel por aceptarme como tesinista y por ayudarme a lo largo del trabajo, teniéndome paciencia y ayudándome con las dudas que se me presentaban.

Al tribunal evaluador por ocupar su tiempo en leer el trabajo y hacer sugerencias para que el mismo mejore, e inclusive también para que tenga en cuenta aspectos para trabajos futuros.

A Moira por sus consejos y por ayudarme a entender cualquier pregunta que me haya surgido por temas acerca de proyectos futuros.

Al CREAM y las personas que allí trabajan por recibirme como lo hicieron, haciéndome sentir cómodo en el lugar de trabajo durante la tesina.

A todos los profesores que tuve durante el cursado, grandes personas, grandes profesores.

A la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – UNC por haber sido mi lugar de formación como profesional.

A SECYT-UNC (PIP 33620180100302CB) por financiamiento parcial.

Diversidad de moscas saprófagas y su rol en la tasa de descomposición de materia orgánica: una mirada desde los servicios ecosistémicos

Resumen

La descomposición de la materia orgánica muerta es un proceso ecológico clave para la función del ecosistema. Los dípteros saprófagos son los macroorganismos que mejor cumplen esta función, contribuyendo con el ciclado de la materia orgánica a través de su consumo directo durante el estado larval. Las ciudades y sus alrededores constituyen ambientes donde existe una gran disponibilidad de materia orgánica en descomposición. El objetivo de este trabajo fue estudiar la estructura de la comunidad de moscas saprófagas que colonizan dos sustratos diferentes (vísceras de pollo (VP) y harina y huevo (HH)), y cuantificar su pérdida de masa (tasa de descomposición) en relación con la riqueza y abundancia de especies que los colonizan. Se realizaron tres ensayos en la ciudad de Córdoba, Argentina, utilizando para la colecta de moscas trampas cebadas con los dos tipos de sustratos mencionados. Se caracterizó la fauna atraída a las trampas y la fauna emergente de los sustratos, y se midió el cambio de peso de los sustratos en el período del ensayo. Se recolectaron en total 6.281 moscas saprófagas que ingresaron a las trampas cebadas, siendo el cebo VP significativamente más atractivo que el cebo HH (6.260 moscas en VP y 21 en HH). Se observaron diferencias significativas en la composición de especies que ingresaron a las trampas con los diferentes cebos. Especies de las familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae y Fanniidae colonizaron las VP, siendo la primera la más abundante. En HH la familia Phoridae fue la más frecuente, siendo representada principalmente por la especie *Megaselia scalaris*. En trampas con VP, *Chrysomya albiceps* y *Chrysomya megacephala* (ambas especies exóticas) fueron las especies que más frecuentemente ingresaron a las trampas, mientras que *Sarcophaga crassipalpis* fue la especie con mayor números de individuos emergidos a partir de ese sustrato. La tasa de descomposición fue significativamente mayor en el tratamiento con vísceras de pollo comparado con su respectivo control, pero no ocurrió lo mismo en el tratamiento con harina y huevo. En las VP se observó que a mayor riqueza de especies y a mayor abundancia de individuos, mayor tasa de descomposición sufrió este sustrato,

evidenciando un servicio ecosistémico clave de la diversidad para la función del ecosistema.

Palabras claves: servicios ecosistémicos, descomposición, sustratos orgánicos, moscas saprófagas, ecosistema urbano.

Introducción

Las relaciones entre funciones ecológicas y la biodiversidad son temas de gran interés (Reiss et al. 2009), y más aún en paisajes donde el hombre ha realizado grandes cambios, que pueden resultar en pérdidas de biodiversidad (Hooper et al. 2012). Las poblaciones humanas pueden obtener beneficios directos o indirectos de las funciones del ecosistema, por lo que, desde una perspectiva antrópica, dichos beneficios se han definido como servicios ecosistémicos (Costanza et al. 1997). Identificar qué especies están involucradas en diferentes procesos ecológicos y las consecuencias de los cambios en su abundancia, diversidad o composición en las tasas de procesos ecológicos es fundamental para la comprensión de la dinámica de los ecosistemas y de los impactos de las actividades humanas.

La descomposición de la materia orgánica muerta es un proceso ecológico clave para la función del ecosistema (Swift et al. 1979) y es realizada por una gran variedad de especies microbianas e invertebrados (Moore et al. 2004, Gessner et al. 2010). La materia orgánica de origen animal en descomposición, como por ejemplo cadáveres de animales o sus partes y heces, constituye un hábitat temporalmente efímero y espacialmente heterogéneo que ofrece una fuente de alimento altamente nutritiva para una amplia variedad de organismos. El componente principal de esta comunidad de organismos son los artrópodos y entre éstos los insectos, que predominan en riqueza de especies y en número de individuos (Goff 1993). Las especies de dípteros saprófagos utilizan estos sustratos orgánicos como fuente de proteínas, como sitio para oviponer y como alimento para el desarrollo de sus estados inmaduros (Kuusela y Hanski 1982, Martínez Sánchez et al. 2000).

Si bien las moscas saprófagas contribuyen con el ciclado de la materia orgánica, proporcionando al ecosistema un servicio fundamental al reciclar los nutrientes a través de su consumo directo, cabe destacar que por sus hábitos alimenticios también

presentan importancia sanitaria, ya que por su alta capacidad de dispersión pueden ser vectores mecánicos de patógenos causantes de enfermedades que afectan al hombre y a sus animales domésticos o de producción (Cadavid-Sánchez 2015). La familia Calliphoridae, particularmente, es importante a nivel ecológico, médico y sanitario, debido a su preferencia por heces, basura orgánica y carne en descomposición (Mariluis y Mulieri 2005), adquiriendo de estos sustratos una gran cantidad de patógenos tales como virus, bacterias, hongos, protozoos y helmintos (Ferreira y Barbola 1998, Förster et al. 2007), causantes de más de 65 enfermedades en humanos y animales (Greenberg 1971, 1973). Adicionalmente, las larvas de algunas especies causan miasis en aves y mamíferos, afectando ocasionalmente al hombre (Stevens 2003, Visciarelli et al. 2003). Además de su relevancia ecológica en el proceso de descomposición de la materia orgánica animal, los insectos necrófagos representan una importante herramienta en los procesos de investigación criminal, permitiendo a los expertos estimar a través de la presencia y frecuencia de estos insectos, así como de la bionomía de sus estados inmaduros, el intervalo postmortem (Amendt et al. 2017).

Las ciudades son consideradas ecosistemas emergentes, donde las especies se encuentran en combinaciones y abundancias relativas que no habían ocurrido previamente (Hobbs 2006). Si bien globalmente se ha evidenciado que las urbanizaciones reducen la biodiversidad, los efectos de la urbanización sobre diferentes especies pueden ser positivos o negativos, y pueden a su vez variar con la escala de estudio. A escala local, los niveles altos de disturbio suelen favorecer los incrementos poblacionales de especies generalistas adaptadas al hombre y sus actividades. Así, por ejemplo, la acumulación de desechos orgánicos, como frutos y plantas en descomposición, excrementos de animales domésticos, restos de alimentos procesados, entre otros, proveen alimento para diversos animales. Una de las respuestas negativas es la desaparición de especies más especialistas y dependientes de las condiciones de los ambientes naturales (Meineke 2013). Conocer la distribución de las funciones ecológicas y los servicios ecosistémicos dentro de las ciudades contribuirá a mejorar el éxito de los intentos de reducir la creciente huella ecológica urbana (Rees y Wackernagel 1996).

Se han propuesto algunas hipótesis para explicar los efectos de la pérdida de diversidad sobre las funciones ecológicas. Si bien la complementariedad funcional promueve la magnitud de los procesos de un ecosistema, la redundancia funcional

promueve la capacidad de recuperación de dichos procesos del ecosistema, a través de un efecto de aseguramiento de la biodiversidad. Se denominan especies redundantes a aquellas cuya desaparición no afecta de manera significativa el funcionamiento del ecosistema, por lo tanto, si existe la redundancia funcional, puede haber cambios en la riqueza de especies que no afecten al funcionamiento del ecosistema. Generalmente se observa que las comunidades ricas en especies suelen tener más fenómenos de redundancia que las pobres (Fonseca y Ganade 2001). La pérdida de funcionalidad es más probable si la comunidad es pobre en especies, y si tienen las especies distribuidas desigualmente a través de los grupos funcionales (Lorencio 2007).

Heces, carroña, fruta, hongos, etc. son sitios discretos, dispersos, relativamente pequeños y efímeros donde una o dos generaciones de moscas saprófagas pueden criarse (Beaver 1977). En este tipo de sistemas se espera que los individuos experimenten altos niveles de competencia, incluso exclusión competitiva. Sin embargo, por el contrario, la coexistencia es más la regla que la excepción (Atkinson y Shorrocks 1984), y estos parches han mostrado soportar una gran diversidad comparado con otros recursos (Kouki y Hanski 1995). Por ejemplo, Elton (1966) cita 16 especies de escarabajos estercoleros coexistiendo sobre heces en un estudio realizado en el norte de Inglaterra. Para los dípteros, las interacciones competitivas ocurren durante el estado larval en los parches de sustrato, estructurando la comunidad (Beaver 1977).

Hipótesis de trabajo

Los dípteros saprófagos muestran especialización respecto al sustrato de cría en cuanto al origen y composición, por lo que la tasa de descomposición de los distintos sustratos será diferente como consecuencia del origen, de la composición y abundancia de las especies que los colonicen.

Objetivo General

Estudiar la estructura de la comunidad de moscas saprófagas que colonizan materia orgánica en descomposición y cuantificar la pérdida de masa (tasa de descomposición) del sustrato en relación con la riqueza, abundancia y composición de especies.

Objetivos específicos

1. Caracterizar la comunidad de moscas saprófagas que colonizan y se desarrollan en diferentes tipos de materia orgánica en descomposición.
2. Determinar si existen diferencias en las abundancias relativas y composición de especies de comunidades de moscas saprófagas que colonizan sustratos orgánicos de diferente origen.
3. Determinar si existen diferencias en las tasas de descomposición en relación con el tipo de sustrato orgánico, y evaluar si la tasa de descomposición se relaciona con la riqueza, abundancia y/o dominancia de alguna especie.

Materiales y Métodos

Área de estudio. Los ensayos se realizaron en un espacio verde de la ciudad de Córdoba (31°26'S - 64° 11'W) en el predio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Ciudad Universitaria, para homogeneizar las condiciones meteorológicas y el conjunto de potenciales colonizadores a los que se expusieron los tratamientos en cada réplica. Los tratamientos se asignaron de manera aleatoria a las trampas y a su vez éstas se distribuyeron al azar entre sitios identificados previamente como expuestos a condiciones similares de insolación.

Colecta de insectos. Para la colecta de insectos se utilizaron 26 trampas olfatorias cebadas (por ensayo) con uno de dos tipos diferentes de sustratos orgánicos. Cada trampa se diseñó acoplando dos cámaras, una inferior donde se colocó el cebo atractivo y una cámara superior para recolección de insectos (Figura 1). La cámara inferior presenta un embudo de entrada en uno de los laterales, el cual tiene su boca hacia afuera y el pico hacia el interior lo que permitía el ingreso de los insectos. Ésta cámara presenta un recipiente de 9 cm diámetro x 7 cm alto que contenía 200 gramos de sustrato. La base de la trampa contenía vermiculita como sitio para que pupen las larvas. El embudo de salida ubicado en la parte alta de la cámara inferior permite que las moscas puedan dirigirse hacia la cámara superior. Las trampas se colgaron de árboles o postes a aproximadamente 1,5 m del suelo.

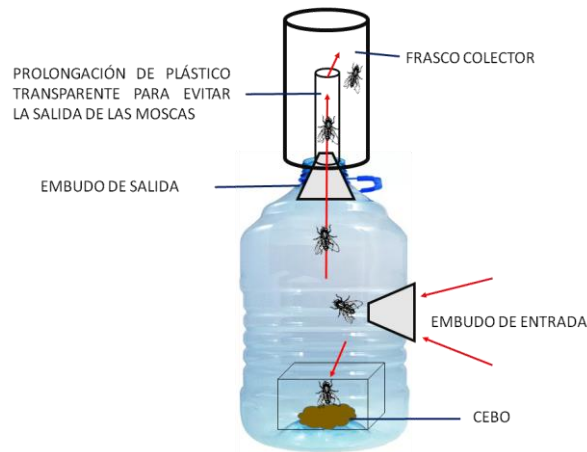


Figura 1. Diseño de la trampa de moscas.

Sustratos orgánicos. Se evaluaron dos tipos de sustratos, seleccionados por ser desechos alimenticios comunes en las ciudades. Si bien ambos sustratos fueron proteicos, las proteínas que los componen y la proporción en la que se encontraban diferían. Uno de ellos constaba de vísceras de pollo (VP) y el otro de una mezcla de harina y huevo (HH; 500 gramos de fideos hervidos y colados, 2 huevos crudos). Ambos sustratos fueron triturados para homogenizar su estructura.

Diseño del ensayo. El experimento inició con 200 g de sustrato por trampa, el que se volvió a pesar a los 14 días. La tasa de descomposición se estimó como: $(\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) / \text{Peso inicial}$. Cada trampa se asignó a uno de cuatro tratamientos, dos de ellos con sustrato vísceras de pollo (expuesto y control) y dos con sustrato de huevo + harina (expuesto y control). En el control, el embudo de entrada a la trampa fue clausurado para impedir el ingreso de insectos. Se realizaron tres repeticiones del ensayo entre los meses de febrero y mayo cada repetición iniciando en fechas diferentes, en cada una de las cuales se utilizaron veintiséis trampas. Diez trampas contenían como sustrato VP y otras diez HH. Además, se utilizaron seis controles, tres con VP y tres con HH.

Periódicamente se observó el estado de las trampas y se tomó nota de aspectos relevantes como actividad de moscas, presencia de otros seres vivos tales como arañas, hongos, etc. Luego de siete días de haber iniciado el ensayo, los accesos de las trampas fueron clausurados con algodón para evitar el ingreso de nuevos insectos a las trampas. A los catorce días de haber comenzado el ensayo se recolectaron las moscas adultas muertas del interior de la trampa y se conservaron en alcohol 70 % hasta su identificación (además de haberse pesado nuevamente el sustrato). Posteriormente

(aproximadamente 21 días) se recolectaron las moscas emergidas y las pupas que no hubieran completado su desarrollo.

Análisis de datos

Para cada trampa se consideró el número acumulado de moscas que ingresaron (o qué emergieron) por especie (por réplica).

Se analizaron los efectos del sustrato sobre la riqueza de las comunidades que ingresaron en las trampas mediante ANOVA, utilizando valores expresados en $\ln(n+1)$ (InfoStat; Di Rienzo et al. 2016). A su vez, se analizaron para cada sustrato los efectos de las fechas de réplica sobre la riqueza de las comunidades que ingresaron en las trampas mediante ANOVA, utilizando valores expresados en $\ln(n+1)$ (InfoStat; Di Rienzo et al. 2016).

La similitud en la composición de especies entre condiciones de la trampa (tipo de sustrato), fecha de ensayo (ensayo 1, 2 o 3) y tipo de comunidad (ingresante o emergente) se exploró mediante escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de las distancias de Bray-Curtis y se evaluó estadísticamente mediante análisis multivariado no paramétrico de la varianza (PERMANOVA) basado en distancias Bray-Curtis. En caso de detectarse diferencias significativas, se realizaron análisis SIMPER para detectar la contribución de cada especie a la disimilitud (software PAST 3, Hammer et al. 2001).

Para evaluar la tasa de descomposición en cada tratamiento (variable dependiente), se utilizó un modelo lineal general y mixto (MLG) (InfoStat; Di Rienzo et al. 2016). El efecto fijo fue el sustrato (VP, HH, y sus respectivos controles control VP y control HH) y el efecto aleatorio fue el periodo del ensayo. Por otro lado, se analizó la relación entre la riqueza, abundancia o dominancia de especies en el sustrato y el cambio en biomasa (peso) del sustrato mediante análisis de correlación (InfoStat; Di Rienzo et al. 2016).

Resultados

1. Ensamble de insectos que ingresaron a las trampas

En total ingresaron a las trampas 6553 insectos pertenecientes a tres Ordenes: Coleoptera, Diptera e Hymenoptera. Se observaron diferencias en las abundancias de los grupos que colonizaron los diferentes sustratos (Tabla 1). En trampas cebadas con VP el orden Diptera fue el mejor representado respecto al resto de los insectos que ingresaron a las trampas. Cuando se empleó el sustrato HH tanto Diptera como Coleoptera presentaron similar número de especímenes (Tabla 1).

Tabla 1. Número total de individuos y porcentaje de captura de insectos colectados que ingresaron a las trampas cebadas. VP: víscera de pollo; HH: harina y huevo.

Orden	Diptera	Coleoptera	Hymenoptera
Sustrato			
VP	6260 (99%)	15 (<1%)	51 (<1%)
HH	120 (53%)	105 (46%)	2 (1%)

El número total de dípteros que ingresó a las trampas cebadas con VP fue 52 veces superior al capturado con HH (Tabla 1). Las familias más numerosas fueron Calliphoridae en VP y Phoridae en HH (Tabla 2).

Tabla 2. Número total de individuos y porcentaje (%) de moscas saprófagas por Familia de Diptera que ingresaron a las trampas según tipo de cebo (N = 30). VP: víscera de pollo; HH: harina y huevo.

Familia	Calliphoridae	Sarcophagidae	Muscidae	Fanniidae	Phoridae	Total
Sustrato						
VP	5677 (91%)	230 (3%)	172 (3%)	181(3%)	0 (0%)	6260 (100%)
HH	5 (24%)	3 (14%)	1 (5%)	0 (0%)	12 (57%)	21 (100%)
Total	5682	233	173	181	12	6281

La especie que más frecuentemente se capturó en trampas con VP fue *Chrysomya albiceps*, seguida por *Chrysomya megacephala*. *Megaselia scalaris*, por otro lado, fue la especie más abundante en el sustrato HH (Tabla 3).

Tabla 3. Abundancia de las especies de Diptera que ingresaron a las trampas.

Familia/Especie	Sustrato		
	VP	HH	Total
CALLIPHORIDAE			
<i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830	10	1	11
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)	2882	0	2882
<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)	2361	0	2361
<i>Cochliomyia macellaria</i> (Fabricius, 1775)	106	0	106
<i>Lucilia cuprina</i> (Wiedemann, 1830)	264	2	266
<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)	12	1	13
<i>Sarconesia chlorogaster</i> (Wiedemann, 1830)	11	0	11
SARCOPHAGIDAE			
<i>Blaesoxipha caridei</i> (Brethes, 1906)	1	0	1
<i>Blaesoxipha quaesita</i> (Hall, 1937)	2	0	2
<i>Blaesoxipha stallengi</i> (Lahille, 1907)	2	0	2
<i>Blaesoxipha wagneri</i> (Blanchard, 1939)	2	0	2
<i>Ravinia sueta</i> (Wulp, 1895)	23	0	23
<i>Sarcodexia lambens</i> Wiedemann, 1830	74	0	74
<i>Sarcophaga crassipalpis</i> Macquart, 1839	94	0	94
<i>Sarcophaga polistensis</i> Hall, 1933	4	0	4
<i>Tricharaea brevicornis</i> Wiedemann, 1830	9	0	9
<i>Udamopyga percita</i> Lopes, 1938	21	3	24
FANNIIDAE			
<i>Fannia</i> sp.	181	0	181
MUSCIDAE			
<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758	165	0	165
<i>Muscina stabulans</i> (Fallén, 1817)	7	0	7
<i>Ophyra aenescens</i> (Wiedemann, 1830)	8	0	8
PHORIDAE			
<i>Megaselia scalaris</i> (Loew, 1866)	0	12	12

Las VP atrajeron en promedio significativamente más familias de moscas saprófagas en relación a la trampa con HH (Figura 2). Este último sustrato atrajo en promedio 0,5 familias por trampa, mientras que las vísceras de pollo 3,33 por trampa.

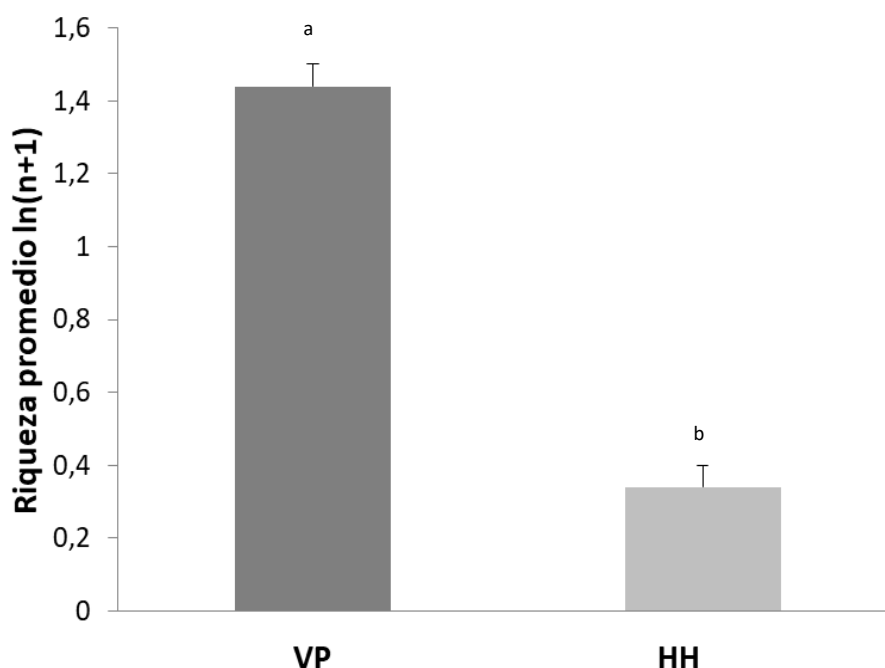


Figura 2. Riqueza media por tipo de cebo, de familias de moscas saprófagas que ingresaron a las trampas cebadas. Letras diferentes (a, b) indican diferencias significativas ($p < 0,0001$). VP: víscera de pollo; HH: harina y huevo.

La composición de especies que ingresaron a las trampas con VP fueron significativamente diferentes a las que ingresaron a las trampas con HH ($F = 25,7$, $p = 0,0001$). Mediante un análisis de SIMPER se observó que Calliphoridae (77,07%) fue la familia que más contribuyó en la diferencia observada, y a su vez *C. megacephala* fue la especie que más contribuyó en la diferencia (Tabla 4).

Tabla 4. Especies de Diptera que contribuyeron a la disimilitud (según análisis SIMPER) entre trampas con sustrato de vísceras de pollo y de harina y huevo.

Taxón	% contribución	% acumulado
<i>C. megacephala</i>	36,13	36,13
<i>C. albiceps</i>	27,73	63,86

Se evaluó si hubo diferencias entre los ensayos, dado que se realizaron en diferentes fechas (repeticiones), las que pudieran atribuirse a variaciones a lo largo de la estación. No se observaron diferencias significativas entre ensayos (réplicas) en la riqueza media de especies que ingresaron a las trampas por tipo de cebo, tanto para trampas cebadas con VP ($p = 0,07$) como con harina y huevo ($p = 0,68$) (Figura 3). En

cuanto a la composición taxonómica, no se evidenciaron diferencias significativas entre ensayos en la composición de familias para un mismo tipo de sustrato ($F = 1,66$, $p = 0,13$ para VP; $F = 0,83$, $p = 0,49$ para HH; en ambos casos $p > 0,05$). Tampoco se detectaron diferencias en composición de especies entre fechas por sustrato ($F = 1,58$, $p = 0,11$ para VP; $F = 0,67$, $p = 0,60$ para HH).

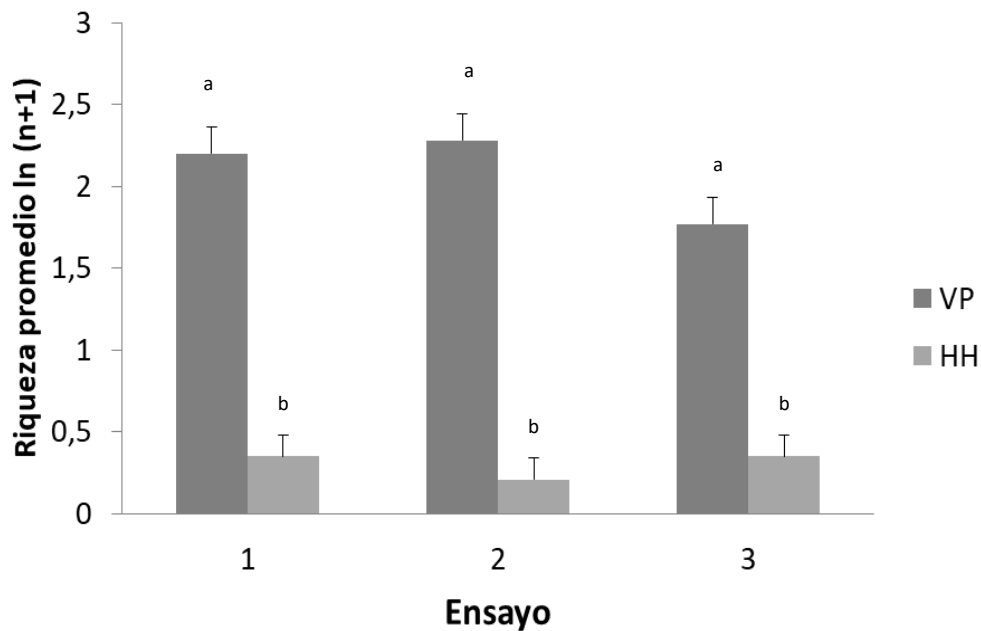


Figura 3. Riqueza promedio por trampa de especies de moscas saprófagas que ingresaron en cada ensayo. VP: víscera de pollo; HH: harina y huevo. ^{a-b} para cada tratamiento, las columnas que no comparten letra difieren significativamente ($p < 0,05$).

2. Ensamble de moscas que emergieron de las trampas

En total emergieron 1605 moscas saprófagas de los sustratos utilizados. Del sustrato VP emergieron 902 moscas adultas mientras que de HH se obtuvieron un total de 703 moscas (Tabla 5). Phoridae fue la familia con mayor número de individuos emergidos, exclusivamente del sustrato de HH. En cambio, el sustrato VP sostuvo una comunidad más diversa, y fueron las familias Calliphoridae y Sarcophagidae de las que se obtuvo mayor abundancia de adultos emergidos.

Tabla 5. Total de moscas saprófagas emergidas por familia de Diptera y tipo de sustrato (N = 30).

Sustrato	Familia	Calliphoridae	Sarcophagidae	Muscidae	Fanniidae	Phoridae	Total
VP		382 (42%)	391(43%)	33 (4%)	96 (11%)	0 (0%)	902 (100%)
HH		0 (0%)	0 (0%)	0 (%)	0 (0%)	702 (100%)	702 (100%)
Total		383	391	33	96	702	1605

Fue evidente la diferencia en la composición a nivel específico de los ensambles de moscas que emergieron de uno y otro sustrato. *Sarcophaga crassipalpis* fue la especie más abundante dentro de la comunidad emergente en las trampas cebadas con VP seguida de *Lucilia cuprina*. En las trampas cebadas con HH, *Megaselia scalaris* fue la única especie que completó su desarrollo en este sustrato (Tabla 6).

Tabla 6. Abundancia de las especies de Diptera que emergieron de las trampas.

Especie	Sustrato		
	VP	HH	Total
CALLIPHORIDAE			
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)	109	0	109
<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1974)	28	0	28
<i>Lucilia cuprina</i> (Wiedemann, 1830)	196	0	197
<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)	35	0	35
SARCOPHAGIDAE			
<i>Sarcodexia lambens</i> Wiedemann, 1830	56	0	56
<i>Sarcophaga crassipalpis</i> Macquart, 1839	313	0	313
<i>Tricharaea brevicornis</i> Wiedemann, 1830	2	0	2
<i>Udamopyga percita</i> Lopes, 1938	5	0	5
FANNIIDAE			
<i>Fannia</i> sp.	93	0	93
MUSCIDAE			
<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758	12	0	12
<i>Ophyra aenescens</i> (Wiedemann, 1830)	16	0	16
PHORIDAE			
<i>Megaselia scalaris</i> (Loew, 1866)	0	702	702

Para evaluar si el periodo en que se realizó el ensayo pudo influir en la composición del ensamble de moscas saprófagas que emergieron en las trampas con VP, se realizó un análisis PERMANOVA (no se evaluó para HH porque emergió una única especie). Se encontraron diferencias significativas en todos los casos (Tabla 7). El

análisis de SIMPER indicó que *S. crassipalpis* fue la especie que más contribuyó en la diferencia (Tabla 8).

Tabla 7. Comparación (valor p) entre ensayos de la composición de especies del ensamble de moscas saprófagas que emergieron en las trampas con vísceras de pollo (F = 3,33).

	Ensayo 1	Ensayo 2
Ensayo 2	0,01	
Ensayo 3	0,003	0,002

Tabla 8. Especies de Diptera emergentes de trampas con vísceras de pollo que contribuyeron a la disimilitud (según análisis SIMPER) entre ensayos.

Taxón	% contribución	% acumulado
<i>S. crassipalpis</i>	46,26	46,26
<i>Fannia sp.</i>	15,36	61,62

3. Relación entre la fauna que ingresó y la que emergió de las trampas

El ensamble de moscas saprófagas que ingresó en las trampas cebadas con VP fue en promedio por trampa significativamente más rica ($p = 0,0001$), en cuanto a familias de moscas saprófagas, que la emergida en ellas. Se estimó una riqueza promedio por trampa de 3,33 familias, mientras que la riqueza de moscas que emergió en este sustrato en promedio fue de 2,2 por trampa. Por el contrario, como era esperable el ensamble de moscas que ingresaron en las trampas cebadas con HH (riqueza media = 0,5 familias) no difirió significativamente en riqueza de familias de moscas saprófagas respecto a la emergida en ellas (0,37 familias por trampa) (Figura 4).

El ensamble de especies de moscas que ingresó en las trampas cebadas con VP, fue significativamente más rico ($p < 0,05$) que el que emergió de ellas. Por trampa cebada con víscera de pollo se estimó una riqueza promedio de 7,97 especies de moscas saprófagas, mientras que en promedio la riqueza de moscas emergentes fue 2,83 por trampa. Para las trampas cebadas con HH no se detectaron diferencias significativas en la riqueza de los ensambles que ingresaron y emergieron por trampa (ingresó = 0,47; emergió = 0,37) ($p = 0,63$).

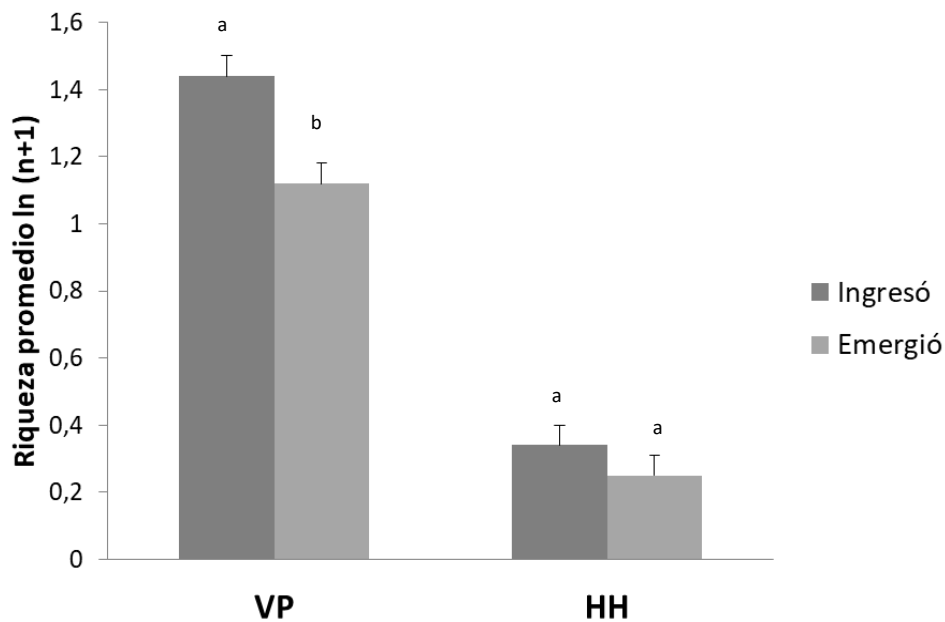


Figura 4. Riqueza media por tipo de cebo, de familias de moscas saprófagas que ingresaron y emergieron en las trampas cebadas. Para cada tipo de sustrato, letras diferentes (a,b) indican diferencias significativas ($p < 0,0001$). VP: víscera de pollo; HH: harina y huevo.

Para el sustrato VP, la composición de especies que ingresó a las trampas fue significativamente diferente al que emergió de ellas (PERMANOVA, $F = 9,05$, $p = 0,0001$). *Chrysomya megacephala* fue la especie que más contribuyó a la disimilitud entre sustratos (SIMPER; Tabla 9).

Tabla 9. Especies de Diptera que contribuyeron a la disimilitud entre la composición de la comunidad que ingresó a las trampas con vísceras de pollo, y la que emergió en ellas.

Taxón	% contribución	% acumulado
<i>C. megacephala</i>	29,2	29,2
<i>C. albiceps</i>	28,41	57,61

La composición de especies que ingresaron y emergieron de trampas con sustrato de HH también difirió significativamente ($F = 2,936$, $p = 0,049$). El análisis de SIMPER indicó que *M. scalaris* fue la especie que más contribuyó (87,76%) a la diferencia mencionada.

4. Descomposición de los sustratos

Se observaron diferencias significativas ($F_{3,72} = 3,22$; $p < 0,03$) en las tasas de descomposición entre los diferentes tratamientos. Analizando cada tratamiento, las VP se descompusieron más comparado con sus respectivos controles (CVP), pero en el caso del sustrato de HH, no se observaron diferencias significativas (HH vs CHH) (Figura 5).

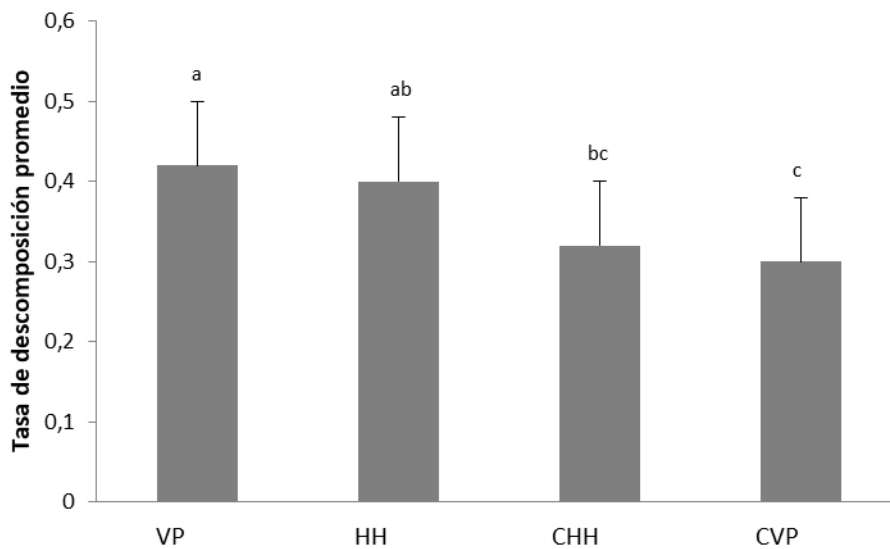


Figura 5. Descomposición promedio de los tratamientos VP (vísceras de pollo), HH (harina y huevo), CHH (control harina y huevo) y CVP (control vísceras de pollo). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$).

5. Relación entre los ensambles y las tasas de descomposición

Se observó una relación positiva y significativa (Coeficiente de Spearman = 0,56; $p = 0,001$) entre la riqueza de especies que ingresaron a las trampas y la tasa de descomposición del sustrato VP (Figura 6). La misma relación se observó para la abundancia de individuos capturados (Correlación de Spearman = 0,73; $p < 0,0001$) (Figura 7).

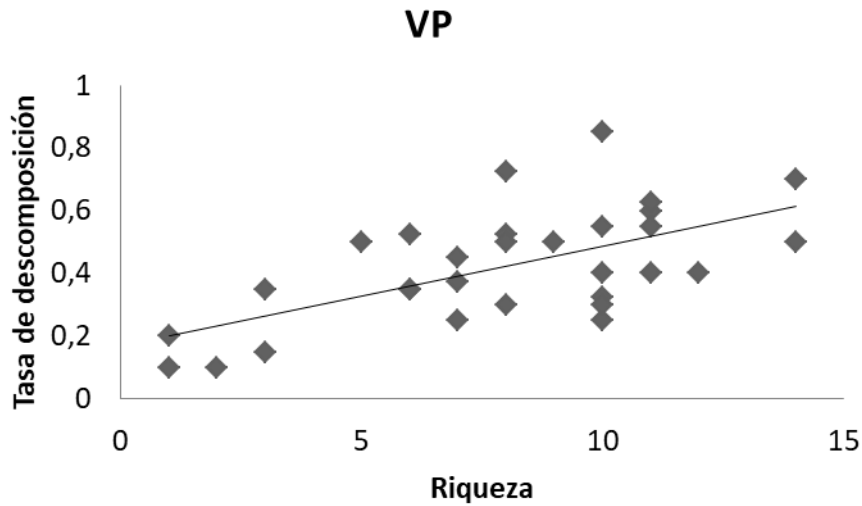


Figura 6. Relación entre riqueza de especies que ingresaron a las trampas y la tasa de descomposición de las vísceras de pollo.

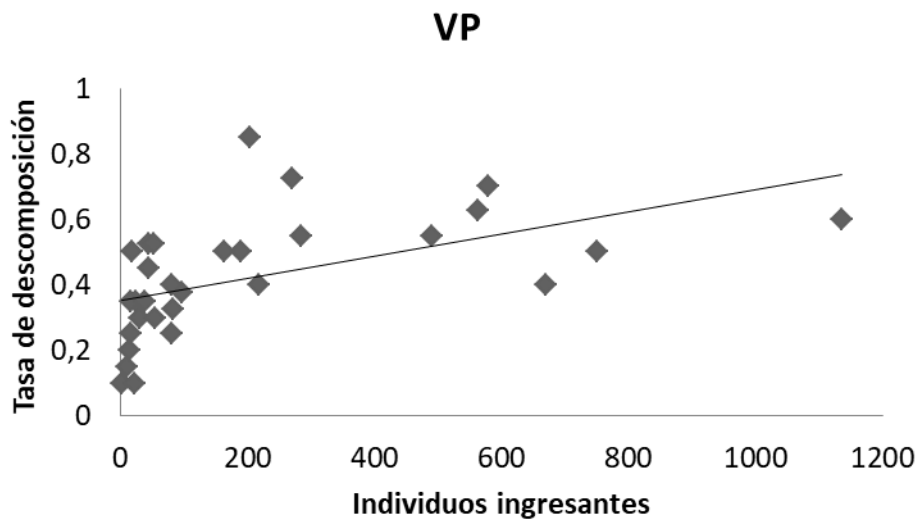


Figura 7. Relación entre el número de individuos que ingresaron a la trampa y la tasa de descomposición de las vísceras de pollo.

La tasa de descomposición del sustrato HH no mostró relación significativa ni con la riqueza de especies (Coeficiente de Spearman = -0,08; $p = 0,68$) ni con la abundancia de individuos que ingresaron a las trampas (Coeficiente de Spearman = -0,08; $p = 0,66$) (Figuras 8 y 9, respectivamente).

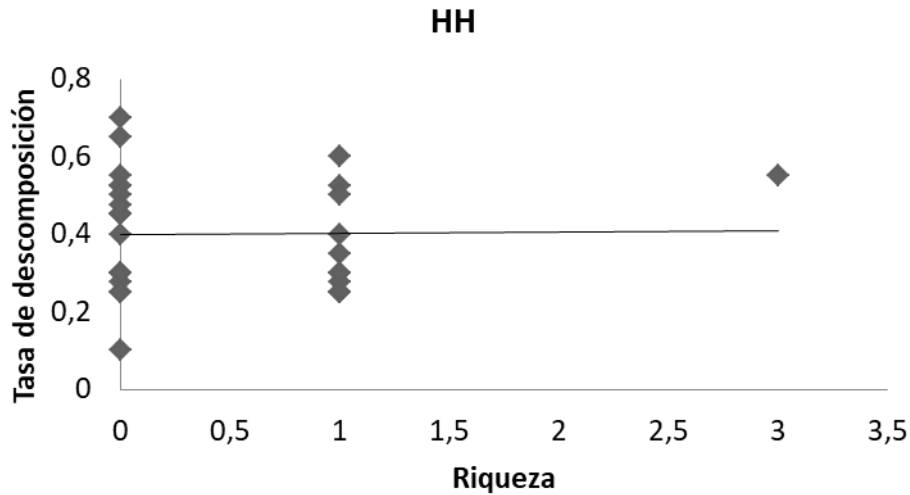


Figura 8. Relación entre la riqueza de especies que ingresaron y tasa de descomposición del sustrato harina y huevo.

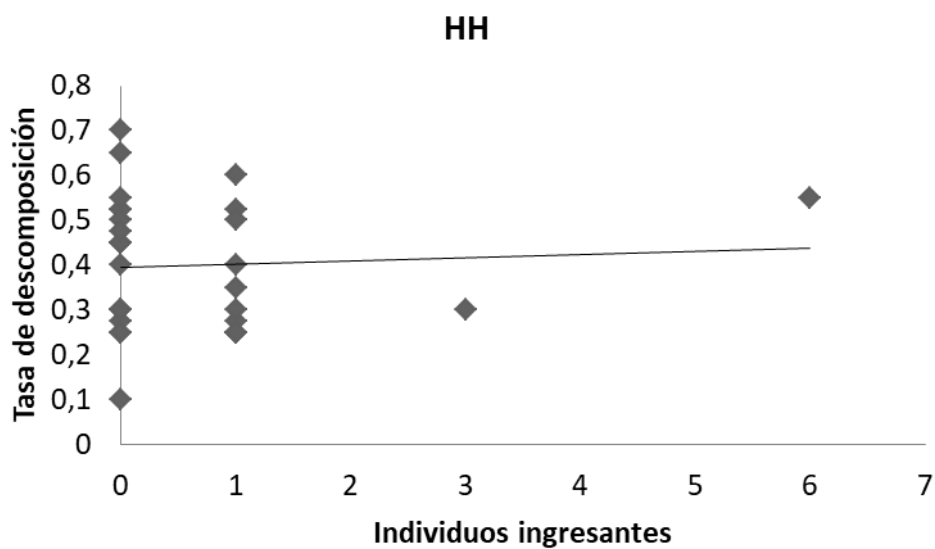
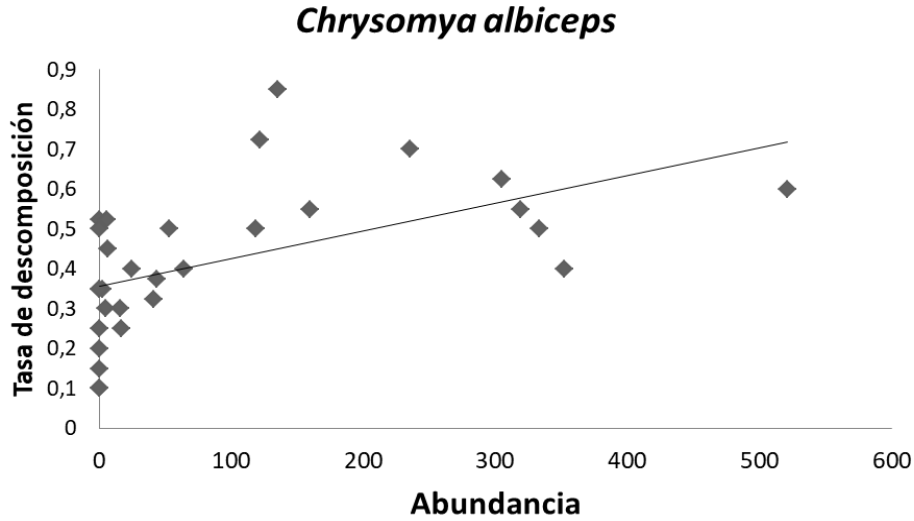


Figura 9. Relación entre el número de individuos que ingresaron a la trampa y la tasa de descomposición del sustrato harina y huevo.

Dado que se observó una relación positiva y significativa entre la abundancia de individuos que ingresaron y la tasa de descomposición de las VP, se analizó la relación entre cada una de las tres especies más abundantes y la tasa de reducción de este sustrato. *Chrysomya albiceps* ($R_s = 0,68$; $p < 0,0001$) y *C. megacephala* ($R_s = 0,75$; $p < 0,0001$) mostraron relaciones positivas significativas entre sus abundancias y las tasas

de descomposición, no siendo significativa para *L. cuprina* ($R_s = 0,3$; $p = 0,11$) (Figuras 10, 11 y 12).



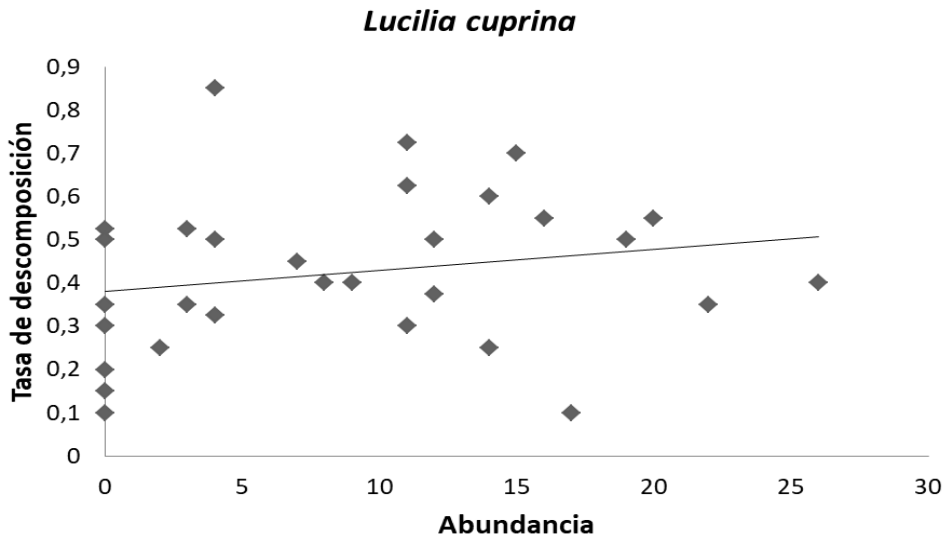


Figura 12. Relación entre la abundancia de individuos de *L. cuprina* que ingresaron y la tasa de descomposición de las vísceras de pollo.

No se observaron relaciones significativas para ninguno de los dos sustratos, entre la riqueza o número de individuos emergidos y la tasa de descomposición ($p > 0,05$) (Tabla 10).

Tabla 10. Relación entre riqueza y abundancia de moscas emergentes de los sustratos HH y VP y sus tasas de descomposición. Se indica el coeficiente de correlación de Spearman y entre paréntesis el valor de p . VP: víscera de pollo; HH: harina y huevo

	VP	HH
Riqueza	0,1 (0,60)	-0,2 (0,29)
Abundancia	0,11 (0,57)	-0,27 (0,16)

Dado que se observaron correlaciones significativas entre las tasas de descomposición y la riqueza y abundancia de moscas que ingresaron, pero no de aquellas que emergieron del sustrato VP, y a su vez se detectaron diferencias en la composición de especies que ingresó respecto a la que emergió; se exploró cómo cambió la composición específica de los ensambles de moscas ingresantes y emergentes de las trampas cuyos sustratos mostraron mayor o menor tasa de descomposición, respectivamente (Tablas 11 y 12). Las trampas con mayor descomposición tuvieron a *C. albiceps* y *C. megacephala* como ingresantes de gran abundancia. Las trampas con menor descomposición en cambio no tuvieron a *C. albiceps* o alternativamente

presentaron pocos especímenes de *C. megacephala*. En las tablas 11 y 12 se puede observar que además de moscas y puparios se recolectaron gran cantidad de himenópteros, los cuales fueron capturados en su estado adulto ya habiendo abandonado los puparios o incluso capturados en medio de este proceso. La mayoría, pertenecientes a la Superfamilia Ichneumonoidea, microhimenópteros que se comportan como gregarios. Se registraron otros himenópteros pertenecientes a la familia Chalcididae, los cuales presentan un comportamiento solitario, emergiendo un individuo por pupario parasitado.

Tabla 11. Comunidades de moscas saprófagas que ingresaron y emergieron de las trampas cuyos sustratos VP sufrieron gran descomposición.

Ensayo	Trampa	Especie o grupo	Ingresó	Emergió	Descomposición
3	4	<i>Chrysomya albiceps</i>	135	1	85%
		<i>Chrysomya megacephala</i>	43	1	
		<i>Lucilia cuprina</i>	4	27	
		<i>Cochliomyia macellaria</i>	1	0	
		<i>Calliphora vicina</i>	2	0	
		<i>Sarcodexia lambens</i>	4	6	
		<i>Udamopyga percita</i>	2	0	
		<i>Tricharaea brevicornis</i>	1	0	
		<i>Fannia</i> sp.	8	0	
		<i>Musca domestica</i>	4	0	
		Puparios cerrados	0	62	
		Hymenoptera	0	213	
		2	8	<i>Chrysomya albiceps</i>	
<i>Chrysomya megacephala</i>	112			3	
<i>Lucilia cuprina</i>	11			25	
<i>Sarcodexia lambens</i>	4			0	
<i>Sarcophaga crassipalpis</i>	2			3	
<i>Fannia</i> sp.	7			4	
<i>Musca domestica</i>	11			2	
<i>Muscina stabulans</i>	1			0	
puparios cerrados	0			73	
Hymenoptera	0			54	
2	3	<i>Chrysomya albiceps</i>	305	0	62,5%
		<i>Chrysomya megacephala</i>	192	13	
		<i>Cochliomyia macellaria</i>	16	0	
		<i>Lucilia cuprina</i>	11	0	
		<i>Sarconesia chlorogaster</i>	2	0	
		<i>Calliphora vicina</i>	1	0	
		<i>Blaesoxipha wagneri</i>	1	0	
		<i>Sarcophaga crassipalpis</i>	8	7	
		<i>Sarcodexia lambens</i>	22	0	
		<i>Fannia</i> sp.	3	0	
		<i>Musca domestica</i>	2	0	
		puparios cerrados	0	53	
		Hymenoptera	0	5	

Tabla 12. Comunidades de moscas saprófagas que ingresaron y emergieron de las trampas cuyos sustratos VP sufrieron poca descomposición.

Ensayo	Trampa	Especie o grupo	Ingresó	Emergió	Descomposición
3	1	<i>Chrysomya megacephala</i>	3	0	15%
		<i>Lucilia sericata</i>	1	5	
		<i>Fannia</i> sp.	6	0	
		<i>Sarcophaga crassipalpis</i>	0	1	
		<i>Sarcodexia lambens</i>	0	3	
		<i>Udamopyga percita</i>	0	1	
3	6	<i>Sarcophaga crassipalpis</i>	1	7	10%
		puparios cerrados	0	16	
		Hymenoptera	0	130	
3	9	<i>Lucilia cuprina</i>	17	1	10%
		<i>Chrysomya megacephala</i>	5	18	
		<i>Sarcodexia lambens</i>	0	1	
		puparios cerrados	0	16	
		Hymenoptera	0	2	

Discusión

Comunidad de moscas saprófagas que colonizaron los diferentes sustratos orgánicos

En el presente trabajo se quiso explorar la estructura de la comunidad de moscas saprófagas que colonizan diferentes sustratos orgánicos que pueden ser comunes en sistemas urbanos. Si bien los sustratos proteicos, como vísceras de pollo, hígado de vaca, peces muertos, calamares podridos, etc., han sido los más utilizados por diferentes autores como cebos de atracción, los desechos habituales en áreas urbanas también incluyen otros compuestos o derivados proteicos o mezclas de éstos con restos vegetales o derivados de harinas, que pueden ser atractivos para las moscas saprófagas. Este constituye el primer estudio en el que se utiliza un sustrato compuesto por proteína (huevo) y harinas (fideos procesados) como cebo atrayente para el estudio de moscas saprófagas.

Los resultados obtenidos durante el desarrollo del presente trabajo permitieron concluir acerca del rol funcional de los diferentes componentes de la comunidad de moscas saprófagas y su especialización en cuanto a la elección del tipo de recurso a colonizar. Se observaron diferencias entre los diferentes sustratos orgánicos en cuanto a las especies atraídas. El tipo de compuestos químicos que se liberan durante el proceso

de descomposición depende del tipo de cebo. Si bien ambos sustratos contenían proteínas, alimento requerido para la oviposición por parte de las hembras, las vísceras de pollo atrajeron más moscas y mayor cantidad de especies que el sustrato de harina y huevo. La ecología y la evolución de las preferencias tróficas de los insectos que se alimentan de materia orgánica en descomposición están vinculadas, principalmente, a su sistema sensorial olfativo, y a las respuestas adaptativas innatas de éstos a las fuentes de alimento y a los sitios de oviposición (Jürgens y Shuttleworth 2015).

En el sustrato de vísceras de pollo fueron colectadas principalmente especies de las familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae y Fanniidae. Calliphoridae fue la más representativa en cuanto a número de individuos, coincidiendo estos resultados con los obtenidos en otros estudios previos para la misma región (Battán Horenstein et al. 2010, Battán Horenstein y Salvo 2012, Battán Horenstein et al. 2016 a). Los califóridos adultos muestran diversos hábitos alimenticios, desde florícolas y saprófagos hasta coprófagos (Séguy 1928). Las larvas se crían sobre una amplia variedad de materia orgánica, constituyéndose como saprófagas, coprófagas y necrófagas (Smith 1986). Dentro de esta familia, las especies *C. albiceps* y *C. megacephala* fueron las más abundantes. Ambas especies fueron introducidas al Nuevo Mundo hace aproximadamente 40 años y desde entonces se han diseminado por toda América llegando a Argentina a través del sur de Brasil (Battán Horenstein et al. 2016 b). Desde su introducción estas especies fueron consideradas invasoras biológicas ya que produjeron un fuerte impacto sobre la estructura de las comunidades locales desplazando a especies nativas tales como *Cochliomyia macellaria* y *Lucilia sericata* (Battán Horenstein et al. 2007, 2010). Las larvas de *C. albiceps* y *C. megacephala* son necrófagas, principalmente durante los estadios I y II, las cuales se alimentan de la carne en descomposición. Las larvas del segundo y tercer estadio muestran un comportamiento predador, alimentándose de larvas de otras especies de dípteros (Faria et al. 1999; Faria y Godoy 2001).

La segunda familia más numerosa fue Sarcophagidae, quien mostró mayor riqueza de especies. Los sarcophágidos suelen preferir como sustrato de cría heces humanas, aunque algunas especies eligen otro tipo de cebos, como cadáveres de animales (Linhares 1981). *Sarcodexia lambens* y *S. crassipalpis* fueron las especies más abundantes, ambas han sido observadas sobre tejidos necróticos de cadáveres de cerdos y humanos durante las etapas avanzadas de descomposición (Guarín 2005). En este

estudio, fueron atraídas sólo por las vísceras de pollo, pero otros autores observaron estas especies atraídas por excrementos humanos, hígado bovino, carroña de peces, pequeños vertebrados e invertebrados como caracoles, escorpiones e insectos (Oliveira et al 2002, Moura et al 2005, De Jong y Hoback 2006) y también pueden comportarse como parasitoides, depredadores, y causar miasis en anfibios, pájaros y mamíferos (Hagman et al 2005).

Fanniidae y Muscidae, fueron colectadas en menor número. Ambas familias muestran una amplia variedad de hábitos alimenticios. Particularmente, algunas de las especies de la familia Fanniidae son atraídas por los desechos que produce el hombre (Smith 1986). Las larvas pueden desarrollarse a expensas de materia orgánica animal y vegetal en descomposición como cuerpos de animales muertos, excrementos y alimentos fermentados (Zumpt 1965; Guimarães et al. 1983; Pont 1997). Los adultos de los múscidos pueden comportarse como predadores de otros insectos, succionar sangre, alimentarse de sustancias azucaradas, etc.; sin embargo, las larvas se crían sobre heces, basura, frutos, hongos, vegetación y cadáveres de animales en descomposición (Borror et al. 1989). Dentro de esta familia, *M. domestica*, fue la más abundante. Si bien esta especie fue inicialmente considerada coprófaga y adaptada principalmente a los excrementos de los ungulados, luego, con el proceso de sinantropización se adaptó a diversos sustratos, entre ellos, animales muertos (Oliveira et al. 2002).

En cuanto a la composición del ensamble de moscas que acudieron a las trampas con harina y huevo, este estuvo representado principalmente por la familia Phoridae. Los fóridos se crían en una amplia variedad de materia orgánica en descomposición, sus larvas han sido encontradas muchas veces alimentándose de carroña (Smith 1986). Esta familia estuvo representada por *Megaselia scalaris*, especie considerada omnívora, ya que se ha observado alimentándose sobre plantas, heridas y cadáveres de animales (Smith 1986).

Comunidad de moscas saprófagas ingresantes y emergentes

La comunidad de moscas que ingresaron a las trampas con vísceras de pollo fue diferente a la emergente de este sustrato. Cabe recordar que además de dípteros, fueron colectados individuos pertenecientes a otros órdenes de insectos como Hymenoptera o Coleoptera. En trabajos donde se han estudiado comunidades de moscas-parasitoides, se observó que el pico de abundancia de especies parasitoides se

relaciona estrechamente con la presencia de abundantes larvas de dípteros, principalmente en verano (Battán Horenstein y Salvo 2012). La presencia de larvas de moscas saprófagas sobre un sustrato atraen a una rica comunidad de parasitoides que incluyen especies de Braconidae, Ichneumonidae, Pteromalidae, Figitidae, Eulophidae, Chalcididae y Diapriidae (Hymenoptera Parasitica) (Figg et al. 1983; Cervenka y Moon 1991). El parasitismo en etapas inmaduras tiene una influencia importante en la definición de la estructura de la comunidad de moscas saprófagas (Beaver 1977). Al analizar las pupas que no registraban emergencia de adultos, se pudo determinar que estas habían sido parasitadas por himenópteros, lo que influyó tanto en el número de individuos como en la composición de especies emergentes.

Otro factor importante que puede influir en la estructura de las comunidades es la competencia intra e interespecífica. La depredación facultativa de larvas y el canibalismo son procesos que suelen ocurrir en sistemas de este tipo (Ullyett 1950, Gagné 1981, Erzinçlioglu y Whitcombe 1983, Wells y Greenberg 1992). *Chrysomya albiceps*, especie más abundante en este trabajo, durante el estadio larval muestra un comportamiento agresivo que se basa en una combinación de competencia y predación que incluye matar y comer a la presa que utiliza el mismo recurso (predador intragremio) (Faria et al. 1999). El comportamiento predador de *C. albiceps* ha sido reportado por varios autores, quienes observaron que cuando esta especie coexiste con otras como *L. sericata*, *L. eximia* o *C. macellaria*, durante el tercer estadio larval las depreda, reduciendo la población presa incluso hasta su desaparición (Faria et al. 1999; Faria y Godoy 2001; Andrade et al. 2002; Rosa et al. 2006). Se ha observado que hembras de otras especies de Calliphoridae, ante la presencia de huevos o larvas de *C. albiceps*, inhiben la oviposición (Gião y Godoy 2007). Otros autores (Faria y Godoy 2001) han observado flexibilidad en la dieta de *C. albiceps* sugiriendo que su comportamiento depredador puede cambiar en función de la disponibilidad de presas.

En cuanto a los Coleoptera colectados, se halló *Creophilus maxillosus* (Linnaeus) (Coleoptera; Staphylinidae) en las trampas con vísceras de pollo. Esta especie es conocida como agente de control biológico de poblaciones de moscas (Pfeiffer y Axtell 1980) debido a que, por ejemplo, se la ha visto alimentándose de larvas de *C. albiceps* (Augul et al. 2015). La presencia de este depredador podría justificar el menor número de *C. albiceps* en la comunidad emergida, habiendo sido la especie más frecuentemente encontrada entre las moscas ingresantes. Por lo tanto, si bien hay larvas que se desarrollan sobre su alimento, no está garantizada su

supervivencia. No todas las larvas llegarán al estado adulto, y muchas de ellas ni siquiera llegarán al estado pupal, es decir que la composición de especies de la comunidad que arribó a la materia orgánica en descomposición no será necesariamente la misma comunidad que lo esté descomponiendo, y alternativamente la comunidad que más contribuya a la descomposición no necesariamente será la que emerja más frecuentemente.

Sarcophagidae fue la familia más recolectada en la comunidad emergida de vísceras de pollo, siendo *S. crassipalpis* la especie más común. Al comparar las comunidades emergentes de este sustrato en las distintas fechas, se observó que hubo diferencias en sus composiciones específicas entre ensayos, habiendo previamente constatado que no ocurrió lo mismo para las comunidades ingresantes. En regiones templadas, la estacionalidad es un factor importante no sólo en la estructuración de las comunidades de moscas, sino también en la de los parasitoides asociados (Battán Horenstein y Salvo 2012). Las diferencias observadas en la comunidad de moscas emergentes entre las fechas de muestreo pudo ser una consecuencia. Es una posibilidad que la variación climática haya contribuido en la diferencia encontrada, ya sea directa o indirectamente. Es importante destacar que los sarcófagidos son vivíparos y se ha observado que las hembras adultas pueden dejar sus larvas cerca del recurso y al que éstas llegan por sus propios medios (Gillott 1995), lo que explicaría la ausencia de adultos que hayan ingresado.

En el sustrato de harina y huevo también se registraron diferencias en cuanto a la comunidad de moscas que ingresaron y emergieron. *Megaselia scalaris* fue la única especie que emergió de las trampas, registrándose durante el final de los experimentos gran cantidad de pupas y puparios vacíos. Si bien se colectaron algunos individuos de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae que ingresaron, éstas no habrían ovipuesto ni larvipuesto, o bien sus estados inmaduros no completaron el desarrollo, dado que no se registraron emergencias de adultos de estas especies. Posiblemente, el componente proteico del sustrato de harina y huevo pudo ser atractivo para estas especies, sin embargo no constituyó un recurso óptimo para su desarrollo.

Efectos de las moscas saprófagas sobre la tasa de descomposición de los sustratos

Las tasas de descomposición de ambos sustratos no mostraron diferencias significativas. Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre la tasa de

descomposición de los tratamientos con vísceras de pollo que permitían el ingreso de las moscas y su respectivo control, donde se impidió el ingreso de las mismas. La exclusión de las moscas en los controles mostró un efecto sustancial en la tasa de descomposición. Payne (1965) en un estudio realizado con cadáveres de cerdos pudo observar que los insectos contribuyeron con el 90% de la pérdida de masa corporal en aproximadamente cinco días, frente a un 30% de pérdida de masa corporal en los controles, donde se excluyó la entrada de la entomofauna. Si bien los modelos utilizados en ambos trabajos son muy diferentes (cerdos versus vísceras de pollos), queda en evidencia el rol funcional de las larvas de moscas en el proceso de descomposición y reducción de la materia orgánica. Así mismo es interesante mencionar que el tamaño del recurso es un factor limitante de la abundancia de insectos. Recursos de mayor tamaño tienen mayor capacidad de carga que recursos pequeños, lo que podría en parte explicar la diferencia en las tasas de descomposición de los cerdos comparado con las vísceras de pollos.

Se observó una relación directa entre la tasa de descomposición y la abundancia de individuos, y entre la tasa de descomposición y la riqueza de especies. Esto coincide con la hipótesis de biodiversidad-función del ecosistema que sugiere que más especies conducen a procesos ecológicos mejorados o más eficientes (Hooper et al. 2005). No hubo relación entre la riqueza de especies ni la abundancia de individuos en la tasa de descomposición del sustrato de harina y huevo, aunque vale aclarar que comparativamente las abundancias en general fueron bajas. El consumo de este sustrato estuvo dominado por *Megaselia scalaris*, única especie que se desarrolló completamente en este recurso. Estos resultados podrían proporcionar una mayor comprensión acerca de la complementariedad funcional o redundancia de las especies saprófagas y las tasas de consumo de los recursos orgánicos y las consecuencias que conllevaría la pérdida o ganancia de especies en paisajes modificados y la función de los ecosistemas.

Conclusiones finales

- Este trabajo es el primer estudio en medir la tasa de descomposición de materia orgánica de diferente composición y relacionar dicha variable con la diversidad de moscas saprófagas que la visita.

- Cada sustrato orgánico en descomposición atrajo comunidades de moscas diferentes. De acuerdo al sustrato, la familia y/o especie que dominó fue diferente.
- El ensamble de moscas ingresante fue diferente al emergente de los sustratos. Esto podría explicarse por parasitoidismo, depredación y eficiencia de las trampas para capturar algunas especies.
- La tasa de descomposición de los sustratos dependió de su composición y de la fauna saprófaga que atrajo, relacionándose positivamente con la abundancia y riqueza de moscas ingresantes a las trampas.
- La composición de especies de la comunidad que arribó a la materia orgánica en descomposición no será necesariamente la misma comunidad que esté realmente descomponiendo el sustrato, ni la que emerja del mismo.
- Los resultados obtenidos contribuyen con la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas, y dejan en evidencia el papel de la biodiversidad en los procesos ecológicos.

Bibliografía

- Amendt J, CP Campobasso, Egaudry, C Reiter, H Le Blanc, MJR Hall. 2017. Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. *Intern. J. Leg. Med.* 121:90-104.
- Andrade JBA, FA Rocha, P Rodrigues, GS Rosa, LDB Faria, CJ Von Zuben, MN Rossi, WAC Godoy. 2002. Larval dispersal and predation in experimental populations of *Chrysomya albiceps* and *Cochliomyia macellaria*. *Mem. Inst. Osw. Cruz* 97: 1137-1140.
- Atkinson WD, B Shorrocks. 1984. Aggregation of larval Diptera over discrete and ephemeral breeding sites: the implications for coexistence. *Americ. Nat.* 124: 336–351.
- Augul RS, HH Al-Saffar, HB Ali, MS Abdul-Rassoul. 2015. First record of Hairy Rove Beetle, *Creophilus maxillosus* (Linnaeus 1758) (Coleoptera; Staphylinidae) for Iraq. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 4(4): 82-85.

- Battán Horenstein M, AX Linhares, B Rosso, MD García. 2007. Species composition and seasonal succession of saprophagous calliforids in a rural area of Córdoba (Argentina). *Biol. Research* 40: 163-171.
- Battán Horenstein, M, AX Linhares, B Rosso, MD García. 2010. Decomposition and dipteran succession on pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance to forensic science. *Med. and Vet. Entomol.* 24: 16-25.
- Battán Horenstein M, A Salvo. 2012. Community dynamics of carrion flies and their parasitoids in experimental carcasses in central Argentina. *J. of Insect Sci.* 12 (1): 1.
- Battán Horenstein M, ML Bellis, RM Gleiser. 2016. Comunidad de moscas saprófagas que explotan recursos orgánicos en descomposición en ambientes urbanos. *Boletín SEA* 27 (1): 7.
- Battán Horenstein M, ML Bellis, RM Gleiser 2016. Diversity of necrophagous blowfly (diptera: Calliphoridae) of medical and veterinary importance in urban environments in Córdoba (Argentina). *Caldasia* 38 (1): 183-195.
- Beaver RA. 1977. Non equilibrium 'Island' communities: Diptera breeding in dead snails. *J. of Animal Ecol.* 46: 783-798.
- Borror D, C Triplehorn, N Johnson. 1989. *An Introduction to the Study of Insects.* Saunders College Publ., U. S. A, 6: 875.
- Cadavid-Sanchez IC, E Amat, LM Gomez-Piñerez. 2015. Enterobacteria isolated from synanthropic flies (Diptera, Calyptratae) in Medellín, Colombia. *Caldasia*: 319-332.
- Cervenka VJ, RD Mood. 1991. Arthropods associated with cattle dung pats in Minnesota. *J. of the Kansas Entomol. Soc.* 64: 131-143.
- Costanza R, R d'Arge, R de Groot, S Farber, M Grasso, B Hannon, K Limburg, S Naeem, R O'Neill, J Paruelo, R Raskin, P Sutton, M van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nat.* 387 (15): 253-260.
- De Jong G, Hoback W. 2006. Effect of investigator disturbance in experimental forensic entomology: succession and community composition. *Med. and Vet. Entomol.* 20 (2): 248-258.
- Di Rienzo JA, F Casanoves, MG Balzarini, L Gonzales, M Tablada, CW Robledo. InfoStat version 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Elton CS. 1966. *The Pattern of Animal Communities.* London Methuen and Co Ltd. 17: 319-344.

- Erzinçlioglu YZ, RP Whitcombe. 1983. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Dipt., Calliphoridae) in dung and causing myiasis in Oman. *Entomol Mon. Mag* 119: 51-52.
- Faria LDB, L Orsi, LA Trinca, WAC Godoy. 1999. Larval predation by *Chrysomya albiceps* on *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria*. *Ent Exp App* 90: 149-155.
- Faria LDB, WAC Godoy. 2001. Prey Choice by Facultative Predator Larvae of *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae). *Mem. Inst. Osw. Cruz. Vol.* 96(6): 875-878.
- Ferreira MJM, IF Barbola. 1998. Sinantropía de Califorídeos (Insecta, Diptera) de Curitiba, Paraná, Brasil. *Rev. Bras Biol* 58 (2): 203-209.
- Figg DE, RD Hall, GD Thomas. 1983. Insect parasites associated with Diptera developing in bovine dung pats on Central Missouri Pastures. *Env. Entomol.* 12: 961–966.
- Fonseca CR, G Ganade. 2001. Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems. *J. of Ecol.* 89: 118-125.
- Förster M, S Klimpel, H Mehlhorn, K Sievert, S Messler, K Pfeffer. 2007. Pilot study on synanthropic flies (e.g. *Musca*, *Sarcophaga*, *Calliphora*, *Fannia*, *Lucilia*, *Stomoxys*) as vectors of pathogenic microorganisms. *Parasitol. Res.* 101: 243-246.
- Gagné RJ. 1981. *Chrysomya* spp., Old World blowflies (Diptera, Calliphoridae), recently established in the Americas. *Bull Entomol. Soc. Am.* 27: 21-22.
- Gessner MO, CM Swan, CK Dang, BG McKie, RD Bardgett, DH Wall. 2010. Diversity meets decomposition. *Trends in Ecol. and Evol.* 25: 372–380.
- Gião JZ, WAC Godoy. 2007. Ovipositional behaviour in predator and prey blowflies. *J. Insect Behav.* 20: 77-86.
- Gillott C. 1995. *The Remaining Endopterygote Orders in Entomology*. NY.: Plenum Press.
- Goff ML. 1993. Estimation of Postmortem Interval Using Arthropods development and Successional Patterns. *Forensic Sci. Rev.:* 5-81.
- Greenberg B. 1971. Ecol., classification and biotic association. *Flies and Dis.* 1: 856.
- Greenberg B. 1973. Biol and Disease Transmission. *Flies and Dis.* 2: 447.
- Guarín EG. 2005. Insectos de Importancia Forense Asociados a la Descomposición Cadavérica del Cerdo *Sus domesticus*, Expuesto a Sol, Sombra Total y Sombra

- Parcial, en Mayaguez, Puerto Rico. Tesis M. S. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R.
- Guimarães JH, N Papavero & AP Prado. 1983. As míases na região Neotropical (identificação, biologia, bibliografia). *Rev. Bras. Zool.* 1: 239-416.
- Hagman M, Pape T, Schulte R. 2005. Flesh fly myiasis (Diptera, Sarcophagidae) in Peruvian poison frogs genus *Epipedobates* (Anura, Dendrobatidae). *Phyllomed.* 4: 69-73.
- Hammer O, DAT Harper, PD Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontol. Electr.* 4 (1): 9.
- Hobbs RJ, S Arico, J Aronson, JS Baron, P Bridgewater, VA Cramer, PR Epstein, JJ Ewel, CA Klink, AE Lugo, D Norton, D Ojima, DM Richardson, EW Sanderson, F Valladares, M Vilá, R Zamora, M Zobel. 2006. Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecol. and Biogeog.* 15: 1-7.
- Hooper DU, FS Chapin III, JJ Ewel, A Hector, P Inchausti, S Lavorel, JH Lawton, DM Lodge, M Loreau, S Naeem, B Schmid, H Setälä, AJ Symstad, J Vandermeer, DA Wardle. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecol. Monog.*, 75: 3-35.
- Hooper DU, EC Adair, BJ Cardinale, JEK Byrne, BA Hungate, KL Matulich. 2012. A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. *Nat.* 486: 105–108.
- Jürgens A, A Shuttleworth. 2015. Carrion and Dung Mimicry in Plants. *Carrion Ecol., Evol., and their app.* 361-380.
- Kouki J, I Hanski. 1995. Population aggregation facilitates coexistence of many competing carrion fly species. *Oikos* 72: 223-227.
- Kuusela S, I Hanski. 1982. The structure of carrion fly communities: the size and type of carrion. *Holarctic Ecol.*, 5: 337-348.
- Linhares AX. 1981. Synantropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in the city of Campinas, São Paulo, Brazil. *Rev. Bras. de Entomol.* 25 (3): 189-215.
- Lorencio CG. 2007. Avances en ecología, hacia un mejor conocimiento de la naturaleza. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla. Serie Cs. 75: 115-116.
- Mariluis J, PR Mulieri. 2005. Artrópodos de interés médico en Argentina. *Calliphoridae, Califóridos.* 95-100.

- Martínez-Sánchez A, S Rojo, MA Marcos-García. 2000. Annual and spatial activity of dung flies and carrion in a Mediterranean holm-oak pasture ecosystem. *Med. and Vet. Entomol.*, 14: 56-63.
- Meineke EK, RR Dunn, JO Sexton, SD Frank. 2013. Urban warming drives insect pest abundance on street trees. *PLoS ONE* 8(3): e59687.
- Moore JC, EL Berlow, DC Coleman, PC de Ruiter, Q Dong, A Hastings. 2004. Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecol Letters* 7: 584–600.
- Moura MO, ELA Monteiro-Filho, CJB de Carvalho. 2005. Heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages. *Braz. Arch. of Biol. and Technol.* 48: 473-482.
- Oliveira VC, JM D’Almeida, M Paes and A Sanavria. 2002. Pulation dynamics of calyptrate Diptera (Muscidae and Sarcophagidae) at the Rio- 147 zoo foundation, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. *Braz. J. of Biol.*, 62 (2): 191-196.
- Payne JA. 1965. A summer carrion study of the baby pig, *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecol.* 46: 592-602.
- Pfeiffer DG, Axtell RC. 1980. Coleoptera of poultry manure in caged-layer houses in North Carolina. *Envir. Entomol.* 9: 21-28.
- Pont AC. 1997. The Muscidae and Fanniidae (Insecta, Diptera) described by C. R. W. Wiedemann. *Steenstrupia*, 23: 87-121.
- Reiss J, JR Bridl, JM Montoya, G Woodward. 2009. Emerging horizons in biodiversity and ecosystem functioning research. *Trends in Ecol. and Evol.* 24: 505-514.
- Rees W, M Wackernagel. 1996. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth.* New Soc. Publ., Phil.: 160.
- Rosa GS, LR Carvalho, SF Reis, WAC Godoy. 2006. The dynamics of intraguild predation in *Chrysomya albiceps* Wied. (Diptera: Calliphoridae): interactions between instars and species under different abundances of food. *Neotrop. Entomol.* 35 (6): 775-780.
- Séguy E. 1928. Mouches parasites. Conopides, Oestrides et Calliphorines de l’Europe occidentale. *Encyclop. Entom.* IX (1): 251.
- Smith KGV. 1986. *A Manual of Forensic Entomology.* Trustees of the British Museum (Nat. Hist.). Lond.: 205.
- Stevens JR. 2003. The evolution of myiasis in blowflies (Calliphoridae). *Int. J. Parasitol.* 33: 1105-1113.
- Swift MJ, OW Heal, JM Anderson. 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems.* Blackwell Scientific Public., Oxford, U.K.

- Ullyett GC. 1950. Competition for food and Allied phenomena in sheep-blowfly populations. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. 234: 77-174.
- Visciarelli EC, SH García, C Salomón, C Jofré, SR Costamagna. 2003. Un caso de miasis humana por *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae) asociado a pediculosis en Mendoza, Argentina. Parasitol. Latinoam. 58: 166-168.
- Wells JD; B Greenberg. 1992. Interaction between *Chrysomya rufifacies* and *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae): the possible consequences of an invasion. Bull Entomol. Res. 82: 133-137.
- Zumpt F. 1965. Myiasis in man and animals in the old world. Butt. and Co. (Publ.) Ltd.: 267.