

## Análisis de sustancias tóxicas en la sucesión de insectos de importancia forense, recolectados en una pierna de cerdo aplicándole carbofuran.

Forensic-relevant insects toxic substance analysis on a pork's leg containing carbofuran ©

Marisol Gómez Camacho · Carlos Arturo Beltrán Gómez, Edwin de la Cruz Montoya

Artículo recibido en mes noviembre de 2014; artículo aceptado en mes enero de 2015

Citación del artículo: Gómez, Marisol; Beltrán, Carlos & De la Cruz, Edwin (2014). Análisis de sustancias tóxicas en la sucesión de insectos de importancia forense, recolectados en una pierna de cerdo aplicándole carbofuran. I+D Revista de Investigaciones, 4(2), 74-87

### Resumen

La entomología forense es una rama de campos científicos más amplios como son la entomología médica, la antropología, la taxonomía y la patología forense. Se encarga del estudio de los principales insectos y artrópodos asociados a cadáveres, los cuales segregan sustancias inhibitorias y su característica principal es detectar el olor de la carne muerta a kilómetros de distancia. La entomología forense se basa en el tiempo que le lleva a un insecto

poner los huevos y el posterior desarrollo de las larvas para la interpretación de sus hallazgos.

Para la realización de este proyecto se utilizó un pierna de cerdo como un prototipo para efectuar el proceso entomotóxico. A esta pierna se le aplicó el tóxico carbofuran elemento que más se utiliza en la agricultura para el control de plagas.

Esta investigación tuvo su inicio en el semillero Cerca trova, de la Universitaria de

<sup>1</sup> Investigadora principal. Docente Investigadora adscrita al grupo VIDOCQ del programa de Criminalística de la Universitaria de Investigación y Desarrollo, Profesional en criminalística estudiante de Maestría en investigación Criminal. Marisol.gomez@udi.edu.co.

<sup>2</sup> Coinvestigador. Ingeniero de Sistemas. Especialista en Telecomunicaciones. Especialista en Docencia Universitaria. cbeltran1@udi.edu.co Docente Delitos Electrónicos Criminalística. Perteneciente al grupo de investigación VIDOCQ

<sup>3</sup> Coinvestigador. Coordinador de Investigaciones UDI extensión Barrancabermeja, Msc y Ph.D en Química Aplicada. edmquim@gmail.com docente de Metodología de la Investigación pertenece al grupo de investigación EN Ingeniería Ambiental y Saneamiento GIAS.

Investigación y Desarrollo – UDI, y se apoyó desde el grupo de investigación Vidocq. El proceso de campo, buscó demostrar que es posible encontrar carbofuran en los insectos o dípteros encontrados en la pierna de cerdo.

**Palabras claves:** Entomotoxicología, carbofuran, díptero, sustancias tóxicas, ciencias forenses.

### Abstract

Forensic entomology is a branch of broader scientific fields as the medical entomology, anthropology, the taxonomy and forensic pathology. It is responsible of the study of the main insects and arthropods associated with corpses, which secrete inhibitory substances. Its main characteristic is to detect the scent of dead on meat, from miles away. Forensic entomology is based on the time which leads an insect lay eggs and the ulterior development of larvae, so forensic team could study some findings.

In this project, a pork leg was used as a prototype in order to analyze the entomologic and toxic processes. This leg was treated with the toxic carbofuran © that is mostly used in agriculture for pest control.

This research had its beginnings in the seed bread: “Cerca trova”, of the “universitaria de Investigación Universitaria Research and Development - UDI, and leaned from the group of Vidocq research field process, he sought

demonstrate that is possible to find carbofuran in insects or dipterans Found In the leg pork.

**Keywords:** Entomotoxicología, carbofuran, díptero, toxic substances, forensic sciences.

### Introducción

La entomología forense se encarga del estudio de los principales insectos y artrópodos asociados a cadáveres, los cuales segregan sustancias inhibitoras y tienen unas habilidades especiales que detectan el olor de la carne muerta a kilómetros de distancia. Esta se encarga de llevar todo el proceso de un insecto cuando pone los huevos en la carne muerta, y el posterior desarrollo de las larvas.

El Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (en adelante INMLCF), en su sección portafolio de servicios, denota la importancia de los laboratorios de entomología, los cuales cumplen dos tareas específicas: estudios entomológicos para identificación taxonómica de insectos de importancia forense y estimación aproximada del tiempo de muerte de una persona. De igual forma, indica que los servicios que no ofrece son los relacionados con análisis entomotoxicológicos a insectos necrófagos para identificación de drogas y toxinas.(Legal, 2014), situación que causa un problema que se puede concretar en: ¿Cómo se pueden identificar sustancias tóxicas en cuerpos en estado avanzado de descomposición? Actualmente, la presencia de sustancias tóxicas

se puede llegar a determinar por medio de la sangre o la orina solo en la primera fase de descomposición cadavérica, en la cual aún se encuentran los órganos y fluidos para el estudio y hallazgo de las mismas. Por el contrario, cuando se encuentra un cadáver en avanzado estado de descomposición es imposible hallar sustancias tóxicas en el organismo debido a la desaparición de dichos órganos y fluidos para su identificación y es ahí donde se crea la necesidad de utilizar los insectos para determinar la causa, manera y mecanismo de muerte.

De acuerdo con la búsqueda bibliográfica realizada, los experimentos realizados sobre entomotoxicología son escasos, y pocos investigadores en Colombia trabajan estas líneas de investigación. Uno de los trabajos importantes realizados en Colombia fue en Medellín, y se denominó “*Detección y Cuantificación de Propoxur en la Sucesión de Insectos de Importancia Médico-Legal*”, el cual se llevó a cabo con conejos y una sola sustancia tóxica que fue propoxur. A pesar de la importancia de los resultados arrojados por el estudio, donde dio positivo detección y cuantificación de propoxur en 41 ejemplares entre larvas pupas y adultos. (Wolff, Zapata, Morales, & Benecke, 2006) Pero sobre estas investigaciones es muy poco lo que se ha hecho en Colombia debido a que los datos obtenidos son mínimos, si se tiene en cuenta la extensión territorial del país y la diversidad de climas entre regiones y entre microclimas dentro de cada región.

En este artículo se abordará la historia de la entomotoxicología, los insectos, las diferentes etapas que sufre un cadáver dejado en medio ambiente y la realización del proyecto para determinar si se pueden encontrar rastros de Carbofuran en los insectos encontrados y recolectados en la pierna de cerdo tratada con este insecticida.

### **La historia de la entomología**

La entomología ha sido históricamente una ciencia que apoya a la zoología, pero con el paso del tiempo ha tomado importancia no solo para la agricultura si no para otras ciencias, técnicas y actividades; tal que ha sido relevante para resolver casos forenses.

El primer trabajo documentado resuelto por la entomología forense se remonta al siglo XIII. El chino Sung Tz'u en un manual de medicina legal chino se refiere a un homicidio: “Un buen día apareció un campesino muerto en un arrozal y, como suele ocurrir en estos casos, nadie sabía nada. Cuando el magistrado local comprobó el cuerpo pudo determinar que el arma homicida había sido una hoz como las que utilizaban para recolectar el arroz. Reunió a todos los campesinos del pueblo, los puso en fila y les ordenó que todos pusiesen en el suelo y junto a ellos su hoz. Al cabo de un rato, señaló a uno de los campesinos como culpable del crimen... *sobre su hoz estaban revoloteando las moscas.* Aunque las hoces estaban todas limpias, las moscas se sintieron atraídas por los restos de

sangre, que son difíciles de limpiar”(Vanegas, 2007).

Por muchos años se creyó que cuando una persona fallecía, las larvas sencillamente aparecían de forma espontánea en el cadáver, es decir, que brotaban o nacían del propio cadáver, hasta que en el renacimiento Francisco Redí, un naturalista y médico italiano planteó demostrar de una forma científica que dichas larvas provenían de insectos los cuales ponían los huevos en el occiso para que allí se desarrollaran (Campos et al., 2003).

Así mismo en España se encuentra que en 1886 se hizo la primera referencia a la entomología con una perspectiva judicial; Graells presentó en su breve resumen de la entomología que acude a los cadáveres así como una descripción de los fundamentos que apoyan al entomólogo y a su capacidad para participar en los peritajes forenses(Castello, 2014).

Según la definición dada por el médico legista Sebastián Díaz Ruiz, la Entomotoxicología es una rama relativamente nueva de la entomología forense, que se ocupa fundamentalmente del uso de insectos en la detección de drogas y otras toxinas en los tejidos en descomposición. Así mismo se orienta a examinar la aplicación de técnicas analíticas para estudiar aquellos insectos que se alimentan de carroña con el fin de identificar fármacos y toxinas presentes en todos los tejidos intoxicados (desde el punto de vista de la veterinaria forense). Estos insectos, que se alimentan de cadáveres, van a ingerir, incorporar

y acumular fármacos y metabolitos de los tóxicos en su propio cuerpo. Los fármacos y toxinas quedan depositados en la cutícula de las larvas o en las pupas vacías, por lo tanto, estas matrices son fuentes útiles para el análisis toxicológico. Su uso como una matriz alternativa para la detección de drogas está bien documentado y se recomienda cuando las matrices convencionales tales como sangre, orina y tejidos no están disponibles.(Ruiz, 2013).

Por otra parte, y teniendo en cuenta que la entomología es el estudio de los insectos, se hace necesario conocer un poco más acerca de ellos.

### **Los insectos**

Según en el artículo publicado por Jesica Torres, el nombre “insecto” proviene de que su cuerpo está dividido en segmentos, así mismo, la ciencia que estudia los insectos es la entomología. Etimológicamente esta palabra proviene del griego tomos significa “parte cortada” de ahí que sale de un ser segmentado En-tomon; ciencia de los seres segmentados “entomo-logia(Torres, Jesica, Zimman, 2006).

Producto de una investigación minuciosa realizada por el grupo de investigación en ciencias básicas facultad de medicina de la Universidad del Rosario de Colombia(Garcia, Segura, Chuaire, & Sanchez, n.d.). Determinaron que existen varios grupos de insectos, dependiendo el estado de

descomposición por la cual estos investigadores lograron identificar los siguientes grupos así:

**Insectos necrófagos:** son aquellos que se alimentan directamente del cuerpo, principalmente moscas (dípteros) y cucarrones (coleópteros).

**Depredadores y parásitos:** no son atraídos directamente a los cuerpos en descomposición, pero si a otros insectos que se encuentran en los cadáveres. Este grupo está compuesto por cucarrones de las familias Staphylinidae e Histeridae, así como los ácaros y garrapatas.

**Omnívoros:** Se alimentan tanto del cuerpo como de la fauna asociada a este. Se pueden encontrar hormigas, avispas (himenópteros), algunos cucarrones y algunas especies de moscas de la familia calliphoridae.

**Accidentales:** los insectos y artrópodos que usan el cuerpo como una extensión de su hábitat normal, tales como arañas, libélulas y mariposas.(Garcia et al., n.d.)

Con todo lo anterior, es de resaltar que para la entomología la función principal de los insectos es poder establecer el tiempo de muerte, y dependiendo de las especies de insectos, poder determinar si un cadáver ha sido movido de un lugar a otro. También es posible encontrar sustancias tóxicas cuando el cadáver se encuentra en estado de descomposición, a través de los insectos es que se ha podido establecer y determinar las causas de muerte.

De acuerdo con el estudio de Liliana Torres (Torres, 2010), las etapas de descomposición de un cadáver son tal como se presentan en la Tabla N°1.

Tabla No.1: *Fenómenos Cadavéricos*

FENOMENOS CADAVERICOS	DEFINICIÓN
TEMPRANOS ENFRIAMIENTO	Es la disminución de la temperatura corporal de modo progresivo, en un grado por hora, aproximadamente, nivelándose a las 24 horas con la del medio ambiente.
DESHIDRATACIÓN	Este proceso consiste en la evaporación excesiva de líquidos corporales, esta evaporación determina el enfriamiento, la pérdida de peso, la desecación de las mucosas.
LIVIDECES	Son manchas de color rojo vinosas, producidas por la acumulación de sangre en los sitios declives por la acción de la fuerza de gravedad: se inician con el cese de la actividad cardiaca
RIGIDEZ	Es un estado de endurecimiento de los músculos

FENOMENOS CADAVERICOS	DEFINICIÓN
FASE CROMATICA	estirados, lisos, cardiaco debido a fenómenos bioquímicos tales como la acidificación y deshidratación postmortem TARDIOS Se inicia con el primer síntoma de putrefacción, una mancha verde localizada inicialmente y por lo general en la fosa iliaca derecha extendiéndose por el abdomen, posteriormente el cadáver va cubriéndose de manchas verdosas y negruzcas.
FASE ENFISEMATOSA	Se caracteriza por el desarrollo de gran cantidad de gases que abomban y desfiguran el cadáver por la acción de las bacterias
FASE COLICUATIVA	Consiste en la licuefacción o desaparición de los tejidos blandos
REDUCCIONESQUELETICA	Todas las partes blandas del cadáver desaparecen y los elementos más resistentes (ligamentos, cartílagos y huesos) se conservan.

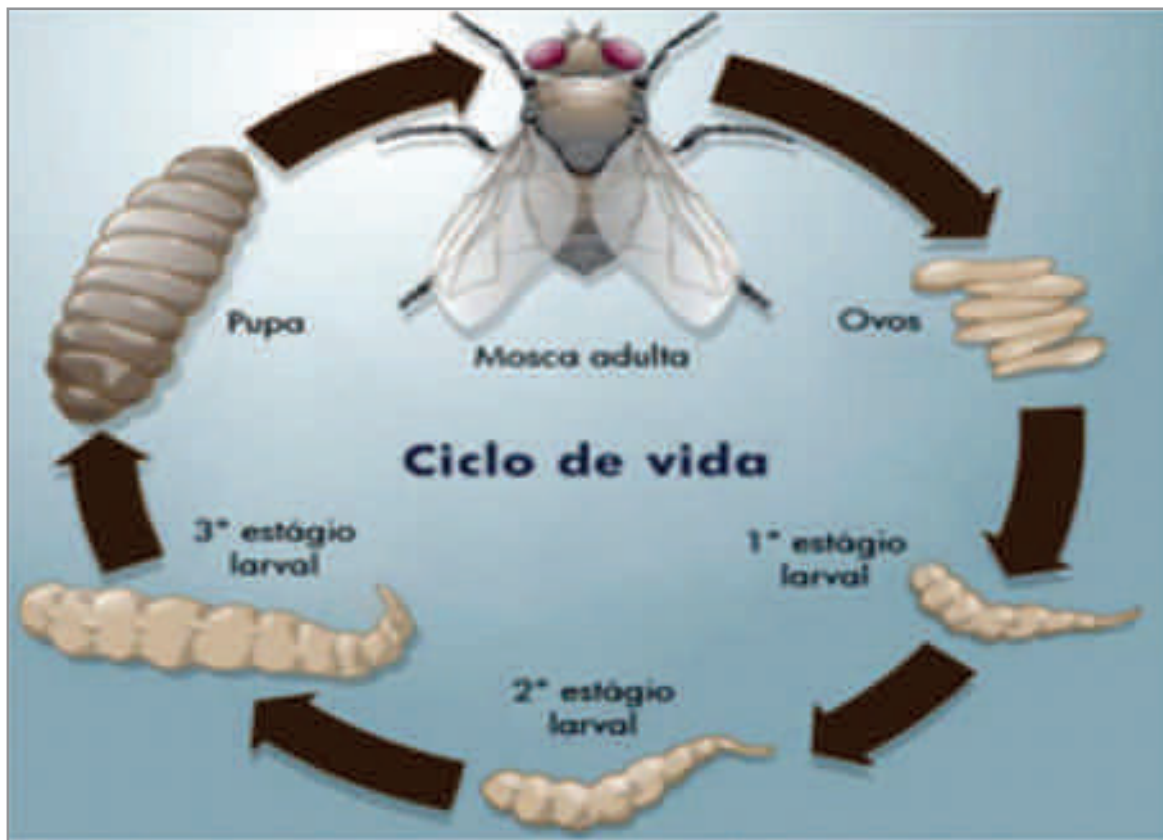
*Fuente: (Cortes, 2010)*

Por otra parte, en la Imagen N°1 se visualizan las etapas del ciclo de vida de los dípteros o moscas. Así, dependiendo de los insectos encontrados en el proceso de su ciclo de vida se puede determinar por medio de la entomología forense el tiempo post mortem del cuerpo encontrado, así mismo es posible determinar si el cadáver fue movido de su sitio original.

Pero para determinar este tiempo de muerte es necesario la medida de las larvas en sus etapas evolutivas, para dar un dato científico del tiempo

de muerto, como lo explica en el experimento que realizó Angie Katherine Muñoz (Castro et al., 2012) donde pretendía demostrar en la parte entomotoxicológica la detección de cocaína en los insectos y del cual dio positivo, además se comparó las medidas de las larvas y su procesos dando como resultado que no había variación morfo cromática en las larvas del porcino estudio comparadas con el porcino control, y que el tamaño de las larvas del porcino estudio son más grandes de acuerdo a su longitud, frente a las larvas del porcino control según su curva de crecimiento (Castro et al., 2012)

Imagen No. 1 *Reproducción de los insectos*



Fuente: (Castro, Hernandez, Ramirez, Cortes, & Mariño, 2012)

### El Carbofuran

Según la investigación realizada por Diana Jazmin Mariño Gaviria en la Universidad Nacional de Colombia sobre “Determinación de los plaguicidas Aldicarb, Carbofurano y Metamidofos en sangre provenientes de casos forenses mediante Cromatografía Líquida con Espectrometría de Masas Tándem LC-ESI-MS/MS en Cundinamarca, Boyacá y Bogotá” realizado el año 2013 (Gaviria, 2013), explica que el carbofuran o carburan es un compuesto orgánico conformado por un benzofuranil unido a un grupo carbamato (derivado del ácido carbámico). Se trata de un N-metilcarbamato de

fenol de amplio espectro utilizado como insecticida, acaricida y nematicida. Este fue desarrollado en los años 1960 y siguientes, patentado en 1965, introducido en el mercado como un nematicida sistémico, de un espectro amplio, bajo el nombre comercial conocido de Furadan por FMC (Farm Machinery Corporation) en Filadelfia - Estados Unidos (Richards, 2012). Ha sido empleado comercialmente desde entonces como plaguicida en la agricultura en la forma de polvo humectable en un 75% y en gránulos de 2 a 10%. El carbofuran es un inhibidor reversible de la colinesterasa (Gaviria, 2013).

Por clasificación de toxicidad, la (United States Environmental Protection Agency EPA, 2007) lo cataloga en la categoría I como sustancia altamente tóxica para toxicidad aguda por vía oral y respiratoria de acuerdo a los estudios hechos en ratas; y en la categoría III como ligeramente tóxico para toxicidad aguda por vía dérmica de acuerdo a los estudios hechos en conejos (EPA, 2007). La Organización mundial de la salud OMS clasifica al carbofurano en el grupo *Ib* como altamente peligroso.

El carbofurano tiene una de las más altas toxicidades para los seres humanos, es un insecticida ampliamente usado en cultivos de campo (solamente aldicarb y paratión son más tóxicos). Un cuarto de cucharadita (1 ml) puede ser fatal. La mayoría del carbofurano es suministrado por aplicadores comerciales que utilizan sistemas cerrados con los controles diseñados para que no haya exposición a esta sustancia en la preparación ya que sus efectos son altamente tóxicos. Se debe a su actividad como inhibidor de la colinesterasa, conocido como plaguicida neurotóxico (Torres, 2013).

El carbofurano se utiliza contra las plagas del suelo y foliares de campo, frutas, vegetales y cultivos forestales. Específicamente en los siguientes cultivos alimenticios: La alfalfa, alcachofa, plátano, cebada, café, maíz, algodón, pepino, melón, calabaza, uvas, avena, chile, plátano, papa, sorgo, remolacha azucarera, caña de azúcar, girasol y trigo. En los cultivos de algodón, ornamentales y árboles de sombra, plantas ornamentales herbáceas, plantas sin

flores ornamentales, arbustos ornamentales leñosos y viñas, pinos, espinaca cultivada para semilla y tabaco (United States Environmental Protection Agency EPA, 2007).

El Carbofurano una vez absorbido por un organismo no se acumula sufriendo una metabolización principalmente por mecanismo de hidrólisis, conjugación y oxidación, siendo por este último la ruta de producción del metabolito 7-fenol, el más abundante dentro del proceso de metabolización (Marino 2013).

Por esta razón el carbofurano, fue el tóxico seleccionado para realizar el experimento, por su reiterado uso en el campo, lugar en el cual se podrá encontrar cuerpos sin vida, producto de la intoxicación del mismo. De esta manera se hace necesario para la Criminalística evaluar las características de este veneno con referencia a la captación que realizan los necrófagos al posesionarse en el occiso.

### **Método empleado**

El experimento asociado a esta investigación, se realizó en la azotea de la Universitaria de Investigación y Desarrollo UDI, con una altura de 896 metros, con una temperatura promedio de 28 grados y una humedad aproximada de 68°C. Con una pierna de cerdo cuyo peso era de 10 kilogramos, la pierna estaba fresca, y correspondía a un cerdo sacrificado el día anterior. En la Tabla N°2 se describen los implementos utilizados para el experimento.



Tabla N° 2: *Equipos y servicios técnicos utilizados*

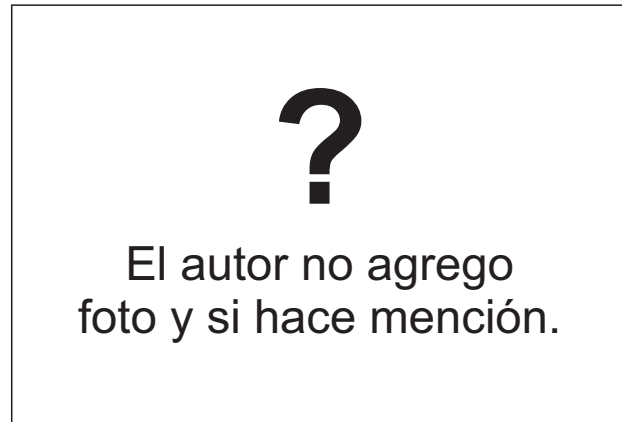
ARTICULOS	CANTIDAD
PIERNA DE CERDO	1
JAULA RED ENTOMOLÓGICA	1
PINZAS PUNTA CURVA	1
PINZAS SUAVES	1
PINZAS PUNTA RECTA	1
PINCELES	1
FRASCOS DE VIDRIO	24
ALCOHOL	1
PAPEL ALUMINIO	1mt
EQUIPO DE BIOSEGURIDAD	6
PAPELERIA	1
NEVERA DE TRANSPORTE	1
TERMOMETRO	1

*Fuente: Elaboración propia.*

Los pasos metodológicos que se desarrollaron fueron con la ayuda del estudiante Jhon Alexander Poveda quien actuó como auxiliar de investigación en todo el desarrollo de la prueba piloto, se realizó el montaje del escenario y circuito cerrado en la azotea de la torre principal de la UDI. Para este experimento se utilizó una jaula ubicando unas tablas como base y pasto para la simulación de zona vegetal. La jaula se asegura para la protección de animales carroñeros, tal como se aprecia en la Imagen N°2. A la pierna de cerdo se le administró la sustancia Carbofuran por vía intramuscular, siguiendo los protocolos establecidos para dicho procedimiento: recolección de los insectos por medio de pinzas plásticas entomológicas, a continuación se incorporan en unos frascos de alcohol etílico al 75%, se separan en una caja de

icopor, para enviar al laboratorio de química. (Medina, Silverio 1977). Se protegió dentro de la jaula bajo monitoreo con registro en videocámara.

Imagen N° 2. *Fijación de la pierna de cerdo*



Fuente: Los Autores

Imagen 3. *Toma de temperatura de la muestra*



Fuente: Los Autores

Posteriormente se inició la recolección de muestras de insectos utilizando una malla entomológica, dos (2) veces al día, en los horarios de ocho y dieciséis horas (8:00, 16:00), cuatro (4) veces a la semana, durante las cinco (5) fases de descomposición: reciente, cromático,

enfisematoso, butírico y reducción (Torres, 2010), empleando un equipo de bioseguridad conformado por un Overol con pantalón enterizo, cierre, capota y puño resortado, guantes y tapaboca. De igual forma se toma la temperatura de la muestra cómo se evidencia en la Imagen N° 3.

· Las muestras encontradas en el cerdo en descomposición, se enviaron al laboratorio de Química de la UIS, para la identificación de los residuos tóxicos mediante la técnica de HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia), que incluye el cálculo de la fiabilidad del procedimiento en la búsqueda de toxinas encontradas en los necrófagos. También se solicitaron pruebas toxicológicas mediante Cromatografía de Gases (CG), y Absorción atómica.

En cuanto a la extracción de los compuestos de interés se realizó por el método de dispersión de la matriz en fase sólida. (MSPD) previa detección por cromatografía de gases (GC) con detección selectiva de masas en modo de monitoreo de iones (SIM), empleando como material de referencia certificado el carbofurano, AccuStandard, 125 Market Street New Haven, CT 06513). El equipo utilizado fue el cromatógrafo de gases AT 6890 series plus (Agilent Technologies, Palo Alto California, EE.UU. ), acoplado a un detector selectivo de masas ( Agilent Technologies 5973), operado en modo SIM. La columna empleada en el análisis fue DB-5MS [5%-fenil-poli(metilsiloxano), 60 m x 0.25 mm x 0.25 um].

· Por último se generaron las conclusiones de los resultados y hallazgos definitivos del experimento. Y la disposición final de los residuos se realizó mediante tratamiento térmico por incineración.

## Resultados

1. En la pierna de cerdo solo se recolectaron muestras adultas, toda vez que no se dio el proceso de evolución y cría en la parte del cerdo. La razón recae en la muerte de las moscas al llegar al ejemplar, ubicarse y succionar el contenido inyectado en el ejemplar.

2. En cuanto al proceso de descomposición, se visualizaron las etapas de putrefacción, los cambios de color, temperatura, humedad a partir del tercer día, empezando con la expulsión del olor fétido y la desintegración de la carne.

3. Se recolectaron 11 moscas muertas y 7 moscas vivas, las cuales se introdujeron en frascos con alcohol etílico al 75%. Posteriormente se transportaron en una nevera de icopor, identificadas al laboratorio de cromatografía de la UIS.

4. Con base en los procedimientos y hallazgos encontrados en los insectos, se concluyó por medio de un experto en química, que teniendo en cuenta que el carbofurano tiene una alta toxicidad, la dosis mínima para aplicar en los experimentos por inhalación debe ser de 0,08 mg/L.

5. De acuerdo a los resultados del laboratorio de cromatografía, se logró establecer la presencia en insectos vivos (0,2 metabolitos y 0,9 carbofurano) y en insectos muertos (7,3 metabolitos y 9,0 carbofurano).

### Conclusiones

De acuerdo al análisis de la presencia de carbofurano y sus metabolitos la tabla 4 muestra

los resultados obtenidos de la cuantificación determinada por Cromatografía Gaseosa acoplada a Masa (GC\_MS) del Carbofurano y su Metabolito 7-fenol en muestras de 0,2 g. De acuerdo a los resultados del laboratorio de cromatografía, se logró establecer la presencia en insectos vivos (0,2 metabolitos y 0,9 carbofurano) y en insectos muertos (7,3 metabolitos y 9,0 carbofurano).

Tabla N° 4. Identificación del Carbofurano y su Metabolito por GC-MS/SIM

compuesto	tr min	Iones Característicos m/z	NMC* mg/kg	Concentración en la muestra, mg-7Kg	
				984735-01-AZ Insectos vivos	984735-02-AZ Insectos muertos
carbofurano	15,56	117, 122, 131, 164	0,2	<0,2	7,3
carbofurano	26,95	122, 131, 164, 221	0,9	<0,9	9

*NMC\* Nivel Mínimo de Cuantificación \_pico base*

*Fuente: resultados laboratorio de química de la UIS*

Teniendo en cuenta que el carbofurano tiene una alta toxicidad desde el momento de su exposición con un LC50 por inhalación de 0,08 mg/L en ratas, la dosis aplicada y la concentración encontrada en los insectos del ensayo exceden dicha dosis mínima la cual deberá ser ajustada en los próximos experimentos.

Para la determinación de la presencia del Carbofurano en la muestra de insectos antes y después del contacto con el tóxico es necesario

rastrear por el espectrómetro de masas los picos correspondientes a su patrón de fragmentación. El pico base perteneciente al ion de la molécula de carbofurano tiene una relación masa carga de 221 m/z. En adición los iones 122 m/z, 131 m/z y 164 m/z fueron observados, siendo este último el pico base perteneciente al ion del metabolito 7-fenol. La presencia de estos iones en la muestra de insectos después del tratamiento indica que contienen el analito Carbofurano y su metabolito en una concentración de 9,0 y 7,3 mg/Kg respectivamente.

## Agradecimientos

Gracias a la investigación realizada por las estudiantes Vicky Carolina López Díaz y Diana Marcela Tabares en cumplimiento a su proyecto de grado “Uso, Aplicaciones y Avances de la Entomología a nivel Internacional” se toman algunos apartes.

Al estudiante Jhon Alexander Poveda Jurado, quién participo de manera activa en la elaboración de los experimentos, que fueron parte de su proyecto grado “Análisis y detección de carbofuran en la sucesión de insectos de importancia forense aplicada en cerdo blanco en el municipio de Bucaramanga Santander 2014”

## Bibliografía

Campos, B. S., Torres, Mingo, F., Boixaderas, D. la R., Rodriguez, Pinto, & Gullón. (2003). *Biología 1*. In L. S.A (Ed.), . Mexico . Retrieved from <http://books.google.com.co/books?id=gVvx46dJ9XQC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Castello, A. (2014). *La Entomología como ciencia forense: desde Tz'U las granjas de cuerpos*, 1328.

Castro, A. K. M., Hernandez, L. P. A., Ramirez, G. B., Cortes, A. N. L., & Mariño, K. G. R. (2012). *Estudio Entomológico de*

cocaína en larvas de Dípteros provenientes de material biológico (porcino) en descomposición.

Cortes, L. L. (2010). *Relación de la entomofauna asociada a la descomposición de cuerpos de cerdo con el tiempo de sumersión posmortem (ISPM) en un ecosistema lenticó de la Sabana de Bogotá*, 181.

García, F. J. B., Segura, A., Chuaire, L., & Sánchez, M. C. (n.d.). *Entomología forense: insectos al servicio de la justicia*.

Gaviria, D. J. M. (2013). *Determinación de los plaguicidas Aldicarb, Carbofurano y Metamidofos en sangre provenientes de casos forenses mediante Cromatografía Líquida con Espectrometría de Masas Tándem LC-ESI-MS/MS en Cundinamarca, Boyacá y Bogotá*. Legal, I. de M. (2014). *Medicina*

Legal y ciencias forenses. Retrieved from <http://www.medicinalegal.gov.co/entomologia-forense>

Ruiz, S. D. (2013). *Entomotoxicología ¿nos ayudan los insectos?* Retrieved from <http://amplia-mente.com/2013/12/entomotoxicologia-nos-ayudan-los-insectos/>

Torres, O. E. D. (2013). *Validación de una técnica de extracción líquida y confirmación de plaguicidas en muestras de interés forense por gc ms*.

Torres, Jesica, Zimman, S. (2006).  
Entomología Forense.

Vanegas, S. Z. Y. (2007). Entomología  
Forense: Los insectos en la escena del crimen,  
(23), 4249.

Wolff, M., Zapata, Y., Morales, G., &  
Benecke, M. (2006). Sección Médica Detección  
y cuantificación de Propoxur en la sucesión de  
insectos de importancia médico-legal, 32(2),  
159164.