

ACTIVIDAD DE LA OVIPOSTURA DE LOS CALLIPHORIDAE Y SARCOPHAGIDAE (DIPTERA) ASOCIADAS A CADAVERES DE RATONES

Por:

Percis A. Garcés, Reinier Castro, Raúl Sanjur

Departamento de Zoología

RESUMEN

Con la finalidad de determinar la actividad de ovipostura de Sarcophagidae y Calliphoridae, así como la sucesión en la que aparecen, se realizó el presente trabajo de investigación en el Parque Natural Metropolitano, que consistió en colocar cuerpos de ratones *Mus musculus* (Linnaeus) con heridas y sin heridas en una zona de bosque húmedo tropical.

Los Díptera que principalmente acudieron a depositar sus larvas fueron *Ravinia* sp. (*Robineau-Desvoidy*), (Sarcophagidae); y sus huevos *Chrysomya megacephala* (*Fabricius*) y *Chrysomya rufifacies* (*Macquart*) (Calliphoridae).

La *Ravinia* sp. (R-D) mostró una mayor dinámica de ovipostura que las *C. megacephala* (F.) y *C. rufifacies* (M.), evidenciando que su estrategia de localización y colonización de un cadáver fresco es superior al de las Calliphoridae, cuando se trata de una carroña pequeña.

PALABRAS CLAVES: Ovipostura, Carroña, Calliphoridae, Sarcophagidae, Estados de descomposición.

INTRODUCCIÓN

Con el propósito de establecer el orden en que aparece la fauna cadavérica centramos nuestra investigación en los Díptera, el cual es el primer grupo de insectos que arriban sobre un animal al momento de su muerte y muchas veces pueden ser su más importante consumidor (Smith, 1986 en; De Jong, 1994;

Nourteva, 1987; Baumgartner y Greenberg, 1985; Keh, 1985). Lane (1975), Denno y Cothran (1975), sostienen que los Calliphoridae y Sarcophagidae, son de particular importancia en las investigaciones forenses, debido a que son los indicadores más activos de los estados iniciales de la descomposición.

Debido a razones prácticas y lo imposible de utilizar cadáveres humanos para nuestra investigación empleamos como sustrato ratones blancos, los cuales atraerían a las moscas en los estados iniciales de descomposición y con ello podríamos suponer cuales serían los Díptera que arriban sobre un cadáver humano, para con ello, determinar el posible período de postmortem. Con este fin, los cadáveres se colocaron en una zona boscosa del Parque Natural Metropolitano.

Conservamos la esperanza de que esta investigación pueda brindar una orientación para el esclarecimiento de muertes de naturaleza violenta, accidental y natural en nuestro país, por lo cual la ponemos al servicio de la sociedad y del personal forense del Ministerio Público.

Materiales y métodos

El área de estudio incluyó una zona boscosa localizada en el Parque Natural Metropolitano, Corregimiento de Ancón, distrito de Panamá, el cual posee una extensión de 266 Ha de las cuales 192 están compuestas por bosques sub-perennifolios tropicales de tierras bajas. El área boscosa es muy heterogénea, con un dosel alto relativamente continuo de 30 a 35 m, dominado por "Cuipo"

Cavanillesia platanifolia (H. y B.) H.B.K. ,roble *Tabebuia rosea* (Bertol.),corotú *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq. Griseb) y espavé *Anacardium excelsum* (Bert. y Balb.)Skeel. La zona presenta una precipitación promedio anual de 1500 a 2000 mm y una temperatura promedio de 28°C(Desplegado del Parque Natural Metropolitano).

Se utilizaron "ratones blancos" *Mus musculus* (L.) de ambos sexos, con un peso promedio de 460 mg, los cuales se sacrificaron por medio de asfixia para evitar que la utilización de químicos interfiera con la normal ovipostura de los Díptera y la explotación de los cadáveres por parte de las larvas. Para cada ensayo se emplearon doce ratones, separados en dos grupos de seis individuos cada uno, los cuales fueron colocados a una distancia de aproximadamente seis metros uno del otro.

Al primer grupo de ratones se les ocasionaron heridas en la región abdominal y facial del cuerpo para tratar de que se produjeran emanaciones de fluido sanguíneo, simultáneamente se colocó un segundo grupo de ratones a los cuales no se les ocasionó heridas para poder comparar ambos grupos, a fin de determinar el tiempo inicial de ovipostura para los dos grupos.

Como medida de protección contra vertebrados carroñeros, cada ratón fue introducido en una celda de malla de alambre de 2,5 cm por hilo, con una dimensión de 24 x 18 x 18 cm a un metro de altura del nivel del suelo. También se protegieron los cuerpos contra la entrada de escarabajos, utilizando una malla fina de alambre de 0.32 cm por hilo.

Posteriormente se retiró uno de cada grupo por día, los cuales fueron pesados e introducidos en una hielera previamente enfriada, a una temperatura aproximada de 5°C por unos 30 minutos, para tratar de disminuir la actividad de las larvas, con lo cual se facilitó la extracción de las mismas. Las larvas extraídas cada día fueron preservadas en la solución Pampel's: formalina, alcohol etílico, ácido acético glacial, agua destilada (6:15:2:30) (Smith, 1986).

Posteriormente se tomaron 20 larvas al azar de cada uno de los grupos separados y se procedió a medir su tamaño para determinar su intervalo de crecimiento. Cuando el número de

larvas extraídas por especie era bajo, se utilizó un número de cuatro larvas.

Los datos obtenidos fueron analizados por medio de los métodos estadísticos Anova Trifactorial y Correlación Lineal.

La presente investigación tuvo una duración de ocho meses, que comprendieron de mayo a diciembre de 1994 e incluyó un total de seis bioensayos.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Caracterización de los Estados de Descomposición:

La descomposición de un cuerpo es un proceso continuo, sin embargo, para su mejor comprensión varios autores han sugerido dividirla en distintos estados de acuerdo a los cambios que se observan durante los mismos, atendiendo a su aspecto físico y a las características de la fauna asociada (Payne, 1965; Lane, 1975; McKinnerney, 1978; Lord y Burger, 1984; Tullis y Goff, 1987; Ellison, 1990).

La duración y velocidad de cada estado en el proceso de descomposición se ve afectada por diversos factores como lo son las actividades de los insectos necrófagos, la exposición de la carroña, la temperatura del ambiente (Smith, 1986;en Ellison, 1990), así como el tamaño de la carroña (Hanski, 1984).

En la presente investigación caracterizamos cuatro estados de descomposición en los cuerpos de ratones blancos: frescos, hinchazón, pudrición y restos. De acuerdo con nuestras observaciones a pesar de haber colocado todos los cuerpos en iguales condiciones y al mismo tiempo, la descomposición no ocurrió de manera similar en todos los cuerpos, lo cual hace que unos alcancen un estado más prontamente que otros. Esto trae como resultado que el inicio y finalización de los tres primeros estados se sobreexpongan marcadamente. Así, se agruparon y se establecieron los intervalos promedios de los estados de descomposición de acuerdo a los cambios morfológicos que presentaron los distintos cuerpos.

B. Fauna Asociada a los Estados de Descomposición

El hallazgo de un cadáver por un Díptera parece depender de un sinnúmero de factores que han sido estudiados y sustentados por diferentes investigadores en diferentes épocas. Con la finalidad de tratar de esclarecer el orden en que aparecen los Díptera sobre un cadáver de rata se presenta la siguiente asociación:

Estado Fresco (0-24 h): Una vez que se colocaron ambos grupos de ratones a la intemperie, se observó el primer arribo de las moscas sobre los cuerpos a los diez minutos de exposición. Las primeras moscas en arribar fueron las "verde-azules" (Calliphoridae) y luego las "grises" (Sarcophagidae). Según Kentner y Streit (1990) las Calliphoridae y Sarcophagidae son los colonizadores típicos de las carroñas frescas. Igual resultado se ha obtenido en investigaciones llevadas a cabo por otros autores, los cuales señalan que las Calliphoridae son las primeras en arribar a una carroña (Lord y Burger, 1984; Tullis y Goff, 1984; Kentner y Streit, 1990; Keh, 1985 y Smith, 1986 en De Jong, 1994); aunque otros autores han identificado a las Sarcophagidae como las primeras en llegar a la carroña (Payne, 1965). Según Keh (1985) el arribo inicial de las moscas y su comportamiento depende del tamaño y la especie de animal utilizado.

La versatilidad que demuestran algunas especies de Díptera en arribar y colonizar una carroña fresca pudiera estar asociada a la distribución de las moscas en el espacio o a la coincidencia en el sitio donde se colocan las carroñas.

Estudios como los de Denno y Cothran (1975) sostienen que el pionerismo de las moscas depende probablemente de la habilidad diferencial de cada especie de percibir el nitrógeno y el sulfuro proveniente de las proteínas degradadas. Según Ives (1991), las moscas carroñeras encuentran las carroñas por el olfato; Hamack (1987 en Ives 1991), expresa que el mecanismo por el cual las moscas encuentran su fuente de alimento depende de la actividad metabólica de una bacteria específica localizada en su cuerpo. Kneidell (1984), sostiene que el olor que cubre

un área parece depender del tamaño de la carroña.

En los ratones sin herida, tanto las Calliphoridae como las Sarcophagidae tienden a explorar los orificios naturales del cuerpo, boca, nariz, oído, ojos, ano y área urogenital. De acuerdo con nuestras observaciones, sitios como la base del pelo, regiones interdigitales, cuartos traseros y el cuello son utilizados por los Díptera para depositar sus huevos en las primeras 24 horas de exposición. De acuerdo con Kamal (1958); Kneidell (1984) en Ives (1991), existe una preferencia por parte de las moscas Calliphoridae por depositar sus huevos en estas superficies, mientras que las Sarcophagidae depositan larvas directamente sobre las carroñas, aunque ocasionalmente también pueden depositar huevos, los cuales son infértiles.

Al transcurrir las primeras 24 horas de infestación, las larvas se encontraban en mayor cantidad en la boca, nariz, cámara ocular, oído, ano y región urogenital, así mismo aunque en menor cantidad en las áreas interdigitales y en el pelaje del cuello de los ratones sin herida. Hobson (1932 en Jirón y Cartín 1981), señala que durante el estado inicial los tejidos de la carroña son ácidos y no es un alimento adecuado para larvas de moscas, las cuales tienden a alimentarse de los líquidos presentes en las fibras musculares hasta que los tejidos se vuelven alcalinos y pueden ser consumidos por las larvas.

El número promedio de larvas de *Ravinia* sp. (R-D) colectadas en los ratones sin herida fue de 38,5, el cual correspondió al 75,8% de las larvas colectadas. Es importante destacar que la colecta mínima que se obtuvo en uno de los seis bioensayos transcurridas las primeras 24 horas fue de 1 larva, y la máxima de 181 larvas. El tamaño promedio obtenido para estas larvas fue de $4,1 \pm 0,5$ mm a las 24 horas.

También se reportó un número promedio de 12.3 larvas que corresponden a larvas de *Chrysomya megacephala* (F.), representando un 24,2% del total de larvas, con una colecta máxima de 74 larvas el tamaño promedio oscila entre $2,6 \pm 0,1$ mm (Cuadros 1 y 2).

CUADRO 1. PROMEDIO DE LARVAS COLECTADAS VS TIEMPO (R.S.H.)

Estado de Descomposición	Tiempo (h)	Ravinia sp.				Chrysomya megacephala				Chrysomya ruffacies			
		Prom Ind.	%	min	max	Prom Ind.	%	min	max	Prom Ind.	%	min	max
Fresco	24	38,5	75,8	0	181	12,3	24,2	0	74	-	-	-	-
Hinchazón	48	77	23,1	0	171	256,2	76,9	0	984	-	-	-	-
	72	214,2	33,7	60	403	383,8	60,3	0	629	38,5	6,0	218	0
Putrefacción	96	332,7	82,6	93	901	69,7	17,3	15	181	0,5	0,1	0	3
	120	301,8	71,7	44	559	95,2	22,6	5	280	23,8	5,7	0	143
Restos	144	253,7	94,9	147	638	0,2	0,1	0	1	13,5	5,0	0	76

Prom. Ind. = Promedio de Individuos
 % = Porcentaje colectada
 min = Número mínimo de individuos colectados
 max = Número máximo de individuos colectados

CUADRO 2. TAMAÑO PROMEDIO DE LAS LARVAS COLECTADAS VS TIEMPO (R.S.H.).

Estado de Descomposición	TAMAÑO DE LA LARVA (mm)			
	Tiempo (h)	Ravinia sp.* (mm)	Chrysomya megacephala (mm)	Chrysomya ruffacies* (mm)
Fresco	24	4,1 ± 0,5	2,6 ± 0,1	---
Hinchazón	48	7,2 ± 2,7	5,4 ± 3,9	---
	72	14,3 ± 3,8	10,2 ± 0,9	6,4 ± 1,14
Putrefacción	96	16,8 ± 4,7	10,2 ± 1,6	9,4 ± 1,0
	120	16,0 ± 4,7	10,4 ± 1,6	9,5 ± 1,0
Resto	144	16,8 ± 2,9	---	9,7 ± 2,4

*: Intervalo de Confianza al ±95%

El comportamiento de las Calliphoridae y Sarcophagidae fue muy similar para ambos grupos de ratones, aunque las moscas exploraban notablemente las heridas ocasionadas en el cuerpo del animal, por lo que, estas también sirvieron para aumentar el área de superficie expuesta para la postura de larvas y huevos de las especies ya identificadas. Putman (1977), estudiando sobre cuerpos de ratones, observó que las Calliphoridae concentran sus huevos cerca de los orificios naturales o en

áreas de piel blanda, sugiriendo que son sitios apropiados para la ovoposición donde, al emerger las larvas, estas pueden fácilmente penetrar la pared del cuerpo de la carroña; las restricciones a estos sitios puede ser un factor limitante en el número total de huevos colocados sobre los cuerpos.

Así pues, en los ratones con herida el número promedio de larvas de *Ravinia* sp. (R-D) colectadas fue de 76,8, lo cual corresponde aproximadamente un 31,9% del total, con una

colecta mínima de 14,0 larvas y una máxima de 156,0 larvas. En tanto que el tamaño promedio obtenido para estas larvas fue de $3,9 \pm 1,4$ mm (Cuadros 3 y 4).

El número promedio de las larvas de *C. megacephala* (F.), fue de 164,2, lo que corresponde a un 68,1% del total. Durante esta fase se realizó una colecta mínima de 35 larvas y una máxima de 430,0 larvas. El tamaño promedio obtenido para estas larvas fue de $2,6 \pm 0,2$ mm (Cuadros 3 y 4).

La comparación entre los números promedios de larvas colectadas entre ambos grupos de ratones muestra un mayor número de ejemplares en los ratones con herida. Cabe señalar que se presentó una diferencia en cuanto a la larva que domina en cada tipo de carroña. En los ratones sin herida, la *Ravinia* sp. (R-D) presentó una proporción de (8:1) con relación a la *C. megacephala* (F.), mostrando un dominio numérico de sus larvas.

CUADRO 3. PROMEDIO DE LARVAS COLECTADAS VS TIEMPO (R.C.H.)

Estado de Descomposición	Tiempo (h)	<i>Ravinia</i> sp.				<i>Chrysomya megacephala</i>				<i>Chrysomya ruffacies</i>			
		Prom Ind.	%	min	max	Prom Ind.	%	min	max	Prom Ind.	%	min	max
Fresco	24	76,8	31,9	156	156	164,2	68,1	0	430	-	-	-	-
Hinchazón	48	184,0	39,6	22	492	280,2	60,4	77	633	-	-	-	-
	72	349,0	42,8	238	611	416,8	51,1	58	803	49,5	6,1	0	231
Putrefacción	96	345,5	91,6	197	509	26,7	7,1	0	106	5,0	1,3	0	30
	120	184,8	73,0	29	404	54,5	21,5	0	301	13,8	5,4	0	77
Restos	144	296,5	91,5	174	392	17,3	5,3	0	84	10,3	3,2	0	54

Prom. Ind. = Promedio de Individuos

% = Porcentaje colectada

min = Número mínimo de individuos colectados

max = Número máximo de individuos colectados

CUADRO 4. TAMAÑO PROMEDIO DE LAS LARVAS COLECTADAS VS TIEMPO (R.C.H.).

Estado de Descomposición	TAMAÑO DE LA LARVA (mm)			
	Tiempo (h)	<i>Ravinia</i> sp.* (mm)	<i>Chrysomya megacephala</i> (mm)	<i>Chrysomya ruffacies</i> * (mm)
Fresco	24	$3,9 \pm 1,4$	$2,6 \pm 0,2$	---
Hinchazón	48	$7,7 \pm 4,8$	$6,6 \pm 2,6$	---
	72	$16,8 \pm 2,9$	$9,7 \pm 0,8$	$7,3 \pm 1,3$
Putrefacción	96	$16,7 \pm 1,9$	$9,2 \pm 0,1$	$9,8 \pm 1,0$
	120	$17,2 \pm 1,8$	$8,4 \pm 3,8$	$14,2 \pm 0,3$
Resto	144	$16,9 \pm 1,1$	$8,8 \pm 1,1$	$12,3 \pm 3,5$

*: Intervalo de Confianza al $\pm 95\%$

Sin embargo, en los ratones con heridas *C. megacephala* (F.) fue la especie dominante con una proporción de (2:1) con relación a la *Ravinia* sp. (R-D). Probablemente las heridas ocasionadas a los cuerpos influyeron en la actividad de ovipostura de la *C. megacephala* (F.) brindándole una mayor ventaja para ovopositar.

Las larvas de *Ravinia* sp. (R-D) presentaron un tamaño promedio mayor que las de *C. megacephala* (F.) en ambos grupos de ratones, debido principalmente a que son depositadas con una ventaja de aproximadamente 12 h de emergencia antes que las *C. megacephala* (F.).

Estado de Hinchazón (24-72 h): Las carroñas de los ratones sin herida y ratones con herida empiezan a hincharse inicialmente por efecto de los gases producidos por la actividad de las bacterias intestinales asociadas a la putrefacción anaeróbica (Early y Goff, 1986 e Tullis y Goff, 1987; Ellison, 1990).

Según Tullis y Goff (1987), la actividad de los artrópodos asociados al proceso de descomposición causa un aumento de la temperatura interna de la carroña durante este estado. Atendiendo a esta consideración, algunos autores (Johnson, 1975; Payne, 1955; Redd, 1958 e Jirón y Cartín, 1981) indican que el progreso de este estado depende de la variación individual de la temperatura y de otros cambios ambientales, así como de las propiedades físicas y químicas de la misma carroña.

Durante este estado se pudo observar una intensa actividad de moscas Calliphoridae y Sarcophagidae sobre los cuerpos. Payne (1965) indica que las Calliphoridae arriban en gran cantidad en este período junto con las Sarcophagidae. También Ellison (1990) señala que las Calliphoridae son más atraídas por los tejidos podridos que por los tejidos frescos.

Nuestras observaciones coinciden con lo reportado por otros autores, en lo que se refiere al aumento progresivo que ocurre en la liberación y dispersión del olor característico de la pudrición, el cual es el agente químico que se distribuye en el aire, hasta ser recibido por el mayor número de moscas que se encuentran distribuidos en el espacio próximo al lugar donde se depositaron las carroñas.

El número promedio de larvas de *Ravinia* sp. (R-D) colectadas en los ratones sin heridas a las

48 horas fue de 77,0, las cuales corresponden a un 23,1% del total de larvas colectadas, la colecta mínima fue de 3,0, con una máxima de 171,0. El tamaño promedio de estas larvas fue de $7,2 \pm 2,7$ mm. Mientras que el número promedio de larvas de *C. megacephala* (F.) fue de 256,2 que correspondieron a un 76,9% del total de larvas, la colecta mínima de estas larvas fue de 3,0 y la máxima de 984,0. El tamaño promedio de estas larvas fue de $5,4 \pm 3,9$ mm (Cuadros 1 y 2).

En el caso de los ratones con herida se colectaron un número promedio de 184,0 larvas de *Ravinia* sp. (R-D) que correspondieron a un 39,6% del total de larvas; además se obtuvo una colecta mínima de 22,0 larvas y una máxima de 492,0. El tamaño promedio obtenido para estas larvas fue de $7,7 \pm 4,8$ mm. Por otra parte, el número promedio de larvas colectadas de *C. megacephala* (F.) fue de 280,2, lo que constituye el 60,4% del total de larvas. También se hicieron colectas mínimas de 77,0 y máxima de 633,0 larvas. El tamaño promedio de estas larvas fue de $6,6 \pm 2,6$ mm (Cuadros 3 y 4).

Se encontró que el número promedio de larvas colectadas en los ratones con heridas fue mayor que en los ratones sin heridas. Al transcurrir el tiempo de exposición el número de larvas aumentó en ambos grupos de ratones.

La mayor ovipostura correspondió a *C. megacephala* (F.) seguida de *Ravinia* sp. (R-D), lo que aparentemente la identifica como la especie que mejor coloniza las carroñas, así lo expresa la relación (3:1) que se observa en los ratones sin heridas. Mientras que la relación que se observa en los ratones con herida es de (5:1).

De acuerdo con Kentner y Streit (1990), las larvas de Calliphoridae representan la parte dominante de la biomasa de una carroña como resultado de haber llegado primero

A las 72 horas se encontraron larvas de *Chrysomya rufifacies* (M.). Esta especie ha sido descrita por varios autores como una mosca de colonización secundaria, apareciendo después que las larvas de otras moscas han ocupado las carroñas (Fuller, 1934; en Payne 1965; Bohart y Gressitt, 1951; Early y Goff, 1986 e Wells y Greenberg, 1992).

Estudios realizados por Wells y Greenberg (1994) sostienen que las larvas de *C. rufifacies* (M.), son depredadoras facultativas de otras

larvas que pueden reducir la población de *C. megacephala* (F.), debido a que ambas especies tienen los mismos requerimientos alimenticios al momento de consumir la carroña.

La actividad de ovipostura en los ratones sin herida a las 72 h produjo un número promedio de 214,2 larvas de *Ravinia* sp.(R-D), lo cual representó el 33,7% de las larvas, con un registro mínimo de 60,0 y uno máximo de 403,0 larvas. El tamaño promedio obtenido de estas larvas fue de $14,3 \pm 3,8$ mm. También en el caso de *C. megacephala* (F.), se produjo un aumento considerable en la actividad de ovipostura que fue de 383,8 que constituyeron el 60,3% del número total de larvas, de igual forma se registró una colecta mínima de 181 y una máxima de 629 larvas. El tamaño promedio para estas larvas fue de $10,2 \pm 0,9$ mm. En lo que se relaciona a la especie *C. rufifacies* (M.), se obtuvo un número promedio de 38,5 larvas, que representaron el 6,0% de las larvas depositadas sobre la carroña. La mínima colecta obtenida en el muestreo fue de 13,0 larvas y la máxima de 218,0 larvas. Estas registraron un tamaño promedio de $6,4 \pm 1,14$ mm (Cuadros 1 y 2).

En el ratón con herida se colectaron un número promedio de 349,2 larvas de *Ravinia* sp. (R-D) que representa el 42,8% del total con una colecta mínima de 238,0 y una máxima de 611,0 larvas, los cuales registraron un tamaño promedio de $16,8 \pm 2,9$ mm. Para el caso de *C. megacephala* (F.), se colectaron un número promedio de 416,8 larvas que correspondieron al 51,1% del total de larvas registrándose en el bioensayo una colecta mínima de 58,0 y una máxima de 803,0 larvas. El tamaño promedio que se obtuvo de las larvas medidas fue $9,7 \pm 0,8$ mm. En el caso de *C. rufifacies* (M.), se colectó un número promedio de 49,5 larvas, que representaron el 6,1% del total de larvas registradas, con una colecta mínima de 31,0 larvas y una máxima de 231,0 larvas. El tamaño promedio para esta especie fue de $7,3 \pm 1,3$ mm (Cuadros 3 y 4).

La comparación entre los números promedios de larvas colectadas en los ratones sin herida y ratones con herida, evidenció que existe muy pocas diferencias en la atracción de los Díptera por ambos grupos de ratones, al momento de ovipositar. La proporción de larvas de *Ravinia* sp.(R-D), *C. megacephala* (F.) y *C.*

rufifacies (M.) en los ratones sin herida fue de (6:10:1), y en los ratones con herida fue de alrededor de (7:8:1), indicando un ligero dominio por parte de la *C. megacephala* (F.) sobre las otras especies. Sin embargo la *Ravinia* sp. (R-D) parece ser la especie más agresiva al momento de consumir los tejidos, debido al rápido crecimiento que manifiestan sus larvas. En tanto que *C. rufifacies* (M.), posee la menor ovipostura y el menor tamaño de sus larvas, lo que puede explicarse por su tardía presencia en la carroña.

En el estado de hinchazón tanto en los ratones sin herida como en los ratones con herida la *C. megacephala* (F.) presenta el mayor porcentaje de larvas colectadas, sin embargo este porcentaje se va reduciendo a las 72 horas, contrario a lo que ocurre con la especie *Ravinia* sp. (R-D) que tiende a ir aumentando. El número promedio de larvas colectadas en su conjunto resultó mayor en los ratones con herida, por lo que es probable que las condiciones iniciales en que se colocaron los cadáveres sea el factor favorable para que acontezca esta mayor ovipostura.

Estado de Pudrición (72 h - 120 h): Este estado se inicia con la penetración de la piel de la carroña por las larvas durante el proceso de alimentación, algo que ocurre entre las 72 horas y 96 horas de expuesta la carroña a la intemperie. Otros estudios con diferentes tipos de carroña, señalan la particularidad del rompimiento de la piel por las larvas y la liberación de gases como el principio de un nuevo estado. Por ejemplo Payne (1965) utilizando cadáveres de cerdos las identificó a las 96 horas, mientras que Early y Goff (1986), utilizando la misma especie de organismo, las identificaron a las 120 horas. Keh, (1985); trata de explicar estas diferencias de interpretación en base a que el tiempo de inicio, duración y terminación de cada estado varía de un cuerpo a otro, dependiendo de las características particulares del individuo, y de otras circunstancias propias del proceso de descomposición.

En este estado se da un incremento considerable en la degradación de la carroña. Los insectos ayudan a acelerar notablemente la "licuefacción" y desintegración de los tejidos, por medio de los procesos mecánicos que llevan a

cabo las larvas al romper y construir túneles en los tejidos de la carroña; todo esto va asociado a la descomposición aerobia y al cambio de pH en los jugos digestivos (Fuller, 1934 en Payne, 1965; Keh, 1985).

Durante este estado ocurren cambios físicos muy marcados en la carroña, que traen como resultado que los órganos de la cavidad torácica sean reducidos a una sustancia sanguinolenta de color grisáceo. Posteriormente se observa una drástica disminución del número total de larvas, la cual puede deberse a que las larvas empiezan a abandonar la carroña aproximadamente al quinto día de pudrición. Tullis y Goff (1987) describieron este estado como estado de "post-pudrición" con una sustancia que llamaron "producto de la pudrición", la cual aparentemente está relacionado con el abandono de la carroña por parte de las larvas. Payne (1965) también describió que las larvas abandonan la carroña en el estado de pudrición avanzada.

En los ratones sin herida a las 96 horas se colectaron un número promedio de 332,7 larvas de *Ravinia* sp. (R-D) lo cual representa 82,6% del total de larvas, con una colecta mínima de 93,0 y con una colecta máxima de 901,0 larvas. El tamaño promedio fue de $16,8 \pm 4,7$ mm. Simultáneamente se colectó un número promedio de 69,7 larvas de *C. megacephala* (F.), que representa el 17,3% de las larvas, con una colecta mínima de 15,0 y una máxima de 181,0 larvas. El tamaño promedio de estas larvas fue de $10,2 \pm 1,6$ mm. Por otra parte, *C. rufifacies* (M.), presentó un número promedio de colecta de 0,5 larvas que representa un 0,1% del total, con una colecta máxima de 3,0 larvas, y un tamaño promedio de $9,4 \pm 1,0$ mm (Cuadros 1 y 2).

En igual período de tiempo en los ratones con herida se colectó un número promedio de 345,5 larvas de *Ravinia* sp. (R-D) que constituyen el 91,6% del total de larvas, con una colecta mínima de 197,0 y una colecta máxima de 509,0 larvas. Su tamaño promedio fue de $16,7 \pm 1,9$ mm. En el caso de la *C. megacephala* (F.), se colectó un número promedio de 26,7 larvas que representan el 7,1% de las larvas. Se obtuvo una colecta mínima de 4,0 larvas y una máxima de 106,0 larvas, con un tamaño promedio de $9,2 \pm 0,1$ mm.

La *C. rufifacies* (M.), presentó un número promedio de 5,0 que representan el 1,3% del total de larvas, la colecta máxima obtenida de esta especie fue de 30,0 larvas. El tamaño promedio de las mismas fue de $9,8 \pm 1,0$ mm (Cuadros 2 y 4).

Como puede observarse en el estado de pudrición se colectaron más larvas de *Ravinia* sp.(R-D), *C. megacephala* (F.) y *C. rufifacies* (M.), que en todos los estados anteriores. La *Ravinia* sp. (R-D) presentó el mayor número de larvas en ambos grupos de ratones, dominando ampliamente el microhabitat que ofrece la carroña, mientras que se aprecia una disminución bien marcada por parte de la *C. megacephala* (F.).

A las 120 h en los ratones sin herida se colectaron un número promedio de 301,8 larvas de *Ravinia* sp. (R-D) que representó el 71,7% del total, con una colecta mínima de 44,0 y una máxima de 559,0 larvas. El tamaño promedio fue de $16,0 \pm 4,7$ mm. La *C. megacephala* (F.), presentó un número promedio de 95,2 larvas colectadas, lo que constituye el 22,6% de las larvas. La colecta mínima fue de 5,0 y la máxima de 280,0 larvas. A la altura de este proceso, el tamaño fluctúa entre $10,4 \pm 1,6$ mm. Por otra parte, se colectó un número promedio de 23,8 larvas de *C. rufifacies* (M.), que representaron el 5,7% del total de larvas. La colecta máxima para esta especie fue de 143,0 larvas, las cuales tenían un tamaño promedio de $9,5 \pm 1,0$ mm (Cuadros 1 y 2).

En el mismo intervalo de tiempo en los ratones con herida, se colectaron un promedio de 184,4 larvas de *Ravinia* sp. (R-D) que constituyeron el 73,0% de las larvas, con una colecta mínima de 29,0 y una máxima de 404,0 larvas. El tamaño promedio de estas larvas fue de $17,2 \pm 1,8$ mm. De la *C. megacephala* (F.), se colectaron un promedio de 54,5 larvas, que representan el 21,5% del total de larvas, con una colecta mínima de 9,0 larvas y una máxima de 301,0. El tamaño promedio fue de $8,4 \pm 3,8$ mm. Por otro lado, se colectaron un promedio de 13,8 larvas de *C. rufifacies* (M.), que corresponden al 5,4% del total de larvas, con una colecta mínima de 6,0 larvas, y la máxima de 77,0. El tamaño de estas larvas fue de $14,2 \pm 0,3$ (Cuadros 3 y 4).

Según Wells y Greenberg (1992), la *C. rufifacies* (M.) coloniza las carroñas después de

C. megacephala (F.). Es por esto, que su posterior llegada a una carroña pequeña, aparentemente, le impide aprovechar óptimamente el recurso, conformando poblaciones de larvas pequeñas que son relegadas por las poblaciones de **Ravinia** sp. (R-D) y **C. megacephala** (F.). Lo interesante de este comportamiento es que la presencia o hallazgo de estas larvas sobre un cadáver humano puede proporcionar una idea del avanzado grado de descomposición que presenta el mismo, desde el tiempo en que ocurrió el deceso hasta el hallazgo del cadáver.

Resulta evidente que la actividad de postura de las Sarcophagidae es superior a la de las Calliphoridae, igual que su voracidad al momento de consumir las carroñas en estados frescos.

Estas dos ventajas por parte de las Sarcophagidae les permite ser las verdaderas dominantes en la competencia interespecifica con las Calliphoridae al momento de consumir una carroña pequeña, por lo que es probable que en carroña más grande las Calliphoridae sean las más favorecidas. Tal como lo confirman Tullis y Goff (1987), cuando emplearon carroñas de cerdos y encontraron que las larvas de Calliphoridae fueron las dominantes a lo largo de la descomposición. En el caso de la competencia intraespecifica la **C. megacephala** (F.) es mejor colonizadora y más dominante que la **C. rufifacies** (M.).

En el presente trabajo la **Ravinia** sp. (R-D) es una especie que mantienen sus poblaciones relativamente alta, particularmente en los ratones con herida donde se colectó la mayor cantidad de larvas. Las poblaciones de **Ravinia** sp. (R-D) muestran una tendencia progresiva hasta el cuarto día, mientras que la **C. megacephala** (F.) muestran la misma tendencia en los dos grupos de animales hasta el tercer día.

Denno y Cothran (1975) e Ives (1991) sostienen que las especies de moscas necrófagas coexisten en una misma carroña porque son capaces de especializarse en diferentes tipos de tejidos. Algo que es posible entre ciertas especies de moscas carroñeras que tienden a preferir el mismo tipo y tamaño de carroña. Kouki y Hanski (1995), indican que la coexistencia entre las especies competidoras es posible debido a la delimitación de recursos y la agrupación de las poblaciones.

A las 120 horas, contrario a lo que sucede con **Ravinia** sp. (R-D), las poblaciones de **C. megacephala** (F.) empiezan a disminuir considerablemente, debido posiblemente a que sus larvas empiezan a abandonar la carroña para pupar.

Al final de este estado, las actividades de las moscas Calliphoridae disminuyen en las carroñas y sus alrededores, mientras que las Sarcophagidae mantienen actividades más directas sobre las carroñas, aunque con cierta tendencia a desaparecer. Tullis y Goff (1986) señalan que al inicio de este estado los adultos de Calliphoridae no se acercan a la carroña debido a que la misma no le es atractiva para alimentarse y/o ovopositar.

Estado de Restos. (144 horas en adelante): En los restos de los ratones sin herida y con herida aún se observan larvas aglutinadas entre los trozos de las carroñas, reptando por las paredes de las bandejas y celdas e incluso algunas logran escapar hasta el suelo para poder enterrarse. Esta observación ha sido utilizada por Tullis y Goff (1987), para establecer la transición del estado de pudrición al estado seco.

En los ratones sin herida se colectó un promedio de 253,7 larvas de **Ravinia** sp. (R-D) que representaron el 94,9% del total de larvas, con una colecta mínima de 147,0 y una máxima de 638,0 larvas, con un tamaño promedio de $16,8 \pm 2,9$ mm. De la especie **C. megacephala** (F.) se colectó un promedio de 0,2 larvas, que resulta el 0,1% del total de larvas. La colecta para esta especie en este estado fue de 1 larva. Por último se colectó un número promedio de 13,5 larvas de **C. rufifacies** (M.) que representaron el 5,0% del todas las larvas colectadas. Obteniéndose una colecta máxima de 76,0 larvas y una mínima de 5,0 larvas. El tamaño promedio para estas larvas fue de $9,7 \pm 2,4$ mm (Cuadros 1 y 2).

En los ratones con herida se colectaron un promedio de 296,5 larvas de **Ravinia** sp. (R-D), la cual constituye el 91,5% del total de larvas, con una colecta mínima de 174,0 y una máxima de 392,0 larvas. El tamaño promedio fluctuó entre $16,9 \pm 1,1$ mm. De la **C. megacephala** (F.) se colectó un promedio de 17,3 larvas, que representaron el 5,3% de las mismas. La colecta máxima fue de 84,0 larvas y la mínima de 2,0

larvas. El tamaño promedio que tenían estas larvas fue de $8,8 \pm 1,1$ mm. En el caso de la *C. rufifacies* (M.) se colectó un número promedio de 3,2 larvas, con una colecta máxima de 54,0 larvas y una mínima de 8,0 larvas. La medición de estas larvas mostró un tamaño promedio de $12,3 \pm 3,5$ mm. (Cuadros 3 y 4).

Al comparar la actividad de ovipostura obtenida en ambos grupos de ratones, se obtuvo que los ratones con heridas presentaron el mayor número de larvas por especie. *Ravinia* sp. (8 621), *C. megacephala* (5 758) y *C. rufifacies* (472); mientras que en los ratones sin herida *Ravinia* sp. (7 307), *C. megacephala* (4 904) y *C. rufifacies* (458). Lo anterior sugiere una mayor actividad de ovipostura en los ratones con heridas, posiblemente porque éstas promueven la llegada de una mayor número de moscas.

En los ratones sin herida (Cuadros 2 y 4) las larvas alcanzan su mayor tamaño alrededor de las 120 horas, aunque la *Ravinia* sp.(R-D) alcanzan su mayor tamaño promedio $16,8 \pm 4,7$ mm a las 96 horas, la *C. megacephala* (F.) a las 120 horas con $10,4 \pm 1,6$ mm; y *C. rufifacies* (M.) a las 144 horas con $9,7 \pm 2,4$ mm. En los ratones con herida (Cuadro 4), las larvas de *Ravinia* sp.(R-D) alcanzaron su mayor tamaño a las 120 horas, con un tamaño promedio de $17,2 \pm 1,8$ mm; *C. megacephala* (F.) con $8,8 \pm 1,1$ mm. a las 144 horas *C. rufifacies* (M.) con $14,2 \pm 0,3$ mm. a las 120 horas.

A pesar de encontrar esta diferencia entre los dos grupos de ratones, el análisis estadístico, ANOVA trifactorial al que se sometieron los datos obtenidos (Cuadro 5) indicó que no existe relación significativa entre las carroñas con heridas y las especies encontradas al compararlas con las carroñas sin heridas.

Durante el presente estudio, encontramos que dos especies son las que mejor explotan la carroña: la *Ravinia* sp.(R-D) y la *C. megacephala* (F.). La primera es completamente dominante sobre la segunda debido a la mayor cantidad de larvas encontradas, igual apreciación se refleja en el tamaño promedio de las mismas, e incluso en el tiempo que permanecen consumiendo la carroña. Keneidal (1984), sostiene que las Calliphoridae y Sarcophagidae son las colonizadoras más eficaces en carroñas de

mamíferos pequeños los cuales al descomponerse y al ser consumidos por las primeras que llegan, crean las condiciones para que solo se presente la especie dominante.

Por otra parte Blackith y Blackith (1990), indican que la competencia entre las moscas carroñeras es probable que sea más intensa en carroñas pequeñas. En este sentido Denno y Conthran (1976) sostienen que las Calliphoridae son el principal factor limitante de los Sarcophagidae al momento de alimentarse de la carroña. Algo similar ha sido documentado por Kouki y Hanski (1995), quienes señalan que la disminución de la fuente de alimentos durante el desarrollo larval reduce el número de especies emergentes, debido a la alta competencia entre las comunidades de moscas. Aparentemente, el dominio de una especie en particular puede estar también determinado por el tamaño y la especie de carroña. Así pues Denno y Cothran (1976) han informado que las Sarcophagidae son competidores superiores a las Calliphoridae en la localización y colonización de una carroña pequeña. Mientras que Brack (1987) encontró que las Calliphoridae son los Díptera dominantes tanto en las carroñas pequeñas como en las grandes, pero en las carroñas de ratas las Sarcophagidae son las dominantes.

En el presente trabajo encontramos que las Sarcophagidae fueron dominantes sobre las Calliphoridae por lo que no pareciera que estas últimas fueran un factor limitante para el aprovechamiento de la carroña por parte de las Sarcophagidae.

AGRADECIMIENTO

Al director del Parque Natural Metropolitano, el Lic. Daniel Holness, a la Subdirectora Lic. Yolanda Jiménez, así como a su personal de Guardaparques, por su valioso apoyo.

Al Doctor Bernard Greenberg, profesor Emeritus del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Illinois, Chicago, por el material bibliográfico facilitado, al Programa de Maestría de Entomología de la Universidad de Panamá y por el espacio y el equipo para la identificación de los especímenes.

A la Dra. Gisela Bethancourt, Directora del Bioterio de la Universidad de Panamá, por el

material biológico suministrado y a la Lic. Angela Fawcett por su labor fotográfica.

CUADRO 5. ANOVA TRIFACTORIAL

A. TAMAÑO VS TIEMPO

F. de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	F	
Tratamientos	23		2342,693	101,8562	18,98 ***
HERIDA (A)	1		,4101563	,4101568	0,075 n.s.
TIEMPO (B)	5		1555,544	311,1088	56,806 ***
LARVAS (C)	1		520,4776	520,4776	95,0350 Overflow***
(A x B)	5		17,42383	3,484766	0,636 n.s.
(A x C)	1		4,003306x10 ⁻²		4,003906 ⁻²
(B x C)	5		214,211	42,84219	0,007 n.s.
(A x B x C)	5		84,58594	6,917189	7,823 ***
Error	72		391,32278	5,476698	1,263 n.s.
TOTAL	95		2737,015		

B. CRECIMIENTO VS. TIEMPO

F. de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	F	
Réplicas	5		197870,5	39574,1	1,984 n.s.
Tratamientos	35		4008497	114528,5	5,740 ***
HERIDA (A)	1		16942,25	16942,25	0,849 n.s.
TIEMPO (B)	5		768649,8	153730	7,705 ***
ESPECIES (C)	2		1544847	772423,6	38,715 ***
(A x B)	5		91193,25	18238,65	0,914 n.s.
(A x C)	2		9165,25	4582,625	0,230 n.s.
(B x C)	10		1489024	148902,4	7,463 ***
(A x B x C)	10		88675,25	8867,526	7,823 ***
Error	175		3491492	19951,38	0,444 n.s.
TOTAL	215		7697859		

Media General = 126,1620

Coefficiente de Variación = 111,96%

BIBLIOGRAFIA

1. Baumgartner, D.L. and Greenberg, B. 1985. Distribution and medical ecology of the blow flies (Diptera: Calliphoridae) of Peru. *Ann. Ent. Soc. Am.* 78: 565-587.
2. Blackith, R.E. and Blackith, R.M. 1990. Insect infestations of small corpses. *J. Nat. Hist.* 24: 699-709.
3. Bornemissza, G.F. 1956. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Aust. J. Zool.* 5: 1-12.
4. Braack, L.E.O. 1987. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical african woodland. *Oecologia.* 72: 402-409.
5. Denno, R.F. and Cothran, W.R. 1975. Niche relationship of a guild of necrophagous flies. *Ann. Ent. Soc. Am.* 68: 741-754.
6. Denno, R.F. and Cothran, W.R. 1976. Competitive interactions and ecological strategies of Sarcophagid and Calliphorid flies inhabiting rabbit carrion. *Ann. Ent. Soc. Am.* 69: 109-113.
7. Early, M.; Goff, M.L. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'Ahu, Hawaiian Isla. *U.S.A. J. Med. Ent.* 23: 520-531.
8. Early, M.; Goff, M.L. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'Ahu, Hawaiian Isla. en Tullis, K. y Goff, M.L. 1987. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O'Ahu island, Hawaii. *J. Med. Ent.* 24: 332-339.
9. Early, M.; Goff, M.L. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'Ahu, Hawaiian Isla. en Wells, J.A. and Greenberg, B. 1994. Resource use by an introduced and native carrion flies. *Oecología.* 99: 181-187.
10. Erzinclioğlu, Y.Z. 1990. The larvae of two closely related blowfly species of the genus ***Chrysomya*** (Diptera, Calliphoridae). en Olsen, A.R.; Sedebottom, T.H. y Benneth, S.G. 1993. The oriental latrine fly ***Chrysomya megacephala*** (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) as an invading blow fly of public health importance. *Bull. Soc. vec. Ecol.* 18: 133-146.
11. Ellison, G.T.H. 1990. The effect of scavenger mutilation on insect succession at impala carcasses in Routhern Africa. *J. Zool. Lond.* 220: 679-688.
12. Fuller, M.E. 1934. The insects inhabitants of carrion a study in animal ecology. en Payne, J. 1965. A summer carrion study of the baby pig ***Sus scrofa*** Linnaeus. *Ecology.* 46: 592-602.
13. Hammack, L.; M. Bromel; F.M. Duh y G. Gassner. 1987. Reproductive factors affecting response of the screwworm fly ***Cochliomyia hominivorax*** (Diptera: Calliphoridae), to an attractant of bacterial origin. en Ives, A. 1991. Agregation and coexistence in a carrion fly community. *Ecological Monographs.* 6: 75-94.
14. Hanski, I. 1984. Colonization of ephemeral habitats. en Gray, A.J.; Crowley, M.J. y Edwards, P.J. 1987. Colonization, succession and stability: The 26th Symposium of the British Ecological Society held jointly with the Linnean Society of London. Blackwell Scientific Publications. Boston. 155-185.
15. Hobson, R.P. 1932 Studies on the nutrition of blow-fly larvae. III. The liquefaction of muscle. en Jirón, L.F. y Cartín, V.M. 1981. Insect succession in the decomposition of a mammal in Costa Rica. *New York. Ent. Soc.* (3): 158-165.
16. Ives, A. 1991. Agregation and coexistence in a carrion fly community. *Ecological Monographs.* 6: 75-94.

17. Jirón, L.F. y Cartín, V.M. 1981. Insect succession in the decomposition of a mammal in Costa Rica. *New York Ent. Soc.* (3): 158-165.
18. Johnson, M.D. 1975. Seasonal and microseral variation in the insect populations of carrion. *Am. Midl. Nat.* 93: 79-90.
19. Kamal, A.S. 1958. Comparative study of thirteen species of Sarcosaprophagous Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera). *I. Bionomics. Ann. Ent. Soc. Am.* 51: 261-271.
20. Kentner, E. y Streit, B. 1990. Temporal distribution and habitat preference of congeneric insect species found at rat carrion. *Pedobiologia.* 34: 347-357.
21. Kneidel, K.A. 1984. Competition and disturbance in communities of carrion-breeding Diptera. *J.An.Ecol.* 53: 849-865.
22. Kouki, J. and Hanski, I. 1995. Population aggregation facilitates coexistence of many competing carrion fly species. *OIKOS.* 72: 223-227.
23. Keh, B. 1985. Scope and applications of forensic entomology. *Ann. Rev. Ent.* 30: 137-54.
24. Lane, R. 1975. An investigation into blowfly (Diptera: Calliphoridae) succession on capses. *J. Nat. Hist.* 9: 581-588.
25. Lord, W.D. and Burger, J.F. 1984. Arthropods associated with harbor Seal (*Phoca vitulina*) carcasses stranded on island along the New England coast. *Inter. J. Ent.* 26: 282-285.
26. McAlpine, J.F., Peterson, B.V.; Shewell, G.E.; Teskey, H.J.; Vockeroth, J.R. y Wood, D.M. 1987. Manual of nearctic Diptera. Vol. 2. 1ª Edic., Canadian Government Publishing Centre. Canada. 1134-1135.
27. McKinnerney, M. 1978. Carrion communities in the Northern Chihuahuan desert. *Sout. Nat.* 23 563-576.
28. Nuorteva, P. 1987. Empty puparia of *Phormia terraenovae* R.D. (Diptera, Calliphoridae) as forensic indicators. *Ann. Ent. Fenn.* 53: 53-56.
29. Parque Natural Metropolitano. Desplegable Informativo. Apdo. 5499, Balboa, Ancón, Panamá.
30. Payne, J. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology.* 46: 592-602.
31. Putman, R.J. 1977. Dynamics of the blowfly, *Calliphora erithrocephala*, within carrion. *J. An.Ecol.* 853-866.
32. Reed, H.B.A. 1958. Study of dog carcass communities in Tennessee with special reference to the insects. en Jirón, L.F. y Cartín, V.M. 1981. Insect succession in the decomposition of a mammal in Costa Rica. *New York. Ent. Soc.* (3): 158-165.
33. Smith, K.G.V. 1986. A manual of forensic entomology. 1ª Edición. Comstock Pub. Associates. Ithaca, N.Y. 205.
34. Smith, K.G.V. 1986. A manual of forensic entomology. en Ellison, G.T.H. 1990. The effect of scavenger mutilation an insect succession at impala carcasses in Routhern Africa. *J. Zool. Lond.* 220: 679-688.
35. Tullis, K. y Goff. M.L. 1987. Arthropod succession in expposedcarrion in a tropical rainforest on O'ahu island, Hawaii. *J. Med. Ent.* 24: 332-339.

