

EFECTO DEL PLAGUICIDA ORGANOFOSFORADO PARATION METÍLICO SOBRE EL TIEMPO DE DESARROLLO DE LA ENTOMOFAUNA NECRÓFAGA EN CERDOS (*SUS SCROFA*)

HAYDEE MARTÍNEZ RUVALCABA,¹ FERNANDO JARAMILLO JUÁREZ,² FRANCISCO A. POSADAS DEL RÍO,² ILIANA ERNESTINA MEDINA RAMÍREZ,³ JAIME ESCOTO ROCHA⁴ Y MARÍA LUISA RODRÍGUEZ VÁZQUEZ²

¹ Departamento de Microbiología, ² Departamento de Fisiología y Farmacología, ³ Departamento de Química, ⁴ Departamento de Biología. Centro de Ciencias Básicas.

Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Colonia Ciudad Universitaria. C. P. 20100. Aguascalientes, Ags., México.

Email: hmartinr@correo.uaa.mx, jara@att.net.mx, faposari@hotmail.com, icmedina@correo.uaa.mx, jerjaem@yahoo.com, malurodva@hotmail.com

EFECTO DEL PLAGUICIDA ORGANOFOSFORADO PARATION METÍLICO SOBRE EL TIEMPO DE DESARROLLO DE LA ENTOMOFAUNA NECRÓFAGA EN CERDOS (*SUS SCROFA*).

RESUMEN: En los cadáveres momificados, en los esqueletos o en los cuerpos con avanzado estado de descomposición, las muestras tradicionales como sangre, orina o los órganos internos, usualmente no están disponibles para recuperar o cuantificar las drogas responsables de la muerte del individuo. La Entomotoxicología estudia las drogas presentes en los insectos que se alimentan de la carroña e investiga los efectos de las sustancias tóxicas en el desarrollo de los mismos. Los insectos que integran la fauna cadavérica pertenecen normalmente a los órdenes Diptera, Coleoptera y Lepidoptera. Los insectos encontrados en la escena de un crimen, permiten a los investigadores determinar el intervalo *post mortem*, es decir, el tiempo transcurrido desde que un individuo murió hasta el momento en que se encontró el cadáver; también sirven como auxiliares para determinar la causa de la muerte. Homicidios y suicidios son los tipos de muerte violenta que más atañe a la entomología forense. En este contexto, los plaguicidas han sido empleados para producir intoxicaciones agudas y la muerte de seres humanos. Los principales agentes de intoxicación entre los plaguicidas son los insecticidas agrícolas ó los de uso doméstico. Los objetivos de este trabajo fueron: conocer la secuencia de aparición de las familias de la entomofauna necrófaga en el cerdo *Sus scrofa*, para correlacionarla con el tiempo de muerte; determinar el tiempo de desarrollo de las principales especies de insectos necrófagos en restos de cerdo, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa; identificar el efecto del plaguicida paration metílico sobre el tiempo de desarrollo de la entomofauna necrófaga; finalmente, identificar la presencia del paration metílico en la sangre de los cerdos intoxicados y en larvas de dípteros. Se utilizaron 6 cerdos de 15 a 20 Kg., de peso corporal: Controles (n = 3) y Tratados (n = 3). A los cerdos tratados, se les administró una dosis letal de paration metílico (66.0 mg /kg, i. v). Los animales controles fueron sacrificados de acuerdo a la NOM-033-ZOO-1995. Los cerdos se colocaron sobre el suelo en la zona poniente de Ciudad Universitaria en Aguascalientes, Ags. Y a partir de ese momento y por los siguientes 20 días, se revisaron las muestras cotidianamente entre las 14 y las 16 horas. Se colectaron larvas y moscas en cuanto comenzaron a aparecer. Se tomaron muestras de larvas vivas y se colocaron en frascos con alcohol etílico absoluto para la determinación cualitativa del plaguicida aplicado. Además se colectaron larvas vivas para llevarlas a la cámara bioclimática. La determinación del paration metílico en la sangre y en las larvas se realizó por cromatografía de gas-liquido. En este trabajo se identificaron dípteros, de las familias: Calliphoridae (*Lucillia sericata*, *Cochliomyia macellaria*, *Cynomya cadaverina*, *Lucillia illustris*, *Lucillia cuprina*), Muscidae (*Hidrotaea leucostoma*, *Stomoxys calcitrans*), Piophilidae (*Piophila casei*) y Sarcophagidae (*Sarcophaga haemorrhoidalis*). También se identificaron coleópteros de las familias: Histeridae, Staphylinidae, Cleridae (*Necrobia rufipes*) (DeGeer), Dermestidac (*Dermestes ater*) (DeGeer), Scarabaeidae, Silphidae, Carabidae, Nitidulidae y Trogidae. Finalmente, el paration metílico fue identificado en el plasma de los cerdos intoxicados con este plaguicida, así como en larvas de la fauna necrófaga.

PALABRAS CLAVE: Entomofauna necrófaga, Entomotoxicología, Plaguicidas organofosforados, Paration metílico, Cerdos.

EFFECTO DEL PLAGUICIDA ORGANOFOSFORADO PARATION METÁLICO SOBRE EL TIEMPO DE DESARROLLO DE LA ENTOMOFAUNA NECRÓFAGA EN CERDOS (*SUS SCROFA*)

ABSTRACT: In mummified corpses, skeletons or corpses in advanced putrefaction, the traditional samples such as blood, urine or internal organs, are not usually available to recover or quantify the drugs responsible for the individual's death. Entomotoxicology studies the drugs present in insects that fed on the carcass and investigates the effects of toxic substances in their development. The insects that are found in cadaver fauna usually belong to the orders Dipterae, Coleopterae and Lepidopterae. The insects found in crime scenes allow researchers to calculate the time post mortem, that is, the time elapsed from the individual's death to the time when the corpse was found. Homicides and suicides are the types of violent death more related to forensic entomology. In this context, the pesticides are used to produce intoxication and death of human beings. The main agents for intoxication among pesticides are the insecticides, due to their use and household settings. The objectives of this work were to: study the emergence sequence of necrophagous entomofauna on *Sus scrofa* and correlated it with time of death; determine the developmental time of the main families of necrophagous insects and correlated it with the time of death; determine the developmental time of the main species of necrophagous insects in pigs remains, under controlled temperature and relative humidity; identify the effect of methyl parathion on the developmental time of necrophagous entomofauna; and finally, detect the presence of methyl parathion on blood of intoxicated pigs and in insect larva. We used six pigs, 15 to 20 kg body weight: controls (n = 3) and treated (n = 3). To treated pigs, a lethal dose of methyl parathion (66.0 mg /kg, intravenous) was administered. Control animals were euthanized following the norm NOM-033-ZOO-1995. Then, the pigs were placed on the floor of a west zone of University Campus and, from then on, samples were collected for 20 days, always from 14:00 to 16:00 hours; larva and flies were collected as soon as they appeared; lived larva were: a) placed in 96° ethanol, for quantitative determination of the pesticide, and b) for development in a bioclimatic chamber. The quantitative determination of methyl parathion, in pig blood and larva, was performed by gas-liquid chromatography. We identified dipterae from the following families: Calliphoridae (*Lucilia sericata*, *Cochliomyia macellaria*, *Cynomya cadaverina*, *Lucilia illustris*, *Lucilia cuprina*), Muscidae (*Hidrotaea leucostoma*, *Stomoxys calcitrans*), Piophilidae (*Piophilidae casei*) and Sarcophagidae (*Sarcophaga haemorrhoidalis*). We also identified coleopterae from the following families: Histeridae (*Saprinus assimilis*, *Pchylopus fraternus*), Staphylinidae (*Creophilus maxillosus*, *Platydracus tomentosus*, *Platydracus tormentosus*, *Baryodma sp.*), Cleridae (*Necrobia rufipes*, DeGeer), Dermestidae (*Dermestes ater*, DeGeer), Scarabaeidae (*Aphodius ruricola*, *Canthon viridis*), Silphidae (*Thanatophilus sp.*), Carabidae (*Chlaenius sericeus*), Nitidulidae (*Osmosita colon*) and Trogidae (*Trox suberosus*). Finally, methyl parathion was identified in plasma of intoxicated pigs and in larva of necrophagous entomofauna.

KEY WORDS: Necrophagous entomofauna, Entomotoxicology, Organophosphates, Methyl parathion, Pigs.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, los insectos han sido considerados animales importantes porque proporcionan un servicio invaluable como carroñeros y, además, han sido útiles en la medicina y en la investigación científica (Borror *et al.*, 1992; Gullan y Cranston, 1994). El grupo de insectos que se alimenta de cadáveres de humanos y de animales es estudiado por la Entomología Forense (Arnett Jr., 2000). En este contexto, en 1668 los estudios experimentales de Redi sirvieron para refutar la hipótesis de la generación espontánea e iniciaron el trabajo de la entomología forense; es decir, marcaron el inicio del conocimiento de los insectos que desarrollan su ciclo vital sobre los restos cadavéricos (Catts y Haskell, 1997). Los insectos que integran la fauna cadavérica pertenecen

normalmente a los órdenes Diptera, Coleoptera y Lepidoptera (Gisbert, 2001). En ocasiones, los insectos también pueden proporcionar datos sobre el lugar donde ocurrió la muerte, permitiendo determinar la localización geográfica original del cadáver y, por lo tanto, si el cuerpo se trasladó desde esa área a otra, ya que los insectos presentes se asocian a sus hábitats naturales tanto geográficos como estacionales (Castillo, 2002).

A pesar de la variabilidad de los datos proporcionados por los entomólogos y, por lo tanto, de los errores que pueden cometerse en el cálculo de la fecha de muerte, no por ello dejan de ser importantes ya que, con frecuencia, son los únicos datos disponibles que proporcionan información valiosa en el esclarecimiento de los hechos. El saber si un cadáver se inhumó de manera inme-

diata o no, si sufrió un traslado de un lugar a otro, la época del año en que ocurrió la muerte, etc. puede ser de trascendental importancia forense (Gisbert, 2001). En efecto, en los primeros instantes que siguen a la muerte, y a veces durante la agonía, ciertos insectos acuden a poner sus huevos sobre los cadáveres, eligiendo determinadas partes del cuerpo, como la hendidura palpebral, comisura de los labios, abertura vulvar, etc. Una vez inhumado el cadáver, se encuentra sujeto a la acción de nuevos insectos y entonces es presa de las larvas nacidas de los huevos depositados antes de la inhumación, que se alimentan del cuerpo en el féretro. Si el cadáver permanece al aire libre, intervienen nuevos insectos, que por sí solos o mediante sus larvas, lo colonizan y devoran hasta hacer desaparecer por completo sus partes blandas (Gisbert, 2001). La Entomotoxicología también estudia las drogas presentes en los insectos que se alimentan de carroña, e investiga los efectos de las sustancias tóxicas en el desarrollo de los mismos (Amendt, 2004). Por ello, un exhaustivo análisis toxicológico de los especímenes después de la muerte de un individuo puede ser crucial para el establecimiento de las causas de la muerte.

Ahora bien, en los cadáveres momificados, los restos esqueléticos o en los cuerpos con avanzado estado de descomposición, las muestras tradicionales como sangre, orina o los órganos internos, usualmente no están disponibles para recuperar o cuantificar drogas, ya que son seriamente afectados por la descomposición de los tejidos. En estos casos, la evidencia entomológica puede representar una fuente de información toxicológica útil y adecuada para determinar el tiempo transcurrido desde que un individuo murió hasta el momento en que se encontró el cadáver; además, puede auxiliar en la determinación de la causa de la muerte con poca interferencia por la descomposición del cadáver (Catts y Haskell, 1997; Campobasso y Introna 2001).

Cuando un cuerpo es localizado a las pocas horas de la defunción y se sospecha sobre las drogas o venenos que condujeron a la muerte de la persona, existen procedimientos estandarizados para investigar estas sustancias. Sin embargo, cuando se encuentra un cuerpo en estado avanzado de descomposición no hay tejidos adecuados o fluidos que se puedan utilizar para realizar estos análisis. En estas circunstancias, es posible detectar la presencia de los agentes tóxicos en las larvas y en los puparios de insectos (Pounder, 1991; Hedouin *et al.*, 1999; Goff and Lord, 2001).

MATERIAL Y MÉTODOS

a) Localización del área de estudio.

Este trabajo se desarrolló en la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), con el apoyo del Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos-INIFAP, se obtuvieron los datos climáticos de los meses en los que se realizó el estudio.

b) Animales usados y dosis del plaguicida.

Se utilizaron seis cerdos machos (*Sus scrofa*) de 15 a 20 kg de peso corporal, adquiridos en la Granja Porcina Vi-Lobos de la ciudad de Aguascalientes, Ags. Los cuales cumplieron con los requisitos de alimentación y cuidados adecuados. Los lechones fueron divididos en dos grupos: controles (n = 3) y tratados (n = 3). Los animales tratados recibieron una dosis letal de paration metílico grado técnico (66.0 mg/Kg), mientras que los animales controles fueron sacrificados de acuerdo a lo especificado por la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995 (sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres). Inmediatamente después de la muerte, se obtuvieron muestras de sangre y los animales se introdujeron en bolsas de plástico.

c) Actividades de campo.

Se instalaron las jaulas de protección, dentro de las cuales se colocaron los cadáveres de los

cerdos. A partir de este momento y durante los siguientes 20 días, se revisaron las muestras cadavéricas entre las 14 y las 16 horas. Las muestras de larvas y moscas se colectaron en cuanto comenzaron a aparecer. Se elaboró un archivo videográfico de todo el proceso.

Se tomaron muestras de las larvas encontradas y se colocaron en frascos con alcohol etílico absoluto, para la identificación cualitativa del paration metílico.

Otras muestras de larvas vivas fueron colectadas para llevarlas a la cámara bioclimática, en donde se colocaron en terrarios con alimento, agua y una etiqueta de identificación. Cuando las larvas se transformaron en pupas, se registró el número de éstas que llegaron a transformarse en moscas adultas y el tiempo transcurrido para llegar a ese estado. La cámara bioclimática estuvo programada para tener 11 h de luz y 13 h de oscuridad. La temperatura relativa fue de 25.42 °C; la humedad relativa fue de 55.28 %.

d) Actividades de laboratorio.

Todos los especímenes se identificaron utilizando las claves taxonómicas de Borrer *et al.* (1992); Dillon y Dillon (1972); Byrd y Castner (2001); McAlpine *et al.* (1981) y Smith (1986), entre otros. Se elaboró un listado de las especies presentes en el área y se procedió a la integración y análisis de los resultados. Para determinar el plaguicida en las muestras de sangre así como en las larvas se utilizó el método descrito por Jaramillo y Reyes (1990).

La identificación del paration metílico en las muestras del plasma sanguíneo de los cerdos y en los homogeneizados de las larvas, se realizó por cromatografía de gases: detector nitrógeno-fósforo, columna WCOT, temperatura del horno 100 °C, temperatura del inyector 250 °C, temperatura del detector 300 °C, flujo de hidrógeno 5 ml y gas acarreador helio.

RESULTADOS

Se identificaron 797 dípteros de los cuales: 353 pertenecen a la Familia Calliphoridae (*Lucillia sericata*, *Cochliomyia macellaria*, *Cynomya cadaverina*, *Lucillia illustris*, *Lucillia cuprina* y *Chrysomya rufifacies*), 338 son de la Familia Muscidae (*Hydrotaea leucostoma* y *Stomoxys calcitrans*), 93 de la Familia Piophilidae (*Piophilidae casei*) y 13 de la Familia Sarcophagidae (*Sarcophaga haemorrhoidalis*). También se obtuvieron 313 ejemplares de escarabajos, de los cuales 114 son de la Familia Histeridae (*Saprinus assimilis* y *Pachylopus fraternus*), 71 de la familia Staphylinidae (*Creophilus maxillosus*, *Plathydracus tomentosus* y *Baryodma sp.*), 63 de la Familia Cleridae (*Necrobia rufipes*) (DeGeer), 40 de la Familia Dermestidae (*Dermestes ater*) (DeGeer), 19 de la familia Scarabaeidae (*Aphodius ruricola* y *Canthon viridis*), 3 de la Familia Silphidae (*Thanatophilus truncatus*), 1 de la Familia Carabidae (*Chlaenius sericeus*), 1 de la Familia Nitidulidae (*Osmosita colon*) y 1 de la Familia Trogidae (*Trox suberosus*).

La secuencia de aparición de las diferentes familias de insectos necrófagos fue similar en los cerdos controles y en los cerdos intoxicados, presentándose de la siguiente forma: Calliphoridae, Muscidae, Piophilidae, por parte del orden Diptera e Histeridae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Silphidae, Cleridae, Dermestidae y Trogidae por parte del orden Coleoptera (figura 1).

Las moscas recolectadas e identificadas sobre los restos de cerdo se presentan en el cuadro 1. Se recolectaron larvas y se colocaron en la cámara bioclimática para que se completara su desarrollo. La información referente a las moscas nacidas en el laboratorio se presenta en el cuadro 2 y los datos de los escarabajos recolectados se presentan el cuadro 3.

Por otra parte, en la figura 2 se muestra un cromatograma del paration metílico (estándar), el cual fue el control que utilizamos a lo largo

Efecto del plaguicida organofosforado en cerdos

Cuadro 1

Moscas recolectadas en los cadáveres de los cerdos

| CERDO | ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | CANTIDAD |
|---------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------|
| 1 | Diptera | Calliphoridae | <i>Lucilia sericata</i> | 24 |
| | | Muscidae | <i>Hidrotea leucostoma</i> | 1 |
| | | | <i>Stomoxys calcitrans</i> | 6 |
| 2 | Diptera | Calliphoridae | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 5 |
| | | | <i>Cynomya cadaverina</i> | 8 |
| | | | <i>Lucilia illustris</i> | 1 |
| | | | <i>Lucilia sericata</i> | 66 |
| | | Muscidae | <i>Hidrotea leucostoma</i> | 10 |
| | | | <i>Stomoxys calcitrans</i> | 12 |
| | | Sarcophagidae | <i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> | 12 |
| 3 | Diptera | Calliphoridae | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 2 |
| | | | <i>Cynomya cadaverina</i> | 5 |
| | | | <i>Lucilia cuprina</i> | 7 |
| | | | <i>Lucilia sericata</i> | 134 |
| | | Muscidae | <i>Hidrotaea leucostoma</i> | 22 |
| | | | <i>Stomoxys calcitrans</i> | 70 |
| | | Piophilidae | <i>Piophila casei</i> | 35 |
| 4 | Diptera | Calliphoridae | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 5 |
| | | | <i>Cynomya cadaverina</i> | 5 |
| | | | <i>Lucilia cuprina</i> | 14 |
| | | | <i>Lucilia sericata</i> | 35 |
| | | Muscidae | <i>Hidrotaea leucostoma</i> | 5 |
| | | | <i>Stomoxys calcitrans</i> | 44 |
| | | Piophilidae | <i>Piophila casei</i> | 19 |
| 5 | Diptera | Calliphoridae | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 2 |
| | | | <i>Lucilia cuprina</i> | 10 |
| | | | <i>Lucilia sericata</i> | 12 |
| | | | <i>Chrysomya rufifacies</i> | 5 |
| | | Muscidae | <i>Hidrotaea leucostoma</i> | 2 |
| | | | <i>Stomoxys calcitrans</i> | 97 |
| | | Piophilidae | <i>Piophila casei</i> | 22 |
| 6 | Diptera | Calliphoridae | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 1 |
| | | | <i>Lucilia cuprina</i> | 12 |
| | | Muscidae | <i>Hidrotaea leucostoma</i> | 2 |
| | | | <i>Stomoxys calcitrans</i> | 67 |
| | | Piophilidae | <i>Piophila casei</i> | 17 |
| Sarcophagidae | <i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> | 1 | | |

Cuadro 2

Moscas nacidas en el laboratorio

| CERDO | ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | CANTIDAD |
|-------|---------|---------------|-------------------------------|----------|
| 1 | Diptera | Calliphoridae | <i>Lucilia sericata</i> | 20 |
| 2 | Diptera | Calliphoridae | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 5 |
| | | | <i>Lucilia sericata</i> | 25 |
| | | Muscidae | <i>Stomoxys calcitrans</i> | 1 |
| 3 | Diptera | Calliphoridae | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 78 |
| | | | <i>Lucilia sericata</i> | 28 |
| 4 | Diptera | Calliphoridae | <i>Cochliomyia macellaria</i> | 13 |
| | | | <i>Lucilia sericata</i> | 50 |
| 5 | Diptera | Calliphoridae | <i>Lucilia sericata</i> | 164 |
| 6 | Diptera | Calliphoridae | <i>Lucilia sericata</i> | 86 |

gía forense, es indispensable conocer la fauna de los insectos del área en la que ocurrió el deceso, su biología y su distribución. La información generada en este trabajo contribuye a caracterizar los parámetros anteriores; sin embargo, es necesario seguir realizando investigaciones de esta índole para establecer un mapa entomoforense de la región de Aguascalientes, que sirva de referencia a localidades con características geográficas y climatológicas, similares.

Cuando se presentan cambios en la biología de los invertebrados, esto puede indicar características especiales del cadáver, como envenenamiento o sobredosis de fármacos, entre otros. En estos casos se presentan cambios en las poblaciones de los insectos como: aumento en la mortalidad de la población, retraso en el desarrollo de las larvas o disminución en la reproducción de los adultos. Además, si la víctima consumió durante su vida algún fármaco, agente tóxico o alguna droga, el proceso de descomposición del cadáver se hace más lento, ya que se altera el

ciclo biológico de los insectos como lo señalan Catts y Haskell, 1997.

Al respecto, se ha estudiado el efecto de la ingestión antemortem de etanol en cerdos, con base al patrón de sucesión de insectos y el desarrollo del díptero *Phormia regina*, encontrándose que en las larvas de *P. regina* que se alimentaron de los restos de cerdo tratados con etanol, se alargó el estadio de pupa, a diferencia de las larvas que se alimentaron de restos de cerdo no tratado con etanol (Kimberly *et al.*, 2005). A su vez, como ya se señaló, la muerte como resultado de la intoxicación con un plaguicida organofosforado, usualmente es detectada por el análisis de los fluidos y los tejidos corporales en donde se distribuye la sustancia tóxica. Este procedimiento presenta una dificultad particular cuando los restos se encuentran en estado avanzado de descomposición. Por otra parte, en el cadáver de un humano con avanzado estado de descomposición, en el que la causa de la muerte fue el malatión, se encontraron dos especies de larvas de moscas en los restos

Efecto del plaguicida organofosforado en cerdos

Cuadro 3

Coleoptera recolectados en los restos de *Sus scrofa*

| CERDO | ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | CANTIDAD |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|----------|
| 1 | Coleoptera | Cleridae | <i>Necrobia rufipes</i> | 16 |
| | | Dermestidae | <i>Dermestes ater</i> | 2 |
| | | Histeridae | <i>Saprinus assimilis</i> | 5 |
| 2 | Coleoptera | Cleridae | <i>Necrobia rufipes</i> | 25 |
| | | Dermestidae | <i>Dermestes ater</i> | 16 |
| | | Histeridae | <i>Saprinus assimilis</i> | 22 |
| 3 | Coleoptera | Cleridae | <i>Necrobia rufipes</i> | 4 |
| | | Dermestidae | <i>Dermestes ater</i> | 2 |
| | | Histeridae | <i>Saprinus assimilis</i> | 31 |
| | | Nitidulidae | <i>Osmosita colon</i> | 1 |
| | | Staphylinidae | <i>Creophilus maxillosus</i> | 9 |
| <i>Platydracus tomentosus</i> | 15 | | | |
| 4 | Coleoptera | Cleridae | <i>Necrobia rufipes</i> | 11 |
| | | Dermestidae | <i>Dermestes ater</i> | 2 |
| | | Histeridae | <i>Saprinus assimilis</i> | 25 |
| | | Staphylinidae | <i>Creophilus maxillosus</i> | 11 |
| | | Silphidae | <i>Thanatophilus truncatus</i> | 1 |
| 5 | Coleoptera | Cleridae | <i>Necrobia rufipes</i> | 4 |
| | | Dermestidae | <i>Dermestes ater</i> | 1 |
| | | Histeridae | <i>Pachylopus fraternus</i> | 19 |
| | | | <i>Saprinus assimilis</i> | 6 |
| | | Scarabaeidae | <i>Canthon viridis</i> | 3 |
| | | Staphylinidae | <i>Creophilus maxillosus</i> | 7 |
| | | | <i>Platydracus tomentosus</i> | 14 |
| Silphidae | <i>Thanatophilus truncatus</i> | 2 | | |
| 6 | Coleoptera | Cleridae | <i>Necrobia rufipes</i> | 3 |
| | | Dermestidae | <i>Dermestes ater</i> | 17 |
| | | Histeridae | <i>Saprinus assimilis</i> | 3 |
| | | | Larvas <i>Saprinus</i> | 2 |
| | | Scarabaeidae | <i>Canthon viridis</i> | 5 |
| | | Staphylinidae | <i>Creophilus maxillosus</i> | 10 |
| | | Silphidae | <i>Thanatophilus truncatus</i> | 1 |
| | | Trogidae | <i>Trox suberosus</i> | 1 |

del cadáver: *Chysomya megacephala* (Fabricius) y *Chrysomya rufifacies* (Macquart). Las larvas se analizaron y se detectó en ellas la presencia del malatión (Gunatilake y Goff, 1989).

Debe señalarse que las comparaciones directas entre cadáveres de animales y de seres humanos son relativamente escasas. En estos trabajos generalmente se utilizan mamíferos de tamaño medio, por su fácil manipulación, ya que algunos trabajos de descomposición cadavérica y sucesión de artrópodos implican, por ejemplo, el pesado del cadáver para medir cambios en la biomasa a lo largo del tiempo. En los estudios de descomposición de los cadáveres se han utilizado diferentes animales como: ratones, cobayos, perros, gatos y cerdos (Maldonado, 1996). Al respecto, se ha encontrado que el animal que más se aproxima a los patrones de descomposición de un humano adulto es el cerdo doméstico (Goff, 2002).

Finalmente, los datos de nuestro estudio indican que el paration metílico retrasó 24 horas el desarrollo de la entomofauna necrófaga en los cerdos utilizados. Para las ciencias forenses, este retraso es de gran importancia en la determinación exacta del momento de la muerte de un individuo, por sus implicaciones legales.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se identificaron dos órdenes de insectos Diptera y Coleoptera, que son de importancia forense, de los cuales del Orden Diptera, se encontraron 11 especies diferentes en los restos de *Sus scrofa* y del Orden Coleoptera se encontraron 14 especies diferentes en los mismos restos.

Las familias del Orden Diptera encontradas durante el proyectos fueron: Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae y Piophilidae. Y las familias del orden Coleoptera encontradas fueron: Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Carabidae,

Staphylinidae, Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae.

El tiempo en el cual se completo el ciclo biológico dentro de la cámara bioclimática, de las larvas de los dípteros fue en promedio de 9 días en las muestras de los 6 cerdos.

El paration metílico retrasó 24 horas el desarrollo de la entomofauna necrófaga en los cerdos (*Sus scrofa*) utilizados.

Por medio de la cromatografía de gases se realizó la identificación cualitativa del paration metílico en las muestras de plasma sanguíneo de los cerdos (*Sus scrofa*) y en los homogeneizados de las larvas.

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos – INIFAP, por el apoyo otorgado para obtener los datos climatológicos durante el tiempo que duró el experimento.

LITERATURA CITADA

- AMENDT, J. ZEHNER, R. 2004. Forensic Entomology. *Naturwissenschaften*. Frankfurt, Germany 91:51-65.
- ARNET JR., R. 2000. *American Insects*. Second Edition, CRC Press, 1003 pp.
- BONNET, E. F. P., 1980. *Medicina Legal*. Segunda Edición, López Libreros Editores. Buenos Aires, Argentina, pp 1927.
- BORROR, J. D., TRIPLEHORN, A. C. AND JOHNSON. F. N. 1992. *An Introduction to the Study of Insects*. Saunders College Publishing, 852 pp.
- BYRD, J. H. AND CASTNER, J. L., 2001. *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, Edit C R C Press, Boca Raton Florida. 418 pp.
- CAMPOBASSO, C. P., INTRONA, F., 2001. *The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist role*. *Forensic Science International*; 120(1) p. 132-139.
- CASTILLO, M. M., 2002. *Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España)*. Primera Edición, Monografías Sociedad Entomológica Aragonesa, 94 pp.
- CATTS, E. P., HASKELL, N. H., 1997. *Entomology and Death a Procedural Guide*. Joyce's Print Shop, Inc., Clemson, South Carolina, pp 182.

Efecto del plaguicida organofosforado en cerdos

- DILLON, S. E., S. DILLON L., 1972, *A Manual of Common Beetles of Eastern North America*. Dover Publications, Inc., New York, Volume 1 y 2. 434, 894 pp.
- GISBERT, C. J. A., 2001, *Medicina Legal y Toxicología*. 5 Edición, Editorial Masson, Barcelona España, 203-204 pp.
- GOFF, M.L. AND LORD, W. D. 2001. *Entomotoxicology: Insects as Toxicological Indicators and the Impact of Drugs and Toxins on Insect Development*. In: Byrd, J. H. and Castner, J. L. 2000. *Forensic Entomology*. Boca Raton, FL: CRC Press. 331-340 pp.
- GOFF, M. L. 2002. *El testimonio de las moscas. Cómo las moscas ayudan a resolver crímenes*. Alba Editorial, s.l.u. Barcelona, España, 272 pp.
- GULLAN, P. J., CRANSTON P. S., 1994. *The Insects An Outline of Entomology*. Chapman and may, London, 491 pp.
- GUNTILAKE, K. AND GOFF, M. L. 1989. *Detection of organophosphate poisoning in a putrefying body by analyzing arthropod larvae*. J. Forensic Sci., 34: 714-716
- HEDOUIN, V., BOUREL, B., BECART, A., TOURNEL, G., DEVEAUX, M., GOFF, M. L. AND GOSSET, D. 1999. *Determination of drugs levels in larvae of Lucillia sericata (Diptera: Calliphoridae) reared on rabbit carcasses containing morphine*. Journal of Forensic Sciences 44, 77-79.
- JARAMILLO, F., REYES, J. L. 1990. *Intrauterine Exposure to Paration Its Disposition Rate in Postnatal Life*. Biol Neonate, 57:200-206.
- KIMBERLY, L. T., RICHARD, D. F., CARLYLE, C. B., KEVIN, P. GEORGE, S. B., 2005. *Effects of Antemortem Ingestion of Ethanol on Insect Successional Patterns and Development of Phormia regina (Diptera: Calliphoridae)*. Journal of Medical Entomology 42, 481 – 489.
- MALDONADO. A. M., 1996. *Breve revisión de los métodos de investigación en entomología forense. Monografía del curso de Entomología Forense dictado por la Dra. A. Oliiva (Ph. D. Biología, UBA). FCEyN (UBA)*. 12 pág. (http://entomologiaforense.8m.com/mono96_mm.pdf).
- MCALPINE. J. F., PETERSON. B. V., SHEWELL. G. E., TESKEY. H. J., VOCKEROTH. J. R. WOOD. D. M., 1981. *Manual of Nearctic Dipter*. Biosystematics Research Institute, Ottawa Ontario., Research Branch, Agriculture Canada Volume 1 y 2. 673, 1332 pp.
- POUNDER, D. J., 1991. *Forensic entomo-toxicology*. Journal of the Forensic Science Society 31, 469-472.
- SMITH. K. G. V., 1986. *A Manual of Forensic Entomology*, Department of Entomology British Museum (Natural History), Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press, Ithaca, New York, 205 pp.