UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
VICERRECTORADO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE MEDICINA

INVESTIGACIÓN BIOMODELO DE LA SUCESIÓN DE INSECTOS NATIVOS DEL ALTIPLANO EN LA DETERMINACION DE LA DATA DE MUERTE

PROYECTO FINANCIADO CON RECURSOS DEL IMPUESTO DIRECTO A LOS HIDROCARBUROS (IDH)

El Alto – Bolivia
2021

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
VICERRECTORADO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE MEDICINA

INVESTIGACIÓN BIOMODELO DE LA SUCESIÓN DE INSECTOS NATIVOS DEL ALTIPLANO EN LA DETERMINACION DE LA DATA DE MUERTE

PROYECTO FINANCIADO CON RECURSOS DEL IMPUESTO

DIRECTO A LOS HIDROCARBUROS (IDH)

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
VICERRECTORADO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE MEDICINA

"INVESTIGACIÓN BIOMODELO DE LA SUCESIÓN DE INSECTOS NATIVOS DEL ALTIPLANO EN LA DETERMINACION DE LA DATA DE MUERTE"

AUTORIDADES:
Rector: Dr. Carlos Condori Titirico
Vicerrector: Lic. Gonzalo Yanahuaya Juárez (Interino)
Director DICyT: PhD. Antonio López Andrade
Director Carrera de Medicina: Dr. Wuily Genaro Ramirez Chambi

Coordinador Instituto de Investigación 2021: Dr. Abner Torrez Berrios

EQUIPO DE INVESTIGACION:

MSc. Pamela Alison Castillo Vega
Docente Investigador
Auxiliares de Investigación, gestión 2019
Aux. Gabriel Miguel Arratia Quispe
Aux. Libertad Belén Quintanilla Manriquez

Financiamiento: I.D.H.
EJECUCIÓN INSTITUCIONAL: Instituto de Investigación
Carrera de Medicina de la Universidad Pública de El Alto

REVISIÓN:
Comité de revisión técnica especializada:

Biólogo Juan Fernando Guerra Serrudo
Ph.D. Leonardo Roberto Flores Pérez.
MSc. Itzira Mahelí Cuevas García

Comité de revisión de forma y estilo:

PhD. Pamela Durán Toledo
MSc. Javier Mamani Acarapi

Colaboración:

Biólogo Juan Fernando Guerra Serrudo COLECCIÓN BOLIVIANA DE FAUNA
Lic. Emma Torrez Tola IITCUP
PhD. Jaime Rodriguez LABORATORIO BIOSBO
MSc. Lucy Amalia Capia Flores DOCENTE UPEA
Dr. Plinio G. Villarroel Mareño
Sr. Francisco Capia Flores

ISBN: 978-99974-287-2-1

Primera edición
D.L.: No de Depósito Legal: 4-1-427-2021 P.O.
I.S.B.N.: 978-99974-28-2-1
Fotografías de la tapa y contenido: MSc. Pamela Alison Castillo Vega
Diagramación: Multigraf
Imprenta: Multigraf

D. R.2021 (El Alto – Estado Plurinacional de Bolivia)
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO – CARRERA DE MEDICINA – INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
Av. Sucre "A" Z. Villa Esperanza, Lado Teleférico Azul, Mezanine oficina de la Carrera de Medicina
Teléfono/Celular: +591 63120117
Web: www.medicinaupea.com
Noviembre, 2021

El Alto – Bolivia

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN……1

CAPÍTULO I……..3

MARCO TEMÁTICO Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN……...…….3

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA……..…..…..3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA……..…….5

1.2.1 Problema general……..…5

1.2.2 Problemas específicos…….....5

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN…….……5

1.3.1. Objetivo general…….....5

1.3.2. Objetivos específicos……5

1.4 JUSTIFICACIÓN…….……6

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN…….…….7

1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN…….……..…..7

1.7 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN (ESPACIAL, TEMPORAL, SOCIAL Y CONCEPTUAL) …….…..…7

CAPÍTULO II……..9

MARCO TEÓRICO……9

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN……..…....9

2.2 FUNDAMENTO TEORICO CIENTÍFICO……11

2.2.1 HISTORIA DE LA ENTOMOLOGIA FORENSE……..…11

2.2.2 FASES DE LA DESCOMPOSICIÓN Y PUTREFACCIÓN…….…..…12

2.2.2.1 SIGNOS INMEDIATOS……...12

2.2.2.2 FENÓMENOS CADAVÉRICOS TARDIOS DESTRUCTORES……...14

2.2.2.3 FENOMENOS CADAVÉRICOS TARDÍOS CONSERVADORES……16

2.2.2.4 ANTROPOFAGIA CADAVÉRICA…….…17

2.2.2.5 TANATOCRONOLOGÍA……17

2.3 ESTADOS DE DESCOMPOSICIÓN EMPLEADOS POR LA ENTOMOLOGIA FORENSE……..…..…19

2.3.1 Etapa fresco……..20

2.3.2 Etapa hinchado…….…...20

2.3.3 Etapa de descomposición activa…….…....20

2.3.4 Etapa de descomposición avanzada…….……...…21

2.3.5 Etapa seca o de restos……..….21

2.4 SUCESIÓN FAUNISTICA EN LOS CADÁVERES……..…..21

2.5 SUCESIÓN Y DESCOMPOSICIÓN EN CUERPOS EXPUESTOS SOBRE TIERRA……...23

2.6 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ENTOMOFAUNA CADAVERICA…...…25

2.6.1 Temperatura……..…..26

2.6.2 Humedad / Aridez…….…….…27

2.6.3 Precipitación……..……...27

2.6.4 Efectos de la exposición al sol……..…...……27

2.6.5 Vertebrados Carroñeros…….……27

2.6.6 Tamaño Y Peso Del Cuerpo…….……28

2.6.7 Sumergido En Agua……28

2.6.8 Rural Y Urbano…….……..…28

2.6.9 Efectos De Los Restos De Embalaje…….……..29

2.6.10 Efectos Del Entierro…….……29

2.6.11 Efecto De Las Quemaduras…….……30

2.6.12 Cuerpos Colgados…….……30

2.6.13 Presencia o ausencia de ropa…….……31

2.7 SUCESIÓN FAUNISTICA ESTACIONAL…….……..31

2.8 INSECTOS ASOCIADOS A CADAVERES…….……32

2.8.1 Diptera……..……33

2.8.2 Coleoptera……34

2.8.3 Hymenoptera……..…….……35

2.8.4 Acari…….…….……35

2.9 CICLO BIOLÓGICO…….……..36

2.10 FAMILIAS DE IMPORTACIA FORENSE…….……..…39

2.10.1 Dípteros de importancia forense…….……39

2.10.2 Escarabajos de importancia forense…….……40

2.11 LA ENTOMOLOGIA FORENSE Y APLICACIÓN JURÍDICA……41

2.11.1 Las moscas en la corte……..…..41

2.11.2 MATERIAL ENTOMOLÓGICO NECESARIO PARA TOMAR MUESTRAS DE UN CADÁVER……..…….43

2.12 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO…….……44

2.12.1 Municipio de El Alto……..…44

2.12.2 Municipio de Coroico……...45

2.13 MARCO JURIDICO……..46

2.14 MARCO LEGAL……46

CAPÍTULO III……..49

DISEÑO METODOLÓGICO……49

3.1 TIPO DE ESTUDIO……49

3.2 ÁREA DE ESTUDIO……49

3.3 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO…….…..49

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA……50

3.5 TÉCNICA DE MUESTREO……51

3.5.1 Diseño de las trampas…….……...51

3.5.2 Colecta y cría de larvas……..…51

3.5.3 Temperatura y humedad…….……...53

3.5.4 Identificación taxonómica…….…..53

3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES…….…55

3.7 METODOLOGÍA DE LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN…….55

3.7.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS…….56

3.7.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS……..…….57

3.7.2.1 Trampa entomológica (prototipo)…….……..57

3.7.2.2 Formularios……59

3.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS…….……61

3.8.1 Conformación del equipo……61

3.8.2 Fijación de muestras entomológicas……61

3.8.2 Cría en condiciones de laboratorio……61

3.8.3 Procedimientos para la identificación de Díptera……62

3.8.4 Análisis de datos entomológicos……62

3.9 TÉCNICA PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS……..63

3.9.1 EL PROCEDIMIENTO……64

3.9.1.1 Planificación de la ejecución……64

3.9.1.2 Ejecución de la investigación……..64

3.9.1.3 Elaboración del manual guía……..65

3.9.1.4 Fase de publicación……..66

CAPÍTULO IV……67

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN……67

4.1 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO E INTERPRETACION DE DATOS……67

4.2 CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS……67

4.3 RESULTADOS DE ACTIVIDADES DE GENERACION DE NUEVOS CONOCIMIENTOS……67

4.4 ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA……68

4.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA FRECUENCIA Y ABUNDANCIA DE ESPECÍMENES POR ESPECIE ÉPOCA SECA. CERDO: A

…….……70

4.6 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESUTADOS DE LA FRECUENCIA Y ABUNDANCIA DE ESPECÍMENES POR ESPECIE ÉPOCA SECA: BIOMODELO (CERDO) B

4.6 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESUTADOS DE LA FRECUENCIA Y ABUNDANCIA DE ESPECÍMENES POR ESPECIE ÉPOCA SECA: BIOMODELO (CERDO) B…….72

4.7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE FRECUENCIA Y ABUNDANCIA DE ESPECÍMENES POR ESPECIE ÉPOCA HÚMEDA: BIOMODELO (CERDO) C……..73

4.8 ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LA FRECUENCIA Y ABUNDANCIA DE ESPECÍMENES POR ESPECIE ÉPOCA HÚMEDA: BIOMODELO (CERDO) D……..75

4.9 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LA TABLA DE OCURRENCIA SEGÚN ETAPAS DE DESCOMPOSICIÓN, ÉPOCA DEL AÑO, TEMPERATURA Y HUMEDAD……..76

4.9.1 OCURRENCIA SEGÚN ETAPAS DE DESCOMPOSICIÓN, ÉPOCA SECA Y HÚMEDA: BIOMODELOS (CERDO) A Y C…….……76

9.10 DATOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN LAS ÉPOCAS SECA Y HÚMEDA DEL MUNICIPIO DE EL ALTO…….81

9.11 OCURRENCIA SEGÚN ETAPAS DE DESCOMPOSICIÓN, ÉPOCA SECA Y HÚMEDA BIOMODELOS (CERDO): B Y D……..82

9.12 TEMPERATURA Y HUMEDAD EN LAS ÉPOCAS SECA Y HÚMEDA DEL MUNICIPIO DE COROICO……..86

CAPÍTULO V……..88

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……88

5.1. CONCLUSIONES……..88

5.2 RECOMENDACIONES……..88

CAPÍTULO VI……90

BARCODE (CO-I) PARA LA IDENTIFICACIÓN GENÉTICA MOLECULAR DE ESTADÍOS INMADUROS DE DÍPTEROS DE INTERÉS FORENSE EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO……90

4.1 MATERIALES Y MÉTODOS…….91

4.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..92

4.3 CONCLUSIONES……..…….98

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1. Diseño de las trampas……52

Figura 2. Colecta de adultos……53

Figura 3. Colecta y cría de larvas……53

Figura 4. Termohigrómetro……..54

Figura 5. Identificación taxonómica……55

Figura 6. Colecta de adultos……57

Figura 7. Trampa tipo Malaise……59

Figura 8. Trampa entomológica (Prototipo)……..59

Figura 9. Ficha entomológica……..61

Figura 10. Pupas obtenidas en laboratorio……63

Figura 11. Lugares donde se instalaron las trampas y Capacitación del equipo de Investigación. El Alto y Coroico……..65

Figura 12. Temperatura y humedad en la época seca del municipio de El Alto, 2019……82

Figura 13. Temperatura y humedad en la época húmeda del municipio de El Alto, 2019……..83

Figura 14. Temperatura y Humedad en la época seca del Municipio de Coroico, 2019……87

Figura 15. Temperatura y Humedad en la época húmeda del Municipio de Coroico, 2019……88

Figura 16. Cladograma taxonómico de muestras entomológicas forenses construido con programa Mega7, método de análisis de Maximum Likelihood (Kumar et al., 2016) en base al modelo matemático de Hasegawa-Kishino-Yano model (Hasegawa et al., 1985)……98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución estacional de especies de insectos europeos en un cuerpo……..24

Tabla 2. Operacionalización de variables……..56

Tabla 3. Método de colecta de especímenes……58

Tabla 4. Sitios de muestro y coordenadas geográficas para el relevamiento de muestras entomológicas…….……..69

Tabla 5. Clasificación taxonómica de las especies registradas en la investigación..

……..70

Tabla 6. Frecuencia y abundancia de especímenes época seca. Cerdo: A.……72

Tabla 7. Frecuencia y abundancia de especímenes época húmeda: Biomodelo (Cerdo) B……74

Tabla 8. Frecuencia y abundancia de especímenes época húmeda: Biomodelo (Cerdo) C……75

Tabla 9. Frecuencia y abundancia de especímenes época húmeda: Biomodelo (Cerdo) D……76

TABLA 10. Ocurrencia según etapas de descomposición, época seca y húmeda: Biomodelos (cerdo) A y C……80

TABLA 11 (Continuación). Ocurrencia según etapas de descomposición, época seca y húmeda: Biomodelos (cerdo) A y C……...81

TABLA 12. Ocurrencia según etapas de descomposición época seca y húmeda: Biomodelos (cerdo) B y D……85

Tabla 13. Resultados de los algoritmos de las bases de datos mundiales BoldSystems y GenBank, Estadio Adulto……..…94

Tabla 14. Resultados de los algoritmos de las bases de datos mundiales BoldSystems y GenBank, Estadio Adulto…….….95

Tabla 15. Resultados de los algoritmos de las bases de datos mundiales BoldSystems y GenBank, Estadio Adulto……..97

ACRONIMOS

IPM Intervalo *Post mortem*

IITCUP Instituto de Investigaciones Técnico Policial

UPEA Universidad Pública de El Alto

DAPRO Dirección General de Análisis Productivo

PTDDI – EL ALTO Plan Territorial De Desarrollo Integral El Alto

BIOSBO Laboratorio Boliviano de Biota y Desarrollo

PRESENTACIÓN

Los casos de homicidios y muertes violentas son frecuentes en nuestro medio, a pesar de los esfuerzos de las instituciones involucradas, esta problemática se muestra cada vez más frecuente, siendo necesaria la incorporación de herramientas que ayuden y respalden los métodos de pericia.

No obstante, la Universidad Pública de El Alto, a través de la carrera de Medicina y el Instituto de Investigación fueron beneficiados con el financiamiento de los Impuestos a los Hidrocarburos, quienes propusieron y desarrollaron el proyecto denominado: “INVESTIGACIÓN BIOMODELO DE LA SUCESIÓN DE INSECTOS NATIVOS DEL ALTIPLANO EN LA DETERMINACION DE LA DATA DE MUERTE”, siendo el primero en publicarse en el área de las Ciencias Forenses. Esperando que la Institución beneficiada genere más conocimientos y competencias en los procedimientos que sean de utilidad en las investigaciones que lo ameriten.

Es importante resaltar la participación de profesionales y estudiantes, que apoyaron al proyecto en su fase de ejecución. Que, a futuro, podrán mostrar gran interés en el campo de la Medicina Forense. Además, estos resultados fortalecerán los conocimientos de los estudiantes en la Universidad Policial “MCAL. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE” y reforzarán a las distintas disciplinas en el Instituto de Investigaciones Técnico Científicas. Siendo, además, un tema relevante para aportar a nuestra justicia.

Dr. Wuily Genaro Ramirez Chambi

DIRECTOR CARRERA DE MEDICINA

PRÓLOGO

La razón de realizar esta investigación fue el interés en el área de entomología y su relación con los cadáveres, en el que, gracias a estos artrópodos y a sus ecosistemas, aportarán a las Ciencias Forenses. A pesar de no ser relevantes en el área médica, el aspecto biológico y científico fueron motivos para desarrollar este tipo de investigación desde hace aproximadamente ocho años atrás, a partir de la primera publicación.

En la presente investigación realizada en el Distrito 6 del Municipio de El Alto, las técnicas de recolección de datos y muestras entomológicas, se han podido replicar a partir de otras investigaciones. Además, se tomaron en cuenta, las recomendaciones metodológicas de colegas y amigos en el área de biología. Y también, se consideró como base, al primer estudio que muestra de una tabla de sucesión insectil, que fue realizada en Pucarani, La Paz, Bolivia, en la gestión 2014.

De igual manera, la investigación se realizó en dos épocas del año, para observar la diferenciación de las especies ocurrentes en los biomodelos instalados. Obteniendo, un lugar de comparación diferente a El Alto, por las condiciones geográficas y climáticas, como las que presenta Coroico, que fue tomado en cuenta como un estudio piloto. Mostrando diferencias significativas en la diversidad de especies y data de muerte de los biomodelos.

Finalmente, gracias a este estudio y sus resultados, las instituciones, como la Policía Boliviana, el Instituto de Investigaciones Forenses (IDIF), entre otros, fortalecerán sus sistemas de pericia y de esta manera, coadyuvarán en la resolución de casos judiciales, ya que estas entidades se encuentran directamente relacionadas a estudios de casos criminales, por ejemplo, el levantamiento de cadáveres en homicidios encontrados en diferentes grados de descomposición.

MSc. Pamela Alison Castillo Vega

Docente Investigador

AGRADECIMIENTOS

Instituto de Investigaciones Técnico Policial (IITCUP):
MSc. Esp. Ruddy Luna Barrón
Lic. Emma Torrez Tola

Laboratorio Boliviano de Biota y Desarrollo (BIOSBO):
PhD. Jaime Iván Rodríguez Fernández

Colección Boliviana de Fauna:
Lic. Rosario Apaza Vera
Lic. Miguel Limachi

Docentes Universidad Pública de El Alto:
Dr. Wuily Genaro Ramírez Chambi
Dr. José Amaru Lucana
Dra. Nancy Beatriz Choquehuanca Choque
Dr. Manuel Alejandro Yupanqui Aquise
Dr. Rolando Pastor Saucedo Paucara

Estudiantes:
Auxiliares gestión 2021:
Aranivar Quispe Gloria Laura
López Valdez Carlos Ángel
Nina Espinoza Richard Rudy
Quispe Cochi Magali

Estudiantes gestión 2019:
Liss Karelin Quispe Carita
Gibelli Celina Quispe Machicado
Marcela Daisy Ventura Gutiérrez
Azucena Veliz Molina
Ariel Juan Sullcata Gutiérrez
Víctor Alfonso Blanco Chiara
Abril Esthephani Huaracho León
Jhony Rubén Quispe Poma
Reynaldo Flores Sirpa
Jeans Jerry Choque Condori
Rene Luciano Ticona Condori
Silvia Joseline Mabiani Huanca

INTRODUCCIÓN

El producto final del proyecto “INVESTIGACIÓN BIOMODELO DE LA SUCESIÓN DE INSECTOS NATIVOS DEL ALTIPLANO EN LA DETERMINACIÓN DE LA DATA DE MUERTE”, trata del estudio de entomofauna cadavérica, que respalda con información en metodologías y técnicas, al sistema de justicia en procedimientos relacionados al intervalo *post mortem* (IPM).

La entomología forense es una ciencia poco conocida y estudiada en nuestro medio. Por la falta de estudiantes y profesionales interesados en esta disciplina, no se ha podido desarrollar lo suficiente. Además, no existe una base datos completa de la mayoría de las especies de importancia forense en nuestro país, para de esta manera emitir informes periciales que sirvan a las instituciones pertinentes.

En países de Latinoamérica, por la falta de precisión en el cálculo del intervalo *post mortem*, se ha llegado a recurrir a varios métodos complementarios, como la Entomología Forense. En Argentina, la entomología forense ya es considerada como un método auxiliar de prueba que apoya a la justicia. Y en otros países, como Colombia, algunos casos criminales son apoyados por Universidades para brindar informes periciales, ya que estas instituciones son las que protagonizan investigaciones científicas relacionadas a esta disciplina, por lo tanto, tienen las capacidades suficientes para este tipo de servicio pericial.

En Bolivia aún no se aplica esta disciplina, ya que no se cuenta con el personal capacitado en las instituciones del ministerio público, tampoco con protocolos que se puedan aplicar en el campo judicial, a pesar de ser una herramienta útil en varios aspectos, como en el abandono de ancianos, intoxicaciones y la identificación de cadáveres gracias al ADN que puede obtener del contenido gástrico de las larvas (estados inmaduros). Además, otras aplicaciones que brinden reportes científicos de hechos delictivos, por ejemplo, la presencia de insectos en productos alimentarios.

Los estudios en Bolivia datan desde el 2005, con el estudio de tesis sobre entomofauna cadavérica y la descripción de algunas especies, realizado en Mecapaca - La Paz. Otro estudio fue el 2008 en la Localidad de Millares, Municipio de Betanzos en el departamento de Potosí. También se lograron desarrollar estudios de entomotoxicología en Cochabamba el 2009. De igual manera en Pucarani, La Paz – Bolivia (2014), se caracterizó la entomofauna cadavérica, en una tesis y un artículo publicados. Finalmente, en 2020, utilizando como biomodelos a conejos (*Oryctolagus cuniculus)*, se realizó un estudio comparativo en ambientes urbanos de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

Las áreas de estudio del proyecto fueron, en el Distrito 6 de la Ciudad de El Alto y en el Municipio de Coroico perteneciente a la Provincia Nor Yungas (lugar que se tomó en cuenta con fines comparativos). Se aplicó en dos épocas del año (seca y húmeda), tomando en cuenta la temperatura, humedad y condiciones climáticas de la zona geográfica.

Para la elaboración de la tabla de ocurrencia de insectos de importancia forense, se recurrió primeramente a la organización y planificación del estudio, se aplicó las metodologías de recolección de muestras. Además, se recurrió a fichas entomológicas, trampas, biomodelos y profesionales especializados, que identificaron las especies de los individuos capturados.

Por la dificultad que existe en la identificación taxonómica morfológica de las formas inmaduras, ha sido necesario recurrir a pruebas de biología molecular (ADN), que fueron complementados y extendidos en la presente investigación, con la determinación taxonómica de las especies entomológicas cadavéricas, mediante la técnica por código de barras “Barcode” realizada en el Centro de Investigación Genética (CINGEN) - INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TÉCNICO POLICIAL (IITCUP). Es por esta razón que, más adelante, se tiene un capítulo relacionado a este procedimiento.

CAPÍTULO I

MARCO TEMÁTICO Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En Bolivia, la Entomología Forense no ha sido aplicada como un medio de prueba en términos legales y hechos judiciales. Sin embargo, la entomofauna cadavérica ha sido estudiada desde hace años atrás en investigaciones piloto y tesis de pregrado y posgrado, algunas de ellas presentadas en conferencias. Es así que esta especialidad aún no se encuentra desarrollada por la falta de iniciativas en las instituciones involucradas, la falta de profesionales en el área y los medios económicos para la obtención de datos en distintas regiones del país, por lo que no existe una base de datos completa de fauna cadavérica en las diferentes regiones. Las condiciones climáticas, son un factor predisponente en la diversidad y abundancia de artrópodos de importancia forense, que aparecen en una secuencia de etapas de descomposición cadavérica.

La falta de medios auxiliares de carácter científico, han quedado de lado, basándose en los medios convencionales utilizados en medicina forense para la determinación del intervalo *post mortem* (IPM), que es el tiempo que transcurre desde el fallecimiento, hasta el momento del hallazgo el cadáver.

Es importante que antes de la aplicación práctica de esta disciplina, se deba contar con una base de datos correspondiente de cada zona geográfica. En Colombia (Uribe, 2014), menciona: “La identificación de las especies de mayor ocurrencia en nuestro medio, la construcción de tablas de vida y las variaciones a nivel regional y local, son una prioridad de investigación para este país antes de que los insectos puedan usarse de rutina para la determinación del IPM”. Es por eso, que no existen los métodos de colecta con un protocolo específico que se pueda aplicar, pues el método de observación y descripción, no logra determinar con exactitud la data de la muerte. Los sistemas de pericia, en comparación con las internacionales como Norteamérica y Europa no están del todo modernizados a falta de capacitación e incorporación de unidades específicas que puedan aportar al sistema judicial.

En Bolivia, existen homicidios y muertes violenta. Por ejemplo, la Ciudad de El Alto, en el Departamento de La Paz, es uno de los lugares de mayor frecuencia de hechos violentos.

Espinoza *et al*. (2020), mencionan que la entomología forense en Latinoamérica está desarrollada solamente en algunos países, debido a la falta de métodos y materiales especializados. Además, de la capacitación a personal dedicada a esta ciencia. En Argentina, se han aplicado modelos experimentales en porcinos (*Sus*

scrofa), para simular casos en hechos ocurridos (asesinatos) y presentados en juicios. En México, se realizaron varios estudios de investigación como desarrolló Flores (2009), en su trabajo “SUCESIÓN DE ENTOMOFAUNA CADAVÉRICA UTILIZANDO COMO BIOMODELO CERDO BLANCO, *Sus scrofa* L.” Y en Perú, estudios como la “ENTOMOFAUNA FORENSE Y SU UTILIDAD EN LA ESTIMACIÓN DEL INTERVALO POSTMORTEM EN CADÁVERES AHORCADOS DE CERDOS (*Sus scrofa* L.), CHICLAYO-PERÚ, MAYO-OCTUBRE 2015”, en Villanueva (2016). En Colombia, autores como Navarro (2011), desarrollaron estudios de Sucesión utilizando otros biomodelos, como en la investigación “SUCESIÓN DE INSECTOS EN CADÁVERES DE RATAS WISTAR MURIDAE: *Rattus norvegicus* (BERKENHOUT, 1769), EN BOSQUE HÚMEDO PREMONTANO (IBAGUÉ - COLOMBIA)”. Por otro lado Espinoza Diaz *et al*. (2020), mencionan que en Guatemala solamente se realizaron algunos estudios con bases teóricas en Maestrías de Medicina Legal y Derecho Penal.

Por la amplia variabilidad de climas y características biogeográficas en Bolivia, se requiere efectuar varios estudios, en los que se cuente con la diversidad regional de entomofauna cadavérica, ya que los factores más importantes que influyen en esta diversificación es la temperatura y humedad y otras condiciones climáticas como lluvias, nevadas y vientos.

En Bolivia no existen peritos en el área de Entomología Forense, por la falta de recurso humano capacitado y una base con datos taxonómicos (Orden, Familia, Género y Especie) que ayude a la identificación de las especies de: Dípteros, Coleópteros, Ácaros y otros.

En la Ciudad de El Alto, no había estudios relacionados a la obtención, en biomodelos del IPM intervalo *post mortem*, aplicando los conocimientos de la entomofauna nativa de importancia forense (Insecta - Diptera), hasta el presente. Estos estudios de entomología forense, podrán coadyuvar en investigaciones a diferentes instituciones, como la Policía Boliviana, el Instituto de Investigaciones Forenses (IDIF), entre otros, que son entidades que se encuentran directamente relacionadas a estudios de caso, tal como en el levantamiento de cadáveres encontrados en diferentes grados de descomposición.

Es por eso que la entomofauna cadavérica es aplicada en la entomología forense, solamente si se cuentan con los suficientes datos para efectuar los cotejos con el lugar de los hechos. Y como menciona Salamea (2019), la administración de justicia necesita con urgencia peritos o expertos forenses que, a través de sus informes o dictámenes periciales, auxilien y “alimenten” al sistema judicial con elementos de convicción científicos y técnicos, para una mejor resolución; por esta razón, se vuelve trascendental la acción pericial, en la medida en que su función como

conocedor de áreas - ajenas a un Juez-, ayuden a encontrar la verdad de los hechos.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

Ausencia de un patrón de sucesión de insectos nativos del altiplano para la determinación de la data de la muerte.

1.2.2 Problemas específicos

- Desconocimiento de los procedimientos de colecta de entomofauna cadavérica.
- Falta de respaldo científico en la determinación de la data de la muerte.
- Falta de modernización y actualización en los sistemas de pericia.
- Falta de protocolos en los métodos de colecta de muestras entomológicas.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar en un Biomodelo, la sucesión de insectos nativos del altiplano de importancia forense, para la determinación de la data de la muerte.

1.3.2. Objetivos específicos

Objetivo específico Nº1
Capacitar al equipo de investigadores y colaboradores de la carrera de Medicina de la Universidad Pública de El Alto, para la colecta de muestras entomológicas.

Objetivo específico N°2
Registrar la colecta de muestras entomológicas de los biomodelos (cerdo A y B) de la época seca según las características de descomposición cadavérica y condiciones ambientales.

Objetivo específico N°3
Identificación taxonómica de las especies presentes en las muestras entomológicas colectadas de los biomodelos A y B.

Objetivo específico N°4
Registrar la colecta de muestras entomológicas de los biomodelos (cerdo C y D) de la época húmeda según las características de descomposición cadavérica y condiciones ambientales.

Objetivo específico N°5
Identificación taxonómica de las especies presentes en las muestras entomológicas colectadas de los biomodelos C y D.

Objetivo específico N°6
Verificar la taxonomía de los especímenes dudosos con metodología molecular.

Objetivo específico N°7
Comparar los resultados obtenidos entre ambas épocas del año y pisos ecológicos en los que estaban situados los biomodelos. Además mencionar si el ropaje afecta en la sucesión en la entomofauna cadavérica.

Objetivo específico N°8
Publicar el manual guía del proyecto "BIOMODELO DE SUCESIÓN DE INSECTOS NATIVOS DEL ALTIPLANO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DATA DE MUERTE", para ser sometido a una evaluación y posterior aplicación como método auxiliar en las investigaciones criminales. Aplicar los métodos de colecta de muestras entomológicas por medio de capacitaciones.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica, ya que con los resultados obtenidos en el documento final, se podrá aportar con datos de entomofauna cadavérica en una región del altiplano, para que posteriormente sea evaluada y validada por la institución beneficiada, y de esta manera será aplicada, como un medio auxiliar que respalde el cálculo o la determinación del intervalo *post mortem* (IMP) en humanos, ya que se dificulta cuando el cuerpo se encuentra en periodos de descomposición avanzada o en casos de desmembramientos, donde se cuenta con pocas piezas del cadáver. Además de ser una herramienta científica fundamental, donde la evidencia entomológica aporta elementos que permiten esclarecer situaciones antemortem, como la negligencia o el abandono de personas y también las miasis. Así mismo las lesiones postmortem.

Al ser los tejidos humanos fuentes de alimento de los insectos, se puede determinar el tipo de sustancia tóxica o droga consumida por los insectos por medio de la toxicología forense y de esta manera, utilizarse como una evidencia de hechos acontecidos antes de la muerte, como el envenenamiento. Por otro lado, también los insectos pueden ser muy útiles en casos de contaminación ambiental por metales de origen industrial (Byrd, 2020).

Es fundamental contar con los datos suficientes de sucesión de fauna cadavérica en varios pisos ecológicos y en las diferentes épocas del año, para contribuir en el

cálculo del intervalo *post mortem* (IPM), es por eso que esta investigación será un referente en este proceso de validación y aprobación, y así se dará continuidad con más investigaciones relacionadas a esta especialidad.

Por lo que también, se busca el fortalecimiento del sistema de métodos auxiliares en el Instituto de Investigaciones Técnico Científicas de la Universidad Policial "MCAL. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE" (IITCUP) y que sea reconocida por la Policía Boliviana, para la realización de investigaciones científicas en las diferentes áreas de Criminalística dependientes del Ministerio de Gobierno. De esta manera, apoyará en mejorar la investigación criminal y coadyuvará a la no retardación de justicia.

Así mismo, se verificará los resultados obtenidos en función a indicadores de evaluación y el nivel de cumplimiento. Cabe destacar, que los factores que contribuirán a cumplir el objetivo del proyecto son la concordancia entre las políticas públicas actuales, para enfocar la implementación de esta forma de peritaje en la determinación del intervalo *post mortem*, puesto que dichas instituciones, han mostrado gran interés por estas primeras investigaciones.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de las limitantes estuvieron los trámites burocráticos que alargaron el proceso de catalogación y ejecución del proyecto, la falta de interés en algunas instituciones involucradas para la firma de carta de intenciones, que es el requisito para la ejecución del proyecto y la limitación económica para abordar más zonas geográficas y obtener mejores resultados.

Otra limitante fue la discontinuidad del contrato del recurso humano (docente - investigador), que por lo general requiere tiempo completo para la toma y evaluación de muestras. De igual manera, para el estudio, la identificación, la conservación y el almacenamiento de muestras entomológicas, no se contaba con laboratorios especializados.

1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Gracias al apoyo del Instituto de Investigaciones Técnico Científicas de la Universidad Policial "MCAL. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE" (IITCUP) y el apoyo financiero de los recursos IDH, se logró viabilizar la Investigación hasta su culminación, desde la catalogación hasta el armado de la propuesta nueva e innovadora en el área de las Ciencias Forenses, para nuestro País.

1.7 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN (ESPACIAL, TEMPORAL, SOCIAL Y CONCEPTUAL)

La investigación se ejecutó en el distrito 6, campus de la Universidad Pública de El Alto. “Este Distrito se encuentra en el Municipio de El Alto y es uno de los 14 distritos que conforman esta gran Ciudad, siendo una de las más pobladas de Bolivia. El distrito Urbano, cuenta con 90.538 habitantes y se considera el quinto distrito más poblado de la Ciudad de El Alto, lo que corresponde a un 10, 67% de habitantes. En cuanto a su extensión territorial, posee una superficie de 15,38 km² y una densidad de población de 5.886 habitantes por km², se limita al norte con el Distrito 5, al oeste con el Distrito 4 y 5, al sur con el Distrito 3 y 2 y al este con el Distrito 1 y el Municipio de La Paz” (W. El Alto, 2012). Geográficamente, se encuentra en un entorno situado sobre una meseta caracterizada por una superficie plana y ondulada de alta disección, pendientes planas a ligeramente inclinadas, al pie de la Cordillera de La Paz y Cordillera Oriental. De acuerdo a datos meteorológicos correspondientes a la Estación del Aeropuerto, se tiene registros para el área con una temperatura promedio del ambiente de 7.6 ºC. Siendo la máxima promedio de 14.69 ºC y la mínima promedio de 0.53 ºC. Los meses de bajas temperaturas ocurren entre mayo y agosto llegando a valores promedio de -3.14 ºC. (Alcaldía Municipal De El Alto, 2016). Tiene una altitud de 6.000 m.s.n.m. (Nevado del Huayna Potosí) y 3.700 m s.n.m. (Valle de Kaque Marka) según Fuente Cartográfica: Modelo Digital de Elevaciones (M.D.E.) de la N.A.S.A. (Alcaldía Municipal De El Alto, 2016).

El Municipio de Coroico, es una pequeña ciudad y municipio boliviano, capital de la provincia de Nor Yungas del Departamento de La Paz. Cuenta con 19.397 habitantes. Se sitúa entre los 16°08'00 de latitud sur y 67°46'00 de longitud Oeste a una altitud de 1.782 m s.n.m.; cuenta con una superficie aproximada de 3.000 km^2, limitando hacia el Nor-Oeste con la Provincia Murillo, al Nor-Este con la Provincia Caranavi, al Sur con Milluhuaya (Coripata) y Sud Yungas, al Nor-Este con Trinidad Pampa y Arapata (Coripata). La capital de la sección que es la Ciudad de Coroico, se encuentra a 97 Km de La Paz, ingresando por la carretera troncal bioceánica que comunica al sector de los Yungas y al norte del País (Alcaldía Municipal de Coroico, 2005). El área de estudio en el Municipio de Coroico, se caracteriza por poseer un clima tropical húmedo de montaña, pero varía de acuerdo a su topografía que son tropical; subtropical y templado. Los descensos de temperatura son entre julio y agosto, dependiendo de la altitud, las temperaturas varían de 10.9 °C, máximas de 24.4 °C y con una media de 19 °C. Se estima una temperatura promedio de 18 °C. Las precipitaciones son muy similares en toda la región: verano húmedo e invierno seco, son mayores por el mes de enero y en mayo y julio, el resto de los meses se consideran de transición (Gobierno Municipal Autónomo de Coroico [GAMC], 2016).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

De información relacionada a trabajos de investigación científica con biomodelos utilizados para la sucesión de fauna cadavérica en Bolivia, existen pocos. Entre los primeros trabajos fueron: "Caracterización de Entomofauna Cadavérica y Tiempo de Desarrollo Larvario en la Localidad de Mecapaca La Paz" (Sakuma, 2005), en el cual menciona el arribo de Familias de dípteros como: Sarcophagidae y Calliphoridae en etapas iniciales, incluyendo algunos Syrphidae y Muscidae, en un estado de descomposición enfisematoso; y, Sarcophagidae, Calliphoridae, Muscidae y Dermestidae, en la etapa de putrefacción; Sarcophagidae, Calliphoridae y coleópteros, como Dermestidae y Nitulidae, en la etapa de esqueletización. En el momento del estudio la mencionada región tuvo una temperatura promedio aproximada de 18 °C y Humedad de 40%.

De igual manera Acho (2014), en su estudio de "Identificación de la entomofauna cadavérica asociada a la presencia de artrópodos en contexto de valle, Localidad de Millares, Municipio de Betanzos, Departamento de Potosí, gestión 2008", menciona que recolectó larvas de moscas en un cadáver de *Sus scrofa,* de las que nacieron primeramente moscas verdes y azul metálico, de las Familias Calliphoridae y Sarcophagidae. Por otro lado en Cochabamba, en un lugar cálido de Bolivia, zona La Chimba Central, urbanizada a 2 Km al norte de la ciudad de Cochabamba, con relativa vegetación y viviendas, con altitud de 2.562 metros y temperatura media de 17 °C -1 ºC a 28.3 ºC, se realizó una tesis relacionada a Entomotoxicología denominada "Efecto en el ciclo vital de Dípteros de importancia Médico Legal en cadáveres de *Cavia porcellus* (conejo cuy) fallecidos por organofosforado y Diazepam, entre mayo a junio (Calle, 2009), donde identificó especies de la Familia, Muscidae y Calliphoridade, como: *Chrysomia albiceps*, *Lucilia sericata*, *Chrysomya putoria*, *Calliphora vicina*; Género: *Liopygia*, *Udamopyga*, *Ravina*, *Boettcheriini*. *Musca domestica*, *Dasymorellia*, *Artherigonoa orientalis*, *Phiophila casei*, *Fannia*. En otro estudio, en el mismo lugar (Sandy *et al*., 2007), identificó en la etapa inicial a la familia Calliphoridae (*Phaenicia sericata*), Muscidae y Coleópteros de la familia: Staphylinidae, Tenebrionidae, Scarabaeidae, Trogidae y Dermestidae.

De igual manera en Castillo (2014), en la tesis de maestría: "Caracterización de la entomofauna asociada a cadáveres de cerdo (*Sus scrofa*) fallecidos por lesiones producidas por heridas por arma blanca, en el Municipio de Pucarani de la Provincia

Los Andes del Departamento de La Paz - Bolivia, mayo a julio del 2013", se identificaron insectos de importancia forense en la estación invernal en su mayoría especies de Calliphoridae. Los dípteros de mayor importancia, fueron: *Sarconesia Chlorogaster* y *Clorobrachycoma splendida*, que se mantuvo en constante actividad en su estadio larval y su forma adulta en los cuatro estados de descomposición a temperaturas de 14 – 16 °C, humedad de 30%. No se encontró a *Calliphora nigribasis* en la descomposición avanzada. *Sarconesiopsis magellanica*, solo se presentó en la etapa Fresco. Entre los Coleópteros: *Oxelitrum apicale*, apareció desde la etapa hinchado. La sucesión de entomofauna cadavérica y su particularidad en cada etapa de descomposición, es el elemento que nos ayudaría a determinar el IPM, que dependerá de las condiciones climáticas a gran altitud, como en Bolivia.

Entre otros estudios, como del publicado en el Boletín de la Sociedad Boliviana de Entomología denominado: Artrópodos necrófilos de los valles interandinos utilizados en la investigación forense, realizado en el Instituto Experimental de Biología "Luis Adam Briançon" – USFX. Encontrándose diferentes Familias del orden Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Ixodidae, Lepidoptera y Neuroptera (Céspedes, 2017).

Finalmente, Escalier & Iraheta (2020), realizaron el estudio de "Caracterización de las fases de descomposición y diversidad de insectos necrófagos de pollos (*Gallus gallus domesticus* Brisson) en ambientes urbanos de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia", el cual utilizó pollos como biomodelos, logrando la identificación de especies de importancia forense, el tiempo de descomposición fue de 47 días. Donde encontraron gran diversidad de géneros de importancia forense, entre ambos pollos. En el pollo expuesto en sombra, se encontraron 14 géneros, de los cuales seis no incidieron en el pollo expuesto al sol. Entre estos géneros se encuentran; *Phaonia* (Diptera: Muscidae), *Hermetia* (Diptera: Stratiomyidae), *Lucilia* (Diptera: Sarcophagidae), *Megaselia* (Diptera: Phoridae), *Belonuchus* (Coleoptera: Staphylinidae) e *Hypocaccus* (Coleoptera: Histeridae). Por otro lado, en el pollo bajo el sol, se encontraron 11 géneros en total, siendo solo tres de estas especies en este ambiente; *Peckia* (Diptera: Sarcophagidae), *Stomoxys* (Díptera: Muscidae) y *Tricharaea* (Diptera: Sarcophagidae). No encontrándose una tabla de sucesión, sin embargo, se describe la presencia de insectos en cada etapa.

Cabe resaltar la importancia de realizar una buena identificación taxonómica de las especies entomológicas de importancia forense, para su aplicación. Por lo que, los trabajos publicados como tesis, informes y artículos, publicados o no, fueron revisados y registrados en la Colección Boliviana de Fauna. Además, los especímenes fueron identificados por los Biólogos Apaza, Rodriguez y Guerra.

2.2 FUNDAMENTO TEORICO CIENTÍFICO

2.2.1 HISTORIA DE LA ENTOMOLOGIA FORENSE

La entomología ha sido estudiada hace muchos años atrás y se evidencia por medio de diseños artísticos encontrados en varias regiones del mundo. Se observó un sello de hace 5.000 años en la Mesopotamia, que retrata la imagen de una gacela muerta con una mosca encima, mostrando que la asociación entre materia muerta y moscas ya estaba observada en ese entonces (Greenberg y Kinich, 2002; Byrd, 2020).

Redi (1668), hizo un experimento en el siglo XVII, en el que puso carne en unos recipientes. Unos se sellaban y los otros no, con lo que resultaban que en los recipientes sellados no "aparecían" moscas de la carne y en los abiertos sí. Su experimento mostrando la ausencia de gusanos en un frasco cerrado donde se había dejado carne pudriéndose asestó un duro golpe a la teoría de la generación espontánea, la que fue introducida Aristóteles. Los resultados fueron impresionantes, ya que pudo refutar la teoría de la generación espontánea, demostrando que esos gusanos de la carne descompuesta, eran producto de la llegada de las moscas.

La primera resolución de un caso fue en 1247, en una pequeña aldea de China, en la cual se aplicó por primera vez a los insectos, para aclarar un asesinato, esto gracias al investigador Sung Tz´u. Posteriormente, el botánico francés Charles Bonnet en 1745, utilizó por primera vez el término de entomología que es la ciencia que estudia a los insectos. En Francia, el médico Louis Francois Etienme Bergeret publicó su experiencia en 1855, sobre unas larvas que había encontrado en el cuerpo de un niño, donde se vio la importancia de los insectos en la medicina forense. También Yovanovich en 1888, publica una obra titulada "*Entomologie appliquée à la Medècine Lègale",* y posteriormente en 1894 Jean Pierre Mégnin publica La *"Faune des cadavres"*, explicando las escuadrillas de la muerte y la importancia en la determinación de la data de la muerte (Ponce *et al.*, 2014). En ese momento se forma un grupo de estudio en el que se encuentran el propio Mégnin y otros dos autores, el profesor Brouardel y su alumno el doctor Yovanonitch, de la Facultad de Medicina de París.

En 1933, Belussi investigó un caso de cuatro aviadores fallecidos en un accidente en el norte de África y pudo evidenciar que los insectos colonizadores en ese clima eran escarabajos adultos de la piel (Coleoptera: Dermestidae), en el cual aparecen tempranamente durante la descomposición y colonizan los restos, por lo que sus larvas se pueden ver días después (Byrd, 2020).

En el siglo XX, se tuvieron grandes avances en el campo de la Entomología Forense, por ejemplo, Knipling en 1930, estudió la biología y la morfología de larvas. Knipling en 1936, 1939 y Hall en 1948, publican “The Blowflies of North America”, donde describe e identifica a moscas califóridos y también indica la importancia de las moscas en las miasis. Posteriormente, se desarrollan varias claves taxonómicas ilustradas de Diptera (Calliphoridae) y de esa manera, los estudios en el campo se fueron desarrollando hasta la actualidad (Byrd, 2020).

2.2.2 FASES DE LA DESCOMPOSICIÓN Y PUTREFACCIÓN

La descomposición cadavérica trae consigo una serie de fenómenos físicos y químicos, por el cual hacen que la materia orgánica del cuerpo llegue a ser consumido por los insectos. En este proceso los organismos como las bacterias aerobias y anaerobias propias del mismo organismo, sobre todo del tracto gastrointestinal, participan en su degradación. Además, las moléculas que participan en la generación de olores que atraerán a las moscas desde ciertas distancias.

Los fenómenos cadavéricos se pueden clasificar según autores como Calabuig (2004) y Patito (2000), de dos formas:

2.2.2.1 SIGNOS INMEDIATOS. Dentro de los signos inmediatos se encuentran los fenómenos abióticos, como: La deshidratación, el enfriamiento, los espasmos cadavéricos, livideces e hipostasias cadavéricas.

a) **Deshidratación.** La pérdida de agua que se produce por evaporación (produciendo la disminución del peso, la desecación de la piel y las mucosas) y los signos oculares, como los signos de Stennon Louis, que es la pérdida del tono del globo ocular y el signo de Sommer o de la mancha negra esclerótica, ambos signos aparecen entre las 3 y 5 horas después de la muerte en los cadáveres, que permanecen con los párpados abiertos.

b) **Enfriamiento.** Es el descenso de la temperatura corporal hasta equilibrarse con la del medio ambiente. Las partes corporales que primero se enfrían son el rostro y las extremidades, siendo las últimas las regiones laterales del cuello y los huecos axilares. El cálculo para determinar el enfriamiento cadavérico es por medio de las fórmulas de Bouchut y la de Glaister (Patito, 2000). Este descenso de la temperatura corporal se efectúa a razón de 1 °C por hora durante las primeras doce horas, y a razón de 0.5 °C por hora en las segundas doce horas. Aceleran el enfriamiento en la senilidad y la niñez (un recién nacido igual a su temperatura con la del ambiente en 5 o 6 horas), caquexia, agonía prolongada, hemorragia severa, desnudez, intemperie, frío

ambiental. Por el contrario, el estado de buena salud, la enfermedad febril, el abrigo o ambiente caluroso retardan el enfriamiento. La insolación, meningitis, tétanos, intoxicación por estricnina, tifus, cólera, intoxicación por dinitrofenol, constituyen anomalías. En estos casos, en vez de enfriarse el cadáver puede experimentar aumento de su temperatura después de la muerte (Alvarado, 1999).

c) **Livideces.** Aparecen aproximadamente a las 3 horas de la muerte, aunque en el cadáver de espaldas (en decúbito dorsal) pueden verse, ya a la media hora, en la parte posterior del cuello. Durante las primeras 12 horas de formadas obedecen a los cambios de posición; en las segundas 12 horas, pueden formarse nuevas manchas en la nueva posición, pero las anteriores no desaparecen. Después de las 24 horas, no se forman nuevas livideces y las existentes, no desaparecen. Para comprobar si las livideces pueden modificarse, un recurso práctico consiste en comprimirlas con el dedo pulgar; si la zona presionada se aclara, las livideces son aún modificables. Las livideces se deben a la acumulación de la sangre en el cadáver, por simple gravedad. Mientras la sangre se mantenga líquida y dentro de los capilares, se modifican con los cambios de posición (Alvarado, 1999).

   Los fenómenos cadavéricos bióticos, son aquellos que se producen por acción de los efectos físico – químicos, que se produce en el cadáver (Calabuig, 2004).

d) **Rigidez**. Es el estado de retracción de la musculatura estriada y lisa del cuerpo. Es importante la forma de instalación, la secuencia cronológica y los factores que la influencian, comienza desde el maxilar inferior, continuando con los miembros superiores, tórax, abdomen, hasta los miembros inferiores. De igual manera, se produce la desaparición con el mismo orden de aparición.

   Posteriormente, la rigidez desaparece cuando comienza el periodo de putrefacción, donde se evidencia la mancha verde en la región de la fosa iliaca derecha. Existen factores que afectan a la rigidez y estos pueden ser externos, como el frio que determina una rigidez precoz e internos, como en niños y ancianos que presentan rigidez precoz, pero de corta duración, mientras que las enfermedades convulsivantes dan una rigidez precoz y prolongada en el tiempo (Patito, 2000).

e) **Espasmo cadavérico o signo de Taylor**. Es la persistencia de una contracción muscular después de la muerte. Se ve en las muertes rápidas,

tal como es el aferramiento del arma por la mano en caso de suicidio con arma de fuego, mientras que otras veces se interpreta como la persistencia del gesto que trata de impedir la acción de la causa que lleva a la muerte (Patito, 2000).

2.2.2.2 FENÓMENOS CADAVÉRICOS TARDIOS DESTRUCTORES

Según Alvarado (1999), los fenómenos cadavéricos destructores son la autólisis, la putrefacción y la antropofagia cadavérica, que llevan a la destrucción completa del cadáver.

a) Autolisis. Los procesos de necrosis celular dan lugar a una serie de modificaciones en los tejidos, órganos y fluidos corporales, como: Sangre, líquido cefalorraquídeo, humor acuoso y vítreo, líquido pericárdico, sinovial, endolinfático y otros. Donde indica que la citólisis, es la primera y la más importante, porque darán lugar a una serie de modificaciones conocidas como fenómenos *post mortem*, para poder establecer la fisiología cadavérica y que a partir de estas, se puedan establecer un diagnóstico y una valoración correcta (Calabuig, 2004).

Así mismo, se consideran una serie de transformaciones bioquímicas que requieren un capítulo especial y de mucha profundidad. Sin embargo, se pueden citar algunas modificaciones producidas por el efecto de las enzimas o fermentos propios de la célula, en el cual no intervienen las bacterias, entre ellos Alvarado (1999), menciona las siguientes:

- En la sangre, la hemólisis que empieza a las 2 y 3 horas. Explica la tonalidad rosada de la túnica íntima de las arterias al inhibirse de hemoglobina.
- En la vesícula biliar, el tono verdoso de toda la pared, que incluye el tejido hepático adyacente, por imbibición de bilis.
- En el páncreas, su reblandecimiento, friabilidad y borramiento de su estructura lobular normal.
- En las glándulas suprarrenales, la medular se fluidifica. Esta condición motivó el nombre de cápsulas suprarrenales que le asignaran los antiguos anatomistas.
- En el timo, el reblandecimiento y cavitación que se observa en los recién nacidos.
- En el encéfalo, la colicuación, más notable en recién nacidos y lactantes.
- En el estómago y esófago, el reblandecimiento que afecta a la mucosa y a toda la pared, debido a la acción del jugo gástrico. Puede inducir diagnósticos erróneos de úlcera péptica perforada.

- En fetos muertos retenidos, la maceración y la imbibición hemática.

b) Putrefacción. Se presenta en períodos sucesivos, que son los siguientes: Cromático, enfisematoso, colicuativo o reductivo, esqueletización y decalcificación (Patito, 2000 y Alvarado, 1999).

El **período cromático,** comienza con la aparición de la mancha verde en la región a nivel de la fosa ilíaca derecha que luego se extiende a todo el cuerpo. En el feto y en el recién nacido que no ha respirado este período comienza a nivel de la boca y fosas nasales. El momento de aparición, depende de las condiciones medioambientales: Aparece entre 1 y 3 horas después de la muerte en el verano, mientras que, en el invierno, es más tardía instalándose entre las 12 y 18 horas.

El **período enfisematoso,** se caracteriza por la formación de vesículas que adquieren la forma de flictenas de variada morfología, pero sin los caracteres vitales de las producidas por el calor, llenas de un líquido verde amarillento, opaco de olor fétido.

Se denomina **período colicuativo,** a la transformación de las partes blandas externas e internas en una masa uniforme de tejido friable de color parduzco (putrílago). El período en el que se cumple todo este proceso es muy variable, pudiendo ser extremadamente corto en aquellos casos en que la temperatura ambiente es elevada o si la muerte sobreviene a raíz de una enfermedad caquectizante.

La **esqueletización,** es el aspecto del cadáver que se presenta cuando se halla reducido a piezas óseas y que ocurre cuando se completa la colicuación. La **decalcificación,** es el proceso por el cual los huesos van perdiendo elementos minerales haciéndose frágiles y fragmentándose (Patito, 2000).

Los factores que aceleran la putrefacción, son: La obesidad, las enfermedades sépticas, la agonía prolongada, los traumatismos extensos, el cadáver a la intemperie o expuesto al agua.

Los factores que retardan la putrefacción, son: El enflaquecimiento, las hemorragias severas, la deshidratación, las intoxicaciones por monóxido de carbono, arsénico, y cianuro; el frío intenso, el clima seco y la sepultura en la tierra.

En cuanto a los órganos, la putrefacción es rápida en el páncreas, bazo, hígado y riñones; menos rápida en corazón, pulmones, músculo estriado y músculo liso; lenta en útero, próstata y tejido fibroso; y más lenta aún en huesos y dientes.

La terminación de la putrefacción, es frecuente en la destrucción del cadáver como la culminación del proceso, pero si se modifican las condiciones del medio, este proceso puede detenerse y virar hacia un fenómeno conservador (Alvarado, 1999).

2.2.2.3 FENOMENOS CADAVÉRICOS TARDÍOS CONSERVADORES

c) **Adipocira o Saponificación**. Este fenómeno ocurre en cadáveres sometidos a la acción de la humedad y carencia de corriente de aire y es conocido como la "transformación grasa del cadáver". Se ve en cadáveres que quedan en el interior de ataúdes depositados en nichos o bóvedas. Desde el punto de vista químico, el material que se forma es un jabón de calcio, magnesio o potasio a expensas de la autolisis del tejido graso. El tiempo mínimo que se requiere para su formación varía entre 2 y 3 meses a partir de la muerte, evolucionando hacia la calcificación o hacia la colicuación de acuerdo a las condiciones medioambientales.

   Patito (2000), indica que el valor médico legal reside en el hecho de que es posible realizar la identificación por métodos dactiloscópicos y porque además se mantiene la morfología de las lesiones traumáticas, y también menciona los siguientes fenómenos cadavéricos: Corificación, momificación y congelación.

d) **Corificación.** Se ve en cadáveres sometidos a las mismas condiciones físicas que la adipocira pero que permanecen dentro de ataúdes de metal. El aspecto que presenta la piel es seco, de color negruzco y de consistencia firme, de ahí su nombre pudiendo ser total o parcial.

e) La **Momificación.** Es la transformación que se produce en cadáveres sometidos a la acción de temperatura elevada, con escasa humedad y ventilado, requiriendo para su aparición como mínimo varios meses a partir de la muerte. El cadáver está reducido de tamaño con la piel retraída y adosada a la estructura ósea. Tiene el mismo valor médico legal que la adipocira.

f) La **congelación.** El frío intenso y prolongado que puede condicionar la conservación del cadáver de forma indefinida. Entre los hielos de Siberia, en 1929, se halló el cadáver de un mamut, en perfecto estado de conservación, que data de millones de años. Desde el punto de vista médico-legal, es interesante destacar que se han hallado cadáveres de deportistas enterrados en la nieve, en buen estado de conservación en los que se realizó la identificación médico-legal y se llegó a establecer la causa de la muerte. En estos casos, una vez producida la descongelación, la putrefacción muestra un curso acelerado. Debe hacerse el diagnóstico diferencial entre congelación y rigidez. En la primera dureza del cadáver, se extiende a todos los tejidos y al flexionar las articulaciones, se siente el ruido producido por la ruptura de los microcristales.

2.2.2.4 ANTROPOFAGIA CADAVÉRICA

Es la destrucción del cadáver debido a la acción de animales. Las moscas depositan sus huevos alrededor de la nariz, la boca, el ano, etc. Más tarde, se desarrollan las larvas, que son muy voraces; le sigue la fase de pupa y finalmente, se originan las moscas adultas. Las hormigas, producen erosiones en la piel, que semejan zonas de apergaminamiento. Las cucarachas, actúan de forma similar. Las ratas, comen partes blandas de la cara y de las manos, y dejan una superficie corroída, que es su característica. Los perros y los lobos, suelen devorar en especial, los miembros inferiores. Los peces, mutilan y devoran cadáveres sumergidos. Los peces pequeños, tienen predilección por el cartílago auricular, los párpados y los labios. Los cuervos, zopilotes y otras aves, atacan los cadáveres abandonados a la intemperie y suelen devorar las partes blandas de la cara, y de toda la cabeza. La importancia médico-legal, es hacer el diagnóstico diferencial entre la antropofagia cadavérica y el traumatismo *antemortem* (Alvarado, 1999).

Por otro lado, las moscas no van solas al cadáver, algunas de ellas llegarán a la carroña con una gran cantidad de ácaros foréticos adheridos a ellos (Perotti *et al*., 2009). Los ácaros, son los artrópodos más abundantes que se encuentran en los cadáveres (Mégnin 1894 y Goff 1991), normalmente son transportados por carroñeros (Perotti y Braig 2009).

2.2.2.5 TANATOCRONOLOGÍA

A través del tiempo, se han podido establecer varias técnicas para determinar la data de la muerte, término algo discutible por el hecho de que no existe con precisión la fecha de muerte, pero si el intervalo *post mortem*, que da un

parámetro más cercano a la data de la muerte, que es por medio de los insectos que acuden al cadáver.

El primer método, es la observación externa que incluyen factores como temperatura del cuerpo, livideces cadavéricas, rigidez, signos de deshidratación, lesiones externas, acción por animales e invasión de insectos.

El segundo método de datación, incluye técnicas como la determinación de elementos químicos y compuestos, como el nitrógeno, aminoácidos y ácidos grasos.

Y el tercer método, viene con la valoración del deterioro de tejidos plásticos, nylon y materiales semejantes.

Después de la muerte, existen dos grupos *post mortem* que cambian la morfología del cuerpo: El primer grupo, incluye aquellos factores que vienen desde fuentes externas como crecimiento bacteriano, invasión del cuerpo por los insectos y mordeduras de animales; el segundo grupo, está compuesto por factores que proceden del interior del cuerpo, como el crecimiento de bacterias intestinales que aceleran la putrefacción y la destrucción enzimática de los tejidos (Rafael, 2010).

Esta actividad de insectos reflejará el período de tiempo desde la muerte o el intervalo *post mortem* (IPM), pero no determinará con precisión la hora de la muerte (Goff, 2010).

El tiempo en que se tiene más dificultad para determinar el intervalo *post mortem* (IPM), es en el periodo de putrefacción, porque los tejidos ya se encuentran en descomposición y los signos físicos, se han perdido.

Según Calabuig (2004), indica que para determinar la data de muerte, preside de todas las muestras y actuaciones periciales, y siempre es una cuestión médico legal a resolver. Así desde datar la fecundación, tiempo de gestación, parto, tiempo de sobrevivencia del recién nacido, edad del sujeto vivo, cronología de las lesiones, hasta los problemas cronológicos que surgen después de la muerte y cuando ya solo quedan restos o fragmentos de huesos, el problema está continuamente presente en la labor del médico forense.

Es por eso la aplicación de métodos que aproximen a la data de la muerte, según autores como Patito (2000), el tanatocronodiagnóstico antes de la putrefacción, se hace en base al estudio de los fenómenos inmediatos, como: Deshidratación,

enfriamiento, rigidez, espasmo y livideces. A estas comprobaciones tanatosemiológicas, se puede agregar la determinación del potasio en el humor vitreo, cuyo nivel aumenta a partir de la muerte y el estudio del contenido gástrico teniendo en cuenta la naturaleza de los alimentos y el estado en que se encuentran. El Tanatocronodiagnóstico, después de la putrefacción, se hace en base a la evaluación de los fenómenos cadavéricos tardíos ya descritos, relacionándolos con el lugar que fue hallado el cadáver.

En los últimos años, han sido de gran valor los datos aportados por la ENTOMOLOGÍA, existiendo una rama de la misma denominada ENTOMOLOGÍA FORENSE, que estudia la cantidad y calidad de insectos que intervienen en la transformación cadavérica. Dicha ciencia, ha contribuido al desarrollo de esta parte de la Medicina Legal, estudiando la secuencia de aparición de las distintas clases de insectos que atacan al cadáver y relacionando dicha periodicidad con la data de la muerte (Patito, 2000).

Además de los artrópodos, otros organismos participan en la descomposición cadavérica por los cambios sufridos en el cuerpo, a estos organismos se los denomina descomponedores y son las bacterias y hongos,

Las bacterias forman el primer grupo, una vez que termina la vida se desarrolla una serie de bacterias anaerobias, que se encuentran en el sistema digestivo como *Escherichia coli*, al no existir una barrera de defensa las bacterias se desarrollan en cualquier parte del organismo sobre todo en la cabeza y el abdomen (Goff, 2010).

La piel que forma una barrera entre el medio externo y el tejido humano, está conformado por una capa externa, que como un proceso normal el estrato corneo, se desprende conjuntamente con las esporas adheridas de mohos u hongos que se eliminan del cuerpo, en un cuerpo muerto los Hongos / Mohos, pueden encontrarse en la superficie exterior del cuerpo humano, que está compuesta de material muerto. Después de la muerte, la capa exterior ya no se desprende y el moho, y las esporas de hongos comienzan a colonizar la superficie externa del cuerpo (Goff, 2010).

2.3 ESTADOS DE DESCOMPOSICIÓN EMPLEADOS POR LA ENTOMOLOGIA FORENSE.

Early y Goff (1986), mencionan que la descomposición cadavérica se divide en cinco fases, y presentan un patrón que puede ser aplicado a los estudios de Entomología

Forense, y que además se superponen con las fases de la putrefacción descrita por la Patología Forense de Rafael (2010).

Goff (2010), indica que la entomología ha establecido cinco estadios relacionando la etapa tanatológica y la actividad de la entomofauna carroñera en el cadáver. Si bien esta división de etapas es artificial, las mismas tienen una utilidad definida, ya que permiten organizar los reportes de investigación y facilitan la interpretación de la información en procesos legales (Ayón, 2019).

Rafael (2010) y Ayón (2019), hacen una descripción de las etapas de descomposición para su aplicación en la entomología forense, estas son: Etapa fresco, hinchado, descomposición activa, descomposición avanzada, seca o de restos.

2.3.1 Etapa fresco. Comienza desde el momento de la muerte hasta que se hace evidente la hinchazón del cadáver. Los primeros insectos en llegar al cuerpo, son moscas de las familias Calliphoridae (moscardas) y Sarcophagidae (moscas de la carne). Las hembras adultas, inspeccionan el cadáver, se alimentan con frecuencia de él y depositan sus huevos.

2.3.2 Etapa hinchado. Se producen los gases por la actividad metabólica de bacterias anaerobias, causando primeramente la hinchazón del abdomen y luego de todo el cuerpo, también denominada fase enfisematosa por los gases producidos por la actividad metabólica de las bacterias. La temperatura interna se eleva en este estado por el efecto combinado de los procesos de descomposición bacteriana y la actividad metabólica de las larvas de dípteros. En esta fase los califóridos, son atraídos por la presencia de los fluidos que salen por los orificios naturales y que son productos metabólicos, como el amoniaco provocando alcalinización del suelo subyacente al cadáver, y la fauna edáfica normal desaparece.

2.3.3 Etapa de descomposición activa. Comienza con la ruptura de la piel, escape de gases y distensión del cuerpo; el olor es fuerte y rancio. Este estado de putrefacción (fase colicuativa), al producirse la rotura de la piel y de las vesículas permiten la salida de los gases, y el cuerpo se deshincha. Las larvas de dípteros, son los insectos predominantes y forman grandes masas alimentándose del cadáver. Mientras que algunas especies predadoras, escarabajos, avispas y hormigas, estan presentes en el estado hinchado, y al final del estado de pudrición se observan tanto necrófagos, como predadores, en gran número. Al final, la mayoría de las larvas de califóridos y sarcofágidos, han completado su desarrollo y abandonan el cuerpo para pupar. Las larvas, habrán eliminado la mayoría de los tejidos blandos.

2.3.4 Etapa de descomposición avanzada. La mayoría de las larvas abandonan el cuerpo y sólo se observan pupas; toda la carne es removida del cuerpo, quedando algunos restos en la cavidad abdominal; el olor, es menos evidente.

Tullus y Goff (1987), describen el estado de putrefacción tardía porque conforme los restos se van reduciendo a piel, cartílago y hueso, y los dípteros dejan de ser los insectos predominantes. Diversos coleópteros, se suceden como predominantes en hábitats xerofíticos y mesofíticos, y la diversidad de insectos aumenta, con lo que se produce un aumento de parásitos y depredadores. En hábitats húmedos (marismas, selvas tropicales), los coleópteros no son predominantes, sino, que son reemplazados por otros insectos, principalmente dípteros y sus complejos predadores/parásitos.

2.3.5 Etapa seca o de restos. En el que desaparecen todos los tejidos, los restos se reducen a piel, cartílagos y huesos. El estado de esqueletización, se alcanza solo cuando quedan pelo y huesos. No aparecen insectos claramente asociados y se produce una vuelta gradual de la fauna edáfica normal en el suelo subyacente. En el suelo, se encuentran diversos grupos de ácaros, lo que también puede emplearse en la estimación de la data de la muerte. No existe un final definido para este estadio y las variaciones en la fauna edáfica, pueden detectarse meses e incluso años después de la muerte, en función de las condiciones locales.

2.4 SUCESIÓN FAUNISTICA EN LOS CADÁVERES

Megnin (1874), en Europa y África, realizo estudios entomológicos en cadáveres, agrupó a los insectos en periodos delimitados que contribuían a la destrucción cadavérica, denominando “CUADRILLAS DE OBREROS DE LA MUERTE”. Sin embargo, la denominación de estas especies ha cambiado en el transcurso del tiempo y que las especies que se enlistaron, no están presentes en muchas partes del mundo. Estableció ocho cuadrillas (En: Rafael, 2010):

Primera Cuadrilla: Está formado por Dípteros, moscas de la especie *Musca domestica* y *Curtonevra*, en un primero momento, y luego de otras moscas, *Calliphora vomitoria* (Mosca azul de la carne) y *Anthomya Vicina*. Solamente atacan a cadáveres frescos y a veces, en el periodo agónico.

Segunda Cuadrilla: Integrada por moscas *Lucilia caesar* (Mosca Verde) y *Sarcophaga* (*carnaria, arvensis* y *latricus*), que se presentan a partir del momento en que el olor cadavérico se siente al aire libre, esto ocurre cuando se instala la putrefacción en su fase gaseosa.

Tercera Cuadrilla: Se presenta en el periodo de putrefacción butírica, es decir, cuando existen grasas acidificadas, 3 a 6 meses después de la muerte. La

componen coleópteros (*Dermestes, Lardarius, Frischii* y *Undulatus*) y lepidópteros (*Aglossa pinguinalis* o polilla de la grasa).

Cuarta Cuadrilla: Corresponde al periodo de putrefacción butírica y gaseosa, es decir, de grasas y proteínas acidificadas. La componen dípteros y coleópteros (*Anthomya vicina, Piophila casei* y *Petasionis, Corynetes* o *Necrobia ruficollis*, *Coeruleus, Rufites* y *Violaceus*).

Quinta Cuadrilla: Es atraída por fermentación amoniacal. Se componen de dípteros de los géneros *Tyreophora*, *Cynohila, Anthropophaga* y *Furcata*, las especies *Lonchea nigrimana*, *Ophyra* (*cadaverina* y *leucostoma*), *Phora aterrima*, y también coleópteros de la familia de los Sílfidos, las especies *Necrophorus humatur* o *N. fosor*, *Silphia* (*littoralis* y *obscura*) y los Histéridos *Hister cadaverinus* y *Saprinus rotunmdatus*.

Sexta Cuadrilla: Se encarga de absorber los humores líquidos que dejan las cuadrillas anteriores por los que desecan y pueden llegar a momificar los tejidos orgánicos aun existentes. Se trata de acaréanos de los géneros *Serrator* (*amphybius* y *necrophagus*), *Tiroglifinos* (*entomophagus, faringe*, *longeor*, *myophagus*, *siculus, siro* y *urophurus*), *Carpogliphus*, *Caedpophagus* o *Tyroglyfus echinopus, Glisiphagus* (*cursor* y *spinipes*), *Uropoda numularia* y *Trachynotus cadaverium.*

Séptima Cuadrilla: Se presentan cuando quedan únicamente restos momificados que no permite que actúen los fermentativos. Corresponden a Coleópteros (*Attagenus pellio* y *Anthrenus museorum*) y Microlepidópteros (*Aglossa),* evidencia utilizada para la estimación de la data de muerte.

Octava Cuadrilla: Integrada por dos especies: *Tenebrio* (*molitor* o gusano de la harina y *obscurus*) y *Ptinus brummeus*.

Varios estudios, demuestran que la sucesión de entomofauna cadavérica, depende de las condiciones climáticas y la región donde se encuentra el cuerpo en descomposición. Las condiciones en las que se encuentra el cuerpo también afectan el acceso de los dípteros, además de otros factores que lo pueden acelerar, como animales que se alimentan de carroña. Mientras dure el estado de descomposición y existan olores atractivos para los insectos, seguirán llegando visitantes a oviponer al cuerpo, esto, hasta llegar a etapas de momificación o estado seco, donde participarán otros insectos.

2.4 SUCESIÓN Y DESCOMPOSICIÓN EN CUERPOS EXPUESTOS SOBRE TIERRA

Pérez (2017), menciona en su investigación, que el fortalecimiento de la entomología forense desde mediados del siglo XX hace que en esta etapa se concentre una gran cantidad de trabajos importantes, como Fuller (1934), los de Reed (1958), Payne (1965), Nuorteva (1974, 1977), Early & Goff (1986), Smith (1986), Tullis & Goff (1987), Richards & Goff (1997), Benecke (1998, 2001, 2004), Greenberg & Wells (1998), Introna *et al*. (1998), Battán-Horenstein *et al*. (2005, 2010, 2012), Matuszewski *et al.* (2008, 2010, 2011, 2013), Anderson (2010), Brundage *et al*. (2011), Charabidze *et al*. (2011, 2012, 2013) o Moretti *et al*. (2011), entre otros.

En el año 2017, se presentó un trabajo en la región de Murcia, a una altitud de 400 m, a fin de comprobar la eventual variación estacional y establecer también una referencia altitudinal de la composición entomofauna de la comunidad y su relación con la dinámica de descomposición de un cadáver (Pérez, 2017).

Un resumen de la diferencia estacional de las especies de insectos de fauna cadavérica de Europa, registrada generalmente en carroña, aunque no específicamente en un cadáver humano, fue proporcionada por Dear en 1978, según Gennard (2007). La lista se presenta en la (Tabla 1). Como está claro, la proporción de colonizadores es más rica en los meses de verano. Gaudry *et al*. (2004), evaluó unos 400 casos forenses en Francia y mostró que Sarcophagidae aparece en la primera ola de colonizadores, en el cuerpo insepulto. Sin embargo, señalaron que la familia llegó un poco más tarde en la primera ola de colonización, que *Calliphora* y *Lucilia* spp. Moscas musculosas, como *Musca domestica* también visitaron el cadáver poco después de la muerte, no para alimentarse del cadáver, sino consumir cualquier exudado, como heces u orina, que haya sido evacuado. En Hawai, la mosca musculada *Synthesiomyia nudiseta* (van der Wulp) es una importante especie colonizadora inicial y un indicador de ubicaciones urbanas, estando ausente de localizaciones en áreas rurales (Goff, 2000). También se ha utilizado en Carolina del Sur, EE.UU., como medio para determinar el intervalo *post mortem*, aunque fue un inmigrante registrado (Lord *et al*., 1992). El ciclo de vida de *Synthesiomyia nudiseta,* ha sido confirmado a dos temperaturas en el laboratorio para muestras originarias en Venezuela; a 20 °C tarda 27 días en completar su ciclo de vida y a 28 °C, éste se reduce a 17,8 días (Rabinovich, 1970 y Gennard, 2007).

Tabla 1. Distribución estacional de especies de insectos europeos en un cuerpo

Family	Genus	Season
Calliphoridae	*Calliphora*	Spring, autumn
	Lucilia	Summer
	Phormia	Summer
	Pollenia	Summer
	Melinda	Summer
	Cynomya	Summer
Sarcophagidae		Summer
Rhinophoridae		Summer
Tachinidae		Summer
Fanniidae	*Fannia*	Spring, summer, autumn
Muscidae	*Azelia*	Summer
	Hydrotaea (Ophyra)	Spring, autumn
	Muscina	Summer
	Musca	Summer
	Pyrellia	Summer
Anthomyiidae	*Phorbia*	Summer
	Paregle	Summer
	Anthomyia	Summer
	Fucellia	Summer
Platystomatidae		Summer
Dryomyzidae		Summer, autumn
Heleomyzidae		Summer, autumn
Piophilidae		Spring, summer, autumn
Carnidae	*Meoneura*	Spring, summer
Milichiidae		Spring, summer
Agromyzidae		Spring, autumn
Chloropidae		Summer
Clusiidae		Spring

Modificado por Dear (1978), con permiso de la Sociedad de Entomólogos Amateur (Gennard, 2007).

Otros estudios en América Latina, se han realizado sobre la sucesión de insectos en cadáveres, por ejemplo, durante el 2004 se llevaron a cabo 4 experimentos, en una zona rural de Córdoba, centro de Argentina, uno en cada temporada. En cada uno de los cuatro experimentos se utilizaron dos cerdos (*Sus scrofa*), que pesaban aproximadamente 8 kg cada uno. Un cerdo se colocó a la sombra y el otro a la luz solar directa (Battán y Linhares, 2011). Pero uno mas relevante que este, es el de Campos-Granados *et al*. (2014), sobre especies de califóridos asociadas a cuerpos en descomposición de cerdos (*Sus scrofa*) en pastizales de Cogua (Cundinamarca), se reconocieron cinco etapas de descomposición; además, se capturaron 4.082 ejemplares entre larvas y adultos de coleópteros y dípteros, distribuidos en 21 familias, 34 géneros y 21 especies. También se registraron las condiciones naturales del sitio, durante el periodo de recolección. Por medio de una matriz de ocurrencia y análisis de correspondencia se vio que *Chrysomya rufifacies* (Macquart, 1842) (Calliphoridae), *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Calliphoridae), *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Muscidae), *Hydrotaea*

aenescens (Wiedemann, 1830) (Muscidae), *Hermetia* sp. (Stratiomyidae), *Blaexosipha* sp. (Sarcophagidae), *Lepidodexia* sp. (Sarcophagidae), *Piophila* sp. (Piophilidae), así como representantes de las familias Dermestidae, Cleridae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Trogidae, Curculionidae e Histeridae, dieron información útil para una posible estimación.

También, se realizaron 4 experimentos en cada temporada en un área natural del sureste de Brasil, donde se utilizaron dos cerdos (*Sus scrofa* L.) en cada experimento y se expusieron a la luz solar y a la sombra, respectivamente. Los Calliphoridae superaron en número a los Sarcophagidae en especímenes recolectados y criados de los cadáveres. *Chrysomya albiceps,* fue la especie más abundante en los cuatro experimentos. Estos resultados muestran que las moscas son importantes en la descomposición cadaverica, por lo tanto, también son de importancia forense. Siete especies, pueden considerarse valiosos indicadores forenses en el sureste de Brasil. Sin embargo, solo tres especies fueron útiles como indicadores forenses, en áreas boscosas: *Pekia intermutans, Hemilucilia segmentaria* y *H. semidiaphana* (Carvalho y Linhares, 2001).

Ningún insecto específico se ha asociado con una especie particular de cadáver, según Hough (1897), quien trabajó en cuerpos de caballos, serpientes, gatos, perros, peces y humanos, que quedaron expuestos en la superficie del suelo. El animal que es considerado biológicamente similar al humano, es el cerdo doméstico modelo preferido para la investigación en entomología forense, no se utiliza humanos por varias razones como la legalidad de uso de cuerpos, ética, creencias y tradiciones. Los cambios que existen en la sucesión de fauna de insectos pueden diferir de acuerdo a los cambios y condiciones del año, como se demostró en Australia (Archer y Elgar, 2003).

2.6 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ENTOMOFAUNA CADAVERICA

Los insectos pueden ser atraídos a gran distancia por un cadáver hasta 63,5 km de distancia Braack (1981), en dicho estudio se registraron moscas del género *Chrysomya*, que fueron capturadas mediante cebos de trampas, en Sudáfrica. Las moscas, son de hábitos diurnos con un verdadero circadiano interno, ritmo arrastrado por estímulos exógenos, principalmente luz y secuencias oscuras en un día (George *et al*. 2015). Un estudio temprano sugirió que se podría poner un número muy pequeño de huevos en noche bajo luz artificial (Greenberg, 1990 y Byrd, 2020).

La colonización de la carroña por insectos depende de muchos factores, pero uno de los más importantes es la región geográfica o ecozona, en la que se encuentran los restos. La ecozona define el hábitat, la vegetación, el tipo de suelo y las

condiciones meteorológicas de la zona. Esto tiene un gran impacto en los tipos y especies de insectos presentes, así como su disponibilidad estacional. Según MacGregor (1999), la descomposición en sí mismo también es bastante diferente en varias regiones geográficas (Byrd, 2020).

Fernández-Jáuregui *et al*. (1987) y Rache (1988), mencionan que las condiciones climáticas reinantes en Bolivia son muy variadas, según las regiones, por presentar una orografía poco común y de una situación intertropical (Roche, 1993). La heterogeneidad climatológica se debe a que la confluencia de grandes masas de aire cuya dinámica regula los intercambios atmosféricos meridianos y latitudinales del hemisferio sur. Sin embargo, las variaciones espaciales se ven aún más acentuadas por los efectos del relieve y de las vastas extensiones de agua y de sal constituidas por el lago Titicaca y los salares. Los Andes, por su orografía excepcional, contribuyen a provocar precipitaciones extremas, ya sean máximas o mínimas, según las zonas. No existe relación general entre las precipitaciones y la altura. La cadena montañosa, pone fin a la influencia pluviogénica de las masas de aire tropical húmedo de origen atlántico y amazónico (Roche, 1993).

Por lo que varios factores influyen en la presencia de entomofauna cadavérica. Entre estos factores tenemos: Temperatura, humedad / aridez, precipitación, efectos de la exposición al sol, vertebrados carroñeros, tamaño y peso del cuerpo.

2.6.1 Temperatura

Arnaldos *et. al* (2006), Gisbert Calabuig (2004), Flores (2009) y Oliva (s.f.), mencionan que en bajas temperaturas el crecimiento de las bacterias disminuye, por tanto, el proceso de descomposición es lento e incluso puede llegar a cesar. La exposición al sol también influye ya que al existir calor hay mayor descomposición en relación a los que se encuentran en la sombra. También indican que, cuando la temperatura aumenta por encima del umbral de actividad de cada especie, la actividad vuelve a reiniciarse. Los dípteros pueden continuar visitando el cadáver y poniendo huevos en tiempo frío entre temperaturas de 5° a 13 °C. Por debajo de los 0 °C, los huevos de moscas mueren y las larvas también pueden morir si son expuestas a frías temperaturas externas al cuerpo. Sin embargo, las larvas situadas dentro de las cavidades como cabeza, cuello, abdomen y vagina, pueden continuar alimentándose y desarrollándose normalmente, incluso en condiciones de heladas. Eso es debido a que las larvas cuando se encuentran en gran número generan su propio calor metabólico. Tal es así, que en días fríos pueden verse salir vapores del cuerpo cuando el área infestada de larvas tiene abertura al exterior. En cuanto a la biología, algunos dípteros para la ovoposición prefieren la luz del sol, mientras otros prefieren los lugares más sombríos.

En condiciones ideales de tiempo cálido y caluroso, se necesitan entre 2 y 4 semanas para que un cuerpo quede reducido únicamente a restos esqueléticos. Las épocas del año que plantean más dificultades a la hora de estimar la tasa de descomposición, son aquellas en las que la temperatura fluctúa entre cálida a fría (Castillo, 2014). Y las altas temperaturas, también pueden provocar el cese de la actividad (Goff, 2010).

2.6.2 Humedad / Aridez

Cuando existen buenas condiciones de humedad, puede haber un buen desarrollo de los especímenes y por lo tanto también la presencia o ausencia de algunas especies. En la tesis de Castillo (2014), se observó la actividad larval de moscas en las etapas de hinchado y descomposición activa en ambiente cerrado, que tenía piso de tierra y calaminas, siendo beneficioso hasta completar su ciclo.

2.6.3 Precipitación

Pueden existir fuertes lluvias que arrastran a la fauna cadavérica y retrasan el ciclo biológico, pero el proceso continua cuando las condiciones se hacen favorables (Castillo, 2014).

2.6.4 Efectos de la exposición al sol

La ubicación del cadáver en un lugar determinado tiene un efecto en la descomposición y la colonización de los restos. El efecto más común, es el de la luz solar y el calor. Cuerpos encontrados en contacto con la luz del sol será más caliente, por lo tanto, la descomposición será más rápida. Perderán biomasa con mayor rapidez que los cuerpos en sombra y el proceso a través de la descomposición por etapas, será más rápido (Arnaldos, 2006; Calabuig, 2004; Flores, 2009 y Oliva, s.d.).

2.6.5 Vertebrados carroñeros

El fenómeno de pedantismo y canibalismo entre los insectos, es una particularidad que no hay que dejar de tomar en cuenta en entomología tanatológica, por la existencia de insectos predadores, como hormigas y avispas, que en ocasiones capturan y destruyen las larvas de dípteros que se desarrollan en un cadáver, quedando solamente vestigios de las mismas, lo que puede llevar a confusión o a interpretaciones erróneas.

Más de una vez se ha visto en la imposibilidad de hacer acopio de larvas a partir de cadáveres de animales, cuando éstos se encontraban situados en lugares donde abundaban las hormigas. Desde este punto de vista, el fenómeno más interesante es la depredación existente entre larvas de especies vecinas que se encuentran en

un momento determinado y en un mismo lugar. Por ejemplo, las larvas de *Sarcophaga carnaria,* pueden convivir con las de *Lucilia*, pero, en un momento determinado, si escasea el alimento, éstas últimas pueden ser devoradas por las de *Sarcophaga* (Rafael, 2010). De igual manera el mismo autor, menciona que todos los elementos citados anteriormente, junto con algunos otros, habrán de ser tomados en cuenta por el experto, para así ofrecer conclusiones más fiables a la hora de realizar un informe de datación de la muerte mediante la Entomología Forense.

2.6.6 Tamaño y peso del cuerpo

En experiencias con biomodelos (*sus scrofa*), los de mayor tamaño son lo que muestran una velocidad de descomposición rápida que los de menor tamaño. La explicación hace referencia al número de insectos, el cadáver de mayor tamaño puede "acoger" a un mayor número de puestas de díptero, entonces se perderá biomasa mucho más rápido que el cadáver más pequeño (Arnaldos, 2006).

2.6.7 Sumergido en agua

(Calabuig, 2004), señala que la data de la sumersión, no necesariamente coincide con la de la muerte y que la variabilidad con la que se manifiestan los fenómenos cadavéricos inmediatos (como el enfriamiento) hace muy imprecisa su aplicación en el tanatocronodiagnóstico. En el agua, el cuerpo se suspende en la superficie del agua. En este punto, además de los insectos acuáticos como las larvas de mosquitos (quironómidos) e invertebrados como los caracoles de agua y varias especies de insectos terrestres también colonizan el cuerpo. (Gennard, 2007).

Giertsen (1977), ha investigado la relación entre el momento de la muerte y el colapso físico del cuerpo y citó el "Dictum de Casper", como un medio de determinar la duración del intervalo *post mortem*. Esta regla dice, que: "A una temperatura media similar tolerable, el grado de putrefacción presente en un cuerpo tendido al aire libre durante una semana (mes) corresponde al encontrado en un cuerpo después de estar en el agua durante dos semanas (meses) o en la tierra de la forma habitual durante ocho semanas (meses)". Gennard (2007), indica que la razón de esta diferencia en la descomposición es, que la velocidad a la que el cuerpo pierde calor en el agua, es el doble de la velocidad a la que el cuerpo pierde calor en el aire.

2.6.8 Rural y urbano

Muchas especies de insectos se encuentran en áreas urbanas y rurales, y otras son específicas de una zona. Anderson (1995), ha realizado un análisis de caso donde encontró que el *Protophormia terraenovae y Calliphora vomitoria,* se encontraron

casi exclusivamente en zonas rurales, mientras que *Lucilia sericata,* se encontró exclusivamente en áreas urbanas. Otros, como *Phormia regina*, *Calliphora* latifrons (Hough) y *Pr. Terraenovae,* se recolectaron en ambos hábitats (Byrd, 2020).

En muchas zonas rurales, la basura que se encuentra cerca de las viviendas fomenta la colonización de moscas. Los parques en áreas urbanas también proporcionan entornos para que los insectos rurales se encuentren cerca del habitad humano. Anderson (2000), ha recolectado en la Universidad "Simon Fraser", especies rurales y urbanas, debido a su alta población humana y presencia de basura, además de que está situado en una montaña rodeada de zonas verdes, que a su vez está rodeada por una gran ciudad. Otros estudios como el de Dymock y Forgie en 1993, en nueva Zelanda, recolectaron *L. sericata* en parques urbanos y jardines, pero no así en arbustos nativos de las regiones urbanas. Y en otro estudio similar Byrd (2020), recogió a *L. cuprina*, solamente en la basura, siendo en raras ocasiones una especie común en el área rural.

2.6.9 Efectos de los restos de embalaje

Los restos de cadáveres enteros o desmembrados, son frecuentemente encontrados envueltos en algún material. Esto puede ser una estrategia para disfrazar las evidencias y facilitar su manipulación o para prevenir el sangrado en el material que lo contiene. El tipo y extensión del envoltorio puede afectar el patrón de colonización de insectos en los restos (Byrd, 2020).

2.6.10 Efectos del entierro

El autor Arnaldos *et al*. (2011), mencionan que los cuerpos enterrados en casos criminales raramente son profundos, ya que requiere un gran esfuerzo y tiempo, cuanto más tiempo permanece el criminal con la víctima, mayor es la posibilidad de que transfiera evidencias. Además, indica que los cuerpos enterrados a una profundidad de 30 - 60 cm llegan a esqueletizarse en pocos meses o un año, sin embargo, los cuerpos enterrados a 90 – 120 cm, alcanzan la descomposición en varios años.

Varios autores, entre ellos Payne *et al*. (1968), Rodríguez y Bass (1985), Rodríguez (1997), VanLaerhoven y Anderson (1999), mencionan que los restos enterrados todavía están colonizados por insectos, pero la forma y profundidad del entierro influyen en el tiempo necesario para que los insectos alcancen los restos. Además, influyen en la secuencia de colonización, las especies involucradas y la tasa de descomposición.

En un trabajo de caso y los estudios empíricos, muestran claramente que la entomofauna y la tasa de descomposición de un cadáver enterrado, son muy

diferentes a la de la carroña expuesta y los datos de experimentos de carroña expuestos no deben extrapolarse a carroña enterrada. Por ejemplo en Inglaterra, en un caso mencionado anteriormente, el desarrollo de las moscas en un difunto enterrado y saqueado por vertebrados, fueron utilizados para estimar el tiempo transcurrido desde la muerte y fueron muy diferentes de las estimaciones de otras medidas (Byrd, 2020).

2.6.11 Efecto de las quemaduras

Byrd (2020), menciona a otros autores como Davies y Mouzos (2007), Ávila y Goff (1998), indican que los restos a menudo pueden quemarse peri-mortem o post-mortem, con el fin de destruir pruebas, retrasar el descubrimiento, prevenir la identificación, o destruir la evidencia de la causa de muerte. También, se ha realizado poca investigación publicada sobre los efectos de la quema en la sucesión de insectos, pero un estudio en Hawái, mostró que restos quemados están colonizados de una manera diferente a los no quemados (Byrd, 2020).

Quemar un cuerpo hasta al menos una etapa de tercer grado puede aumentar la colonización de insectos, en lugar de disminuir, debido al gran número de aberturas en el tejido, creados por el fuego. Si los restos se encienden después de haber sido colonizados y comienza a descomponerse gran parte de la evidencia de insectos, todavía se puede recuperar a pesar de la inmolación completa, por lo que esto debe ser tomado en cuenta en el momento de la investigación por los bomberos y los investigadores forenses (Byrd, 2020).

2.6.12 cuerpos colgados

Ya sea como resultado de un suicidio o un accidente (o más raramente, homicidio), es una forma infrecuente de muerte. Si el cuerpo está suspendido sobre el suelo, presentará un entorno único para la colonización de insectos. Un cuerpo colgado hace que afecten muchos factores en el proceso de descomposición (Goff y Lord,1994). (Byrd, 2020), indica que la suspensión del cuerpo, alteraba a los insectos colonizadores mediante la exclusión de taxones que habitan en el suelo, cambiando así el patrón de secado del cuerpo y, en consecuencia, la limitación de las actividades de las especies de moscas.

2.6.13 Presencia o ausencia de ropa

Las víctimas humanas pueden estar vestidas de forma completa o parcial. Anderson (1995), indica que, en casos forenses, la mayoría de las víctimas fueron total o parcialmente vestidas. Alternativamente, la víctima puede estar desnuda, pero envuelta en una variedad de materiales como alfombras, mantas, sacos de dormir, toallas, etc., que actúan de una manera similar a la ropa (Smith, 1986).

Según Dillon (1997), Dillon & Anderson (1995 1996ª), mencionan que la mayoría de los estadios tempranos de insectos requieren proteína líquida para sobrevivir y como la ropa se satura con fluidos de descomposición, proporcionan más sitios para la oviposición a diferencia de un cadáver desnudo, lo que resulta en la formación de masas larvarias grandes, por lo tanto, se acelera la descomposición.

En restos desnudos, ya sean humanos o animales, la piel a medida que se seca se momifica y rápidamente, se vuelve poco atractivo para las larvas de Calliphoridae. Dillon (1997), Dillon y Anderson (1995, 1996ª), Kelly *et al*. (2005), coinciden en que, cuando hay ropa, ésta actúa como un protector que mantiene la piel húmeda y a menudo, resulta en la piel que se consume. De igual manera para Dillon (1997), Dillon y Anderson (1995, 1996ª), Byrd (2020), mencionan que la ropa también puede proporcionar refugio adicional para moscas y sus depredadores, aumentando el número de Coleópteros en los restos y haciendo que sean más atractivos para especies que prefieren ambientes más húmedos.

2.7 SUCESIÓN FAUNISTICA ESTACIONAL

Castillo (2002) y Arnaldos *et al*. (2006), describieron estudios sucesionales de insectos de cadáveres a lo largo de un año, cuyos resultados son la base de datos para una determinada región de Europa. Los insectos encontrados son utilizados para determinar inclusive la estación del año en la que ocurrió la muerte y este hecho es muy útil cuando los restos son descubiertos varios años después de la muerte. Los trabajos en ese sentido son bastante escasos y en algunos de ellos, los resultados que aportan son bastante parciales.

De igual manera Castillo (2002), en la Península Ibérica a lo largo de las 4 estaciones anuales, obtuvieron resultados de gran interés, las primeras dos semanas el muestreo fue diario para posteriormente pasar a tomar las muestras cada dos o tres días. El modelo animal utilizado fueron cadáveres de pollos parcialmente descarnados, con las vísceras en su interior, en ellos las fases de la descomposición, descomposición tardía y Esqueletización. Las estaciones de mayor captura de insectos fueron primavera y otoño. En la mayoría de las estaciones, las fases de la descomposición con mayor número de artrópodos fueron las de descomposición avanzada y descomposición tardía.

Dentro de los resultados de Castillo (2002), los artrópodos fueron categorizados en: Necrófagos, necrófilos y omnívoros, que constituyen más del 55% de los ejemplares capturados. Entre los más importantes, están:

- Necrófagos. *Phaenicia sericata, Chrysomya albiceps, Calliphora vicina, Musca doméstica*, *Muscina* sp., Phoridae, Sarcophagidae, Sphaeroceridae, *Dermestidae* y *Nitidulidae*.

- Necrófilos. Histeridae, Staphylinidae, Diapriidae, Encyrtidae, Mymaridae, Scelionidae y Araneidae.
- Omnívoros. *Necrobia rufipes*, Tenebrionidae, Formicidae y Vespidae.
- Oportunistas. Acari y Collembola

Y, como resultado final de ese estudio, se caracterizaron las especies indicadoras de cada una de las estaciones anuales y estas fueron: En primavera es *Phaenicia sericata*; en verano *Musca domestica*; en otoño *Chrysomya albiceps,* y; en invierno *Calliphora vicina*.

Castillo (2014), en la zona altiplánica de Bolivia, época invernal (mayo a agosto) realizó un estudio de sucesión cadavérica, donde se encontró los siguientes resultados: Familia Calliphoridae: *Sarconesia Chlorogaster*, *Clorobrachycoma splendida*, se mantuvieron en constante actividad como adulta y estado larval en los cuatro estados de descomposición, su ciclo vital tuvo lugar en 55 días a temperaturas máximas entre 14 - 16°C, humedad de 30%: *Sarconesia versicolor*, *Calliphora nigribasis*, *Compsomyios fulficrura*, *Chlorobrachycoma splendida*, *Sarconesiopsis magellanica*. Fannidae sp. y Muscidae sp. Scatophagidae sp. Entre los Coleópteros de la familia Staphilinidae: *Philonthus* sp.1 y *Creophilus maxillosus*; de la Familia Silfidae, *Oxelitrum apicale*. Familia Histeridae: *Hister* sp. Y concluyó, que la diversidad de especies depende de las condiciones climáticas de cada región, así mismo repercute en su ciclo biológico.

La variabilidad de las especies es muy amplia y cada una tiene un comportamiento distinto, por lo que es necesario continuar con más investigaciones.

2.8 INSECTOS ASOCIADOS A CADAVERES

Los insectos son reconocibles porque tienen un cuerpo endurecido (un exoesqueleto) que se divide en tres segmentos; cabeza, tórax y abdomen. Los segmentos tienen tres dimensiones, una parte superior (dorso), una debajo (esternón) y los lados, cada uno de los cuales se llama pleuron. El tórax se divide en tres segmentos que pueden o no estar claramente definidos, dependiendo de la especie. Comenzando desde la cabeza y avanzando hacia atrás a lo largo del tórax, estos segmentos se denominan protórax, mesotórax y metatórax. Todos los insectos tienen tres pares de patas articuladas. Estos también están compuestos de secciones; comenzando en el punto más cercano al cuerpo (la región proximal), tienen secciones llamadas coxa (plural coxae), seguidas del trocánter (una pequeña sección), el fémur, la tibia y el tarso (tarso plural). Los números de los segmentos tarsales (tarsómeros) pueden variar, pero por lo general hay cinco por pata. Las patas se encuentran en el tórax. Un par de patas se encuentra en cada uno de los segmentos torácicos, es decir, un par está en el protórax, el segundo par está en el

mesotórax, mientras que el tercer par de patas está unido al metatórax (Gennard, 2007).

Los diferentes tipos de artrópodos que llegan a un cadáver pueden clasificarse de la siguiente forma: Especies necrófagas, son las que se alimentan del cuerpo, incluye dípteros (Calliphoridae y Sarcophagidae) y coleópteros (Silphidae y Dermestidae). Especies predadoras y parásitas de necrófagos: Éste es el segundo grupo más significativo del cadáver, incluye coleópteros (Silphidae, Staphylinidae e Histeridae), dípteros (Calliphoridae y Stratiomydae) e himenópteros (parásitos, de larvas y pupas de dípteros). Especies omnívoras: Se incluyen a himenópteros (avispas, hormigas) y algunos coleópteros (los que se alimentan tanto del cuerpo como de los artrópodos asociados). Especies accidentales: Aquí se incluyen las especies que utilizan el cuerpo como una extensión de su hábitat normal, como por ejemplo Collembola, Arachnida y Chilopoda. Y, algunas familias de ácaros que pueden alimentarse de hongos y moho que crece en el cuerpo (Rafael, 2010).

Entre los insectos que tienen relación directa con el cadáver, generalmente se encuentran cuatro grupos: Diptera, Coleoptera, Hymenoptera y Acari.

2.8.1 Diptera

Los dípteros se dividen en tres subórdenes, el Cyclorrhapha, subdividido en el Aschiza, Schizophora-Acalyptratae y Schizophora-Calyptratae. Actualmente, las clasificaciones filogenéticas entre los subórdenes y las familias son principalmente una respuesta a consideraciones prácticas, de modo que ahora, en lugar de tres subórdenes dentro de los Diptera, hay dos subórdenes.

El primero de estos subórdenes, Nematocera, o cuernos de hilo como la mosca grúa, tienen un cuerpo largo y delgado, antenas largas con más de seis segmentos y una venación compleja del ala. Los Nematocera, tienen piezas bucales que están "caídas" (colgantes). Las larvas de este suborden tienen una cabeza estructuralmente distinta (exsertada) con piezas bucales horizontales que muerden. La pupa no está encerrada y, por tanto, se ven estructuras morfológicas como las yemas de las alas. Los mosquitos de invierno (Trichoceridae), son un ejemplo de una familia de Nematocera que son miembros relevantes desde el punto de vista forense, porque se han utilizado para determinar el intervalo *post mortem* en el invierno, cuando muchos otros insectos ya no están disponibles.

El segundo suborden se llama Brachycera o cuernos cortos. Este suborden comprende a moscas más robustas y a menudo se las llama "las moscas superiores". Ellas tienen antenas más cortas que las Nematocera, con ocho o menos segmentos. La venación de las alas es menos compleja y sus pupas crecen dentro de una cubierta endurecida que es resto de la última capa larvaria (tercer

estadio). Los genitales masculinos se separan en dos partes. Las larvas tienen una cabeza alargada que se combina dentro del primer segmento del tórax (protórax). Sus mandíbulas están divididas. Los Brachycera, se dividen en grupos (infraórdenes), llamados Tabanomorpha y Asilomorpha, que también componían las Brachycera bajo el sistema de clasificación antigua. Un tercer grupo (infraorden), el Muscomorpha, es el de mayor importancia forense, son predominantemente Cyclorrhapha del sistema de clasificación antigua. Este grupo tiene antenas con cerdas y presenta tres estadios larvarios donde tiene distinciones morfológicas en la cabeza y las distinciones en el cuerpo de la larva está ausente (Gennard, 2007). Este grupo tiene antenas con cerdas y pasa por tres estadios larvarios, en los que la distinción morfológica en cabeza y cuerpo de la larva está ausente.

2.8.2 Coleoptera

Coleoptera, según y Alonso (2015), es el orden más grande de los insectos que contiene aproximadamente un tercio de todo el grupo de los insectos, que son aproximadamente 300,000 especies.

Los escarabajos pertenecen al orden Coleoptera y todos comparten características en común, son un grupo monofilético fácil de reconocer, caracterizado entre los representantes de la Clase Insecta por ser holometábolos, presentar una fuerte esclerotización corporal con una reducción generalizada de áreas membranosas expuestas. Tienen piezas bucales o mandíbulas que muerden, sus antenas característicamente tienen 11 segmentos (aunque en algunas especies puede haber menos que esto) y la primera sección del tórax (el protórax) suele tener una forma distintiva y tamaño y se puede utilizar como un medio para identificar el escarabajo. El exoesqueleto del escarabajo se forma a partir de placas endurecidas. Las placas en la superficie superior se llaman tergitas, las placas en la superficie inferior (ventral) se llaman esternitas. Las placas de segmento en el lado (lateral) del cuerpo se llaman pleuritos (el pleuron es el nombre de esta región del exoesqueleto).

Los escarabajos adultos se componen de una cabeza, un tórax dividido en tres partes, todas fusionadas (aunque la segunda y tercera partes son menos visibles dorsalmente) y un abdomen. Tienen dos pares de alas; las dos alas anteriores están endurecidas y forman una cubierta protectora sobre el segundo par de alas membranosas. Estos quitinosos y en ocasiones "correosos", las fundas protectoras se denominan élitros (singular elitrono). El protórax está bien desarrollado y junto con la cabeza, se puede interpretar como una sección anterior distinta del cuerpo. La superficie dorsal del tórax está dividida en el pro, meso y metanoto (cada placa, o tergita, se llama notum; noto pleural). El pronoto (la superficie del primer segmento torácico está delante de los élitros) es el mayor de los segmentos torácicos. Está

compuesto por un solo plato. La superficie ventral se divide correspondientemente en tres; el pro -, meso y metasternum). La región media del tórax (el mesotórax) soporta un par de endurecidos casos de alas que se encuentran a lo largo del centro de la superficie dorsal del cuerpo. Parte del mesonoto se encuentra entre la base de los élitros, detrás del pronoto; esta pequeña placa se llama escutelo.

El orden Coleoptera se divide, sobre la base de estudios moleculares, en lo que son tratados como cuatro subórdenes: Archostemata, Myxophaga, Adephaga y Polyphaga. El Archostemata, se compone de tres familias que habitan en su mayoría en madera en descomposición. Los Myxophaga, se componen de cuatro familias que son acuáticas o se encuentran en hábitats húmedos y se alimentan de algas. Aunque todos los insectos pueden ser importantes en entomología forense, los dos subórdenes restantes, Adephaga y Polyphaga, contienen familias de escarabajos que se encuentran más comúnmente en las escenas del crimen. El suborden Adephaga, contiene 10 familias y comprende escarabajos depredadores que habitan en hábitats terrestres y acuáticos e incluye a los escarabajos terrestres, los Carabidae. El suborden Polyphaga, contiene 149 familias, incluidas las familias Dermestidae, Scarabaeidae y Staphylinidae.

2.8.3 Hymenoptera

Según el autor Mayhew (2007), la orden Hymenoptera constituyen uno de los órdenes más numerosos de insectos, con unas 153,000 especies descritas (132 familias, 8423 géneros) y más de 2000 especies extintas. Comprende a las abejas, abejorros, avispas y hormigas, entre otros. El nombre proviene de sus alas membranosas.

Formicidae. Hormigas, nombre común de los miembros de una familia de insectos sociales. Todas las hormigas son sociales, lo que significa que viven en colonias organizadas. Hay que distinguir entre las verdaderas hormigas y las llamadas hormigas blancas, o termitas, que constituyen un orden distinto (Rafael, 2010).

Vespidae. Los véspidos (Vespidae) son una familia de insectos himenópteros apócritos, cosmopolita y diversa (alrededor de 5000 especies) que incluye a casi todas las avispas eusociales conocidas, así como muchas avispas solitarias. Se distinguen de otras familias cercanas, a veces también denominadas de manera genérica avispas, porque pliegan las alas en reposo. Las patas son de largo normal, no tan largas como las de la familia Pompilidae (Kurt y Wenzel, 2004).

2.8.4 Acari

Los Acari, son un grupo de artrópodos dentro del Subphylum Chelicerata o Cheliceriformes. Los quelicerados, difieren notoriamente en su plan corporal con

respecto a los otros artrópodos. Sus cuerpos se dividen en dos partes, el prosoma (frontal o anterior parte) y el opistosoma (parte posterior). Los queliceratos no tienen cabeza, tórax y abdomen. El prosoma contiene todos los apéndices; siendo los quelíceros o piezas bucales el primer par, seguido por los palpos o pedipalpos y cuatro pares de patas para caminar (en la mayoría de las formas adultas) (Goff, 2010).

Acari, comprende a especies que eventualmente colonizarán un cuerpo en descomposición, días o semanas después de ser visitados por los insectos carroñeros. Sin embargo, estos arácnidos no vienen solos, sino que son transportados por sus hospedadores insectos. De esta manera todos los cadáveres llevarán una extraordinaria diversidad de ácaros foréticos.

2.9 CICLO BIOLÓGICO.

Los dípteros, coleópteros e himenópteros, tienen un ciclo biológico que muestra una metamorfosis completa, el cual incluye los siguientes estadios: huevo, larva, pupa y adulto.

El ciclo biológico de los dípteros comienza cuando la hembra adulta pone huevos, y los grupos de huevos se depositan en lugares en el cadáver que brindan protección, humedad y comida. En general, el número de huevos que pone es de alrededor de 150-200. Hinton (1981), sugiere que *Calliphora vicina* puede poner de 2000 a 3000 huevos a lo largo de su vida.

El huevo de mosca azul suele ser muy brillante y blanco, con un tamaño de alrededor de 0,9 mm a más de 1,50 mm de largo y 0,3 a 0,4 mm de ancho. La cubierta externa del huevo se denomina corion puede ser reticulado o irregular, se puede utilizar para identificar diferentes especies de moscas. En un microscopio electrónico es posible investigar la superficie del huevo, puede ser un medio para identificar el género de la mosca que ha colonizado el cuerpo (Rognes, 1991; Greenberg y Singh, 1995). El extremo del huevo tiene un agujero, llamado micropilo. Esta es la ruta por la cual los espermatozoides ingresan para fertilizar el óvulo.

En la mosca hay tres estadios o estados larvarios y un particular, la etapa larvaria de las tres se distingue al referirse a ella como L1, L2 o L3 (o a veces LI, LII y LIII). La etapa de vida específica de la larva por lo general se puede identificar mediante el número de hendiduras presentes en cada espiráculo posterior. En el primer estadio está presente una hendidura; en el segundo estadio están presentes dos rendijas; en el tercer estadio están presentes tres hendiduras, pero no aplica a todas las especies. En moscardones normalmente hay una diferencia en el tamaño de las larvas en los tres estadios larvarios; los el primer estadio tiende a tener menos de 2 mm de longitud, mientras que el segundo estadio es de 2 a 9 mm de largo y el tercer

estadio puede ser de 9 a 22 mm de largo. Sin embargo, el tamaño es relativamente poco fiable, porque depende de la cantidad y calidad de los alimentos disponibles - aunque se puede considerar que un cuerpo es una fuente abundante de alimento.

Las larvas en el tercer estadio son las más grandes y dejan de alimentarse y se vuelven migratorios, buscando un lugar de pupación. Las larvas se alejan del cuerpo hacia la oscuridad y zonas algo más frescas. Cragg (1955) sugiere que en la post - alimentación las larvas pueden moverse hasta 6,4 metros de la carcasa. Sobre pisos de hormigón, como en los edificios, las larvas después de la alimentación pueden migrar hasta 30 metros del cuerpo (Green, 1951). Por lo general, la larva post-alimentación intenta enterrarse en el suelo o en algún otro lugar oscuro.

Se pueden encontrar buscando en los primeros 2-3 cm de profundidad del suelo en las escenas del crimen al aire libre. Esta tendencia a migrar no es cierta para todas las especies; algunos, p.ej. Erzinçlio˘glu (1989), menciona que se ha encontrado que *Protophormia terraenovae* pupa en el cadáver.

La caja puparial cambia a un objeto ovalado que se asemeja a un puro sin cortar, de color entre marrón rojizo y caoba oscuro marrón o negro. La emergencia del adulto, al final del ciclo biológico, se logra empujando la tapa (opérculo) del pupario.

La mosca "se seca" y finalmente, sus alas se expanden, y la mosca de color grisáceo se pigmenta de forma reconocible como, por ejemplo, una botella azul o una botella verde. La velocidad de desarrollo de los insectos está determinada por la temperatura. Varios investigadores de varios países han determinado la duración de las etapas de vida de las especies de moscas de importancia local, a temperaturas particulares. Estas incluyen a Kamal (1958), Greenberg (1991), Reiter (1984), Anderson (2000) y Grassberger y Reiter (2002). Esta información forma la medida experimental para el intervalo *post mortem*, porque a partir de él, el presupuesto de energía para el desarrollo (el grado horas acumuladas) se pueden determinar. Es importante utilizar la suma de la duración de cada una de las etapas individuales de la vida y trabajar con el promedio, y las duraciones máxima y mínima, a las temperaturas experimentales específicas (Gennard, 2007).

Los escarabajos son insectos que también muestran una metamorfosis completa. El término para esto es holometábolo. Para convertirse en adultos, ellos también pasan por una etapa de huevo, tres a cinco estadios larvarios dependiendo de la especie, y un estadio de pupa. Huevos de coleópteros tienden a ser de forma ovalada, esférica o esferoide y generalmente se consideran muy similares, independientemente de la familia. Los escarabajos generalmente se entierran en el suelo, o en una cámara especialmente construida, cuando pupan.

La duración del ciclo de vida variará, dependiendo de la familia y la especie. de escarabajo. Desarrollo a lo largo del ciclo de vida completo, desde el huevo hasta el adulto (imago) puede tardar de 7 a 10 días en los escarabajos errantes (Staphylindae), mientras que en los escarabajos terrestres (Carabidae) la finalización del ciclo de vida hasta la etapa adulta puede llevar un año y los adultos pueden vivir de 2 a 3 años. En algunas especies, el número de estadios en el estadio larvario no es fijo, sino que depende de las condiciones ambientales. En Dermestidae, por ejemplo, puede haber hasta nueve estadios (Hinton, 1945). Sin embargo, por lo general, solo hay una generación de escarabajos por año. Smith (1986) indica que la duración del estado de pupa de *Dermestes* sp. puede durar entre 2 semanas y 2 meses y que estos escarabajos pueden invernar (entrar en diapausa) en un cámara de pupa si el clima no es adecuado o si es tarde en la temporada (Gennard, 2007).

Blottodea y Torres (2015), mencionan que la orden Hymenoptera, en la mayoría de las especies son ovíparas, existiendo ciertas excepciones en que la hembra retiene los huevos en la parte final del tracto reproductor hasta la eclosión, como ocurre en algunos parasítica. La hembra deposita los huevos sobre o dentro del sustrato que servirá de alimento a la larva; este sustrato puede ser de naturaleza animal o vegetal. La partenogénesis es relativamente frecuente, como ocurre en *Apis mellifera*, especie en la que los huevos no fecundados producirán machos. Otra particularidad se produce en ciertos parasíticos; se trata del fenómeno conocido como poliembrionía: el embrión se divide en las primeras fases del desarrollo, de esta manera a partir de un solo huevo se originan numerosos individuos. El número de estados larvarios puede variar entre cuatro y ocho en los sínfitos y un número máximo de cinco en los apócritos. La larva se transforma en prepupa (sínfitos), que en apócritos corresponde a la denominada la larva madura “postdefecante” que no se alimenta. La pupación, se produce dentro de un capullo elaborado por la larva madura, e incluso dentro del hospedador en el caso de ciertos parasitoides. Durante las transformaciones morfo-histológicas que se producen durante la pupación los adultos adquieren la esclerotización necesaria antes de emerger.

En Koppert (2022), indica que los ácaros, tras mudar al tercer estadio larval, la larva permanece en su cutícula durante uno o dos días y emergen como adultos. Esta fase se suele considerar un cuarto estadio denominado pupa, pupa falsa o ninfa quiescente. Los machos utilizan su cuarto par de patas para transportar las hembras jóvenes (ninfa quiescente) justo antes de emerger de su cutícula. El apareamiento tiene lugar tan pronto la hembra adulta emerge. Los ácaros tarsonémidos no tienen ojos. Además, que los ácaros blancos hembras (*Polyphagotarsonemus latus*) ponen sus huevos sobre todo en el envés de la hoja o en la superficie del fruto. Los huevos ovalados y alargados están firmemente sujetos a la superficie y son bastante

grandes (unos 0.07 mm) en comparación con las siguientes fases activas. Son transparentes y están cubiertos de puntos blancos. También, la larva del ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) se parece al adulto, pero es algo menor y solo tiene tres pares de patas. Finalmente, el ácaro adulto emergente mide unos 0.2 mm de largo, es oval y ancho y tiene un color amarillo pálido o verde-amarillo, dependiendo del tipo y cantidad de alimentos consumidos. Los ácaros hembras tienen una raya blanca en sus espaldas.

2.10 FAMILIAS DE IMPORTACIA FORENSE

2.10.1 Dípteros de importancia forense

Calliphoridae

Schroeder *et al*. (2003), indica que las especies de moscas que son de importancia forense, diferirán de la ubicación geográfica, donde han sido reportadas. Las primeras tres especies enumeradas a continuación, son colonizadoras iniciales comunes de cadáveres que no han sido enterrados o modificados, en Europa (incluida Gran Bretaña). Por ejemplo, considera a *Calliphora vicina, Calliphora vomitoria* y *Lucilia sericata,* como las especies más comunes encontradas en cadáveres en Alemania (Gennard, 2007).

Otros califóridos, que también pueden aparecer en los cadáveres, aunque con menos frecuencia que *Calliphora vicinia*, son los géneros *Lucilia* (*L. sericata* y *L. caesar*) y *Chrysomyia albiceps*. Ambos géneros, son activos a partir de los 13 ºC y realizan sus puestas principalmente en los pliegues del cuerpo, eclosionando entre las 10 y 52 horas de la puesta. El crecimiento de la larva dura entre 5 y 11 días y la pupación, puede variar de acuerdo a la temperatura, por ejemplo, a unos 13 °C dura entre 18 a 24 días, mientras que en 31°C puede reducirse entre 6 a 7 días. Es importante señalar que mientras los sarcofágidos pupan entre la ropa o en los pliegues del cuerpo y aprovechan los orificios naturales para sus puestas, los califóridos se entierran para realizar la pupación y prefieren hacer sus propios orificios (Rafael, 2010).

2.10.2 Escarabajos de importancia forense

Con la aparición del ácido butírico en el cadáver aparecen los primeros grupos de coleópteros derméstidos, como *Dermestes maculatus, D. frischii* y *D. undulatus*, son bastante comunes en cadáveres de aproximadamente un mes de data (Rafael, 2010).

Silphidae. Según Barriga – Tuñón (2011), en Bolivia se encuentran 7 especies descritas. Los escarabajos sílfidos, son generalmente de tamaño mediano a grande, típicamente entre 10 y 35 mm. Aunque los adultos varían mucho en tamaño y forma,

ciertos caracteres físicos pueden ser utilizados en su identificación. Las antenas son aporreadas y tienen forma de botón o se amplían gradualmente. Las coberturas de las alas (o élitros) que cubren la parte posterior a menudo son cortas y dejan varios segmentos abdominales expuestos. El cuerpo también tiende a ser más ancho hacia el extremo posterior en lugar de la anterior. Los tarsos (pies) o la porción terminal de cada pierna tiene cinco segmentos. El cuerpo generalmente es negro, pero está marcado con manchas de color naranja, amarillo o rojo. Las larvas del escarabajo carroñero, también varían en tamaño y forma, pero generalmente son de 15 a 30 mm. de largo (Cooper *et al*., 2013).

Cooper *et al.* (2013), menciona que la mayoría de las especies de sílfidos son atraídas y se alimentan de los cadáveres de animales en descomposición. Algunas especies son depredadoras de insectos que visitan la carne en descomposición. El entierro de la comida, suele ser la fuente para eliminar la competencia con otros insectos que se alimentan de carroña como moscas. Tanto en el grupo de escarabajos enterradores como en el grupo de escarabajos carroñeros del género *Silpha* (sílfido), las larvas aparentemente se alimentan de carroña, mientras que los adultos consumen principalmente gusanos.

Dermestidae. Los miembros de esta familia también han recibido los nombres comunes de escarabajos de cuero, escarabajos alfombra y escarabajos de despensa, según sus preferencias alimentarias. Los escarabajos derméstidos son mundiales en distribución con más de 500 especies, aproximadamente 123 de las cuales se encuentran en todo Norteamérica. Barriga – Tuñón (2011), menciona que, en Bolivia se encuentran 29 especies descritas. Los dérmestidos, son generalmente escarabajos pequeños, que varían de 2 a 12 mm en longitud. Son redondeados o de forma ovalada y cubiertos con escamas que pueden formar distintivos y patrones coloridos. Las larvas varían de 5 a 15 mm y generalmente están cubiertas de mechones de cabello largo y denso (Cooper *et al*., 2013).

En estudios de Ciro *et al*.(2008), describe a los derméstidos para el Perú, y se dan las características para su reconocimiento, datos de distribución y sustratos alimenticios de nueve especies, destacándose entre ellos seis nuevos registros para el Perú: *Dermestes frischii Kugelann, Trogoderma angustum* var. *alfa* (Solier, 1849), *Trogoderma anthrenoides* (Sharp, 1902), *Attagenus fasciatus* (Thunberg), *Orphinus fulvipes* (Guérin-Ménéville, 1836) y *Trogoderma inclusum* (Le Conte, 1854).

Staphylinidae. Son denominados escarabajos Rove son la familia más grande de insectos en América del Norte, al norte de México con más de 4.100 especies. Están ampliamente distribuidos y se encuentran en varios hábitats. Bonilla *et a*l. (2016) mencionan que la familia Staphylinidae es una de las más diversas del orden Coleóptera, con más de 32 mil especies conocidas a nivel mundial. Y (Asenjo,

2004), presenta una primera lista de 394 especies de Staphylinidae registradas hasta el momento para Perú, incluidas en 124 géneros. En Bolivia no se encontró registros publicados.

El adulto varía mucho en tamaño, desde 1 hasta 25 mm. La forma característica de muchas especies atraídas por la carroña facilita su identificación a nivel familiar. Otros miembros de esta familia no tienen la forma típica, pero no se encuentran con frecuencia en carroña (Cooper *et al*., 2013).

2.11 LA ENTOMOLOGIA FORENSE Y APLICACIÓN JURÍDICA

2.11.1 Las moscas en la corte. La determinación de las causas de la muerte se basa en la autopsia médico legal, con la apertura de las tres cavidades (cráneo, tórax y abdomen). Según (Rafael, 2010), esos aspectos dependen del patólogo Forense, para estimar en la rigidez cadavérica, el *livor mortis*, y la temperatura del centro del cadáver y determinar estimaciones aceptables dentro de 24 a 36 horas de muerte. Pero los insectos ofrecen acortar el tiempo en horas, días o semanas del fallecimiento y aportan en la identificación de personas cuyo cuerpo no es posible identificar mediante otras pruebas. El estudio del ADN mitocondrial de las larvas, puede ser comparado con la de los posibles parientes próximos del sujeto.

Según el mismo autor en Instituto Anatómico Forense, año 2000, los objetivos de la entomología forense son: La datación de la muerte a través del estudio de la fauna cadavérica, la determinación de la época del año en que ha ocurrido la muerte, la verificación de un cadáver en el lugar donde ha sido hallado o ha sido trasladado hasta el mismo, brindar la fiabilidad y el apoyo a otros medios de datación Forense. También menciona que para un investigador criminalista que se enfrenta a un cadáver, se formulen tres preguntas fundamentales que planteen: La causa de muerte y circunstancias en las que se produjo, la data de muerte y el lugar en el que se produjo la muerte.

De estas tres cuestiones "Causa", "Data" y "Lugar", los artrópodos poco o nada pueden aportar respecto a la primera; esa labor de establecer la causa de la muerte, corresponde al Forense. Sin embargo, tanto en la fijación del momento del fallecimiento, como los posibles desplazamientos del cadáver, los artrópodos pueden ofrecer respuestas y en muchos casos definitivos (Rafael, 2010).

Por lo tanto, la presencia de los califóridos en un cadáver reciente, es inevitable. Toda ausencia de huella de este paso como pupas vacías y adultos muertos, deben obligar a los investigadores a formular ciertas hipótesis, por ejemplo Rafael (2010), menciona:

A. Que el cadáver haya sido trasladado de un lugar a otro y aún en este caso, se encontraría algún resto de estos dípteros.

B. Que el lugar del fallecimiento sea lo suficientemente oscuro e inaccesible a estos dípteros, cosa poco probable, pues los califóridos se encuentran dentro de las casas durante todo el año.

C. Que los restos de los dípteros hayan desaparecido por la acción de los necrófilos (depredadores o parásitos de los necrófagos) o animales (aves insectívoras, hormigas, avispas). Esto no suele ocurrir de modo completo, a no ser que el intervalo *post mortem* sea muy largo. Y aún en este caso, hay que tener en cuenta que la cutícula de los artrópodos es prácticamente indestructible, pudiendo permanecer miles de años; se han encontrado pupas fósiles de dípteros en el cráneo de un bisonte perteneciente al Cuaternario.

D. Que el cadáver haya sido impregnado con productos repugnatorios, que han impedido el acceso de las primeras oleadas de insectos. En este caso aparecerían en el cadáver restos de productos como plomo o formol, que se ha comprobado que evitan la presencia de los primeros necrófagos en el cadáver.

Gennard (2007), indica que, en el momento de interpretar la evidencia basada en la entomología forense, se debe considerar la ecología de los insectos y la información de la escena del crimen. Si los insectos están vivos o muertos servirán para interpretar la historia del cuerpo después de la muerte. Algunas personas vivas pueden tener ectoparásitos, como pulgas (Siphonaptera) y piojos (Phthiraptera), que incluso pueden encontrarse cuando el cuerpo fallecido ha sido sumergido en el agua. Las moscas azules responden a la inmersión y si el cuerpo se sumerge en el agua, las moscas ya han depositado previamente los huevos sobre el cadáver, para luego eclosionar, entonces la información sobre el lugar de la muerte se puede interpretar a partir del estado de las larvas en el cuerpo, por ejemplo, Arhuzhonov (1963; citado en Smith, 1986), indica que, si las larvas están vivas, es que el cuerpo ha sido trasladado recientemente.

Las condiciones secas en la escena del crimen pueden influir en la naturaleza del cadáver, que frecuentemente se seca si la muerte ocurre en una casa con calefacción central o el cuerpo es oculto en un lugar seco. Si un cuerpo está tapiado en una chimenea, encarcelado en cemento, como en los cimientos de casas o puentes, o se ha colocado debajo de las tablas del piso, entonces las polillas de la

ropa, los ácaros y los escarabajos derméstidos, serán los colonizadores dominantes (Gennard, 2007).

En el caso de un cadáver quemado es compatible con insectos colonizadores, el cual dependerá del grado de quemadura al que haya estado expuesto el cadáver. Ávila y Goff (1998), sugirieron que los cadáveres quemados con gasolina en quemaduras de segundo grado, son más atractivos que los cadáveres sin quemar. También encontraron que los califóridos *Chrysomya megacephala, C. rufifacies, Lucilia cuprina* y *L. sericata,* colonizaron un cerdo quemado un día antes que uno no quemado. Gennard (2007) en Joiner (2003), demostró que *Lucilia sericata* fue capaz de ovipositar en las grietas de la carne quemada en el grado descrito como etapa 2 según la escala (Glassman y Crow, 1996). Entonces Gennard (2007), indica que la accesibilidad a la carne depende del grado de quemadura y el acceso a la carne no quemada.

2.11.2 MATERIAL ENTOMOLÓGICO NECESARIO PARA TOMAR MUESTRAS DE UN CADÁVER

Según Gennard (2007), el material entomológico apropiado que se utiliza para tomar muestras de un cadáver, consta de: Plástico o frascos de policarbonato con tapa rosca para muestras conservadas y cultivos vivos, fórceps, escalones para preservar la escena de la contaminación, frascos con acetato de etilo para sacrificar especímenes, etiquetas, marcadores indelebles con punta fina, pinzas finas, pinceles de artistas, una red entomológica y agentes nocivos para las larvas (agua hirviendo y conservante de insectos).

Varios conservantes podrían utilizarse, incluido alcohol al 70-80%, KAAD y solución de Kahle; cada uno tiene sus beneficios. La solución de Kahle, contiene tanto un control de hongos como un conservante. Ha sido utilizado en la Universidad de Lincoln durante 5 años y ha conservado las muestras utilizadas en una colección de enseñanza en la misma condición flexible que cuando las larvas se sacrificaron primero.

Varios autores como Adams y Hall (2003). mencionan que es mejor sacrificar a las larvas usando agua hirviendo, o agua a una temperatura justa menos que hirviendo. En el caso de recuperar a los especímenes vivos del sitio, es necesario tráeles algo de alimento, como hígado de cerdo o carne de res picada (molida), que es la más adecuada (aunque se debe tomar en cuenta que la investigación indica que las larvas muestran un crecimiento variable en diferentes partes del cuerpo).

Los alimentos para las larvas deben ser a temperatura ambiente, no congelada ni refrigerada. El traslado del material recolectado (cultivos), deben mantenerse a bajas temperaturas por debajo de la base de las muestras, para ello el uso de un

frigorífico móvil o una nevera portátil con bloques de hielo artificial. Se debe incluir un termómetro en el recipiente para asegurar que se pueda confirmar la temperatura durante el traslado. Debe incluirse una caja de transporte o un embalaje para las muestras. Las muestras con frascos de especímenes vivos y preservados de cada sitio, deben ser retenidos juntos y en parejas. En caso de no contar con un entomólogo forense, el investigador de la escena del crimen debe tomar muestras, envasarlas y sellarlas, de modo que la integridad de la muestra no esté en riesgo.

Estos paquetes de almacenamiento pueden ser cajas de cartón individuales, que están sellados con las muestras conservadas y los cultivos del mismo sitio. En este caso, el paquete debe tener agujeros o perforaciones en las tapas de los frascos de cultivo y también en la cajas o paquetes.

La Gendarmería francesa utiliza bolsas de polietileno que están debidamente etiquetadas y selladas, como su medio de embalaje en la escena del crimen. Se hacen orificios a través de la bolsa para evitar la acumulación de dióxido de carbono, al tiempo que evita que las larvas escapen (Gennard, 2007).

2.12 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.12.1 Municipio de El Alto.

El Municipio de El Alto, se encuentra ubicado en el Departamento de La Paz, cuarta sección de la Provincia Murillo, con un entorno geográfico situado sobre una meseta caracterizada por una superficie plana y ondulada, al pie de la Cordillera de La Paz y Cordillera Oriental, a una altura variable entre los 6.000 m s.n.m. (Nevado del Huayna Potosí) y 3.700 m s.n.m. (Valle de Kaque Marka). (Plan Territorial De Desarrollo Integral - El Alto, 2017).

En el Atlas Geográfico del Municipio (2015), se menciona que el clima es frío y húmedo en verano y en invierno, se manifiesta como frio y seco, típico de montaña, con ocasionales nevadas (PTDDI - El Alto, 2017).

PTDDI - El Alto (2017), manifiesta que el Altiplano tiene en general un bajo contenido de vapor de agua, debido en gran parte a las bajas temperaturas del aire que limitan su capacidad de contener vapor de agua. La humedad atmosférica es todavía más reducida durante el invierno cuando predomina sobre la circulación del oeste del Altiplano. Durante el verano la humedad aumenta gracias a los movimientos advectivos de masas de aire húmedo desde la cuenca amazónica y localmente gracias a la evaporación del Lago Titicaca.

Según el censo oficial de 2012, El Alto tiene una población de 84.8840 habitantes. En la ciudad se encuentra el Aeropuerto Internacional El Alto (el segundo aeropuerto internacional más grande de Bolivia) y el Comando de la Fuerza Aérea Boliviana.

Según los datos de (DAPRO, 2020), la actividad económica del municipio de El Alto, se encuentra concentrada en las actividades de servicios principalmente comercio y transporte, seguido de la industria manufacturera y un pequeño sector agropecuario.

2.12.2 Municipio de Coroico

El Municipio de Coroico, cuya cabecera es la localidad de Coroico pertenece a la provincia de Nor Yungas, al Nor-este del Departamento de La Paz, en Bolivia, al Este de la cordillera Oriental de los Andes, en la región de los Yungas. Tiene una extensión de 1.088 km².

El Municipio de Coroico está insertado en lo que se denomina Yungas, que, según el mapa fisiográfico de Bolivia, hace referencia a una región montañosa localizada entre 3.000 y 600 metros de altitud, siendo su característica principal la presencia de cuencas muy profundas y montañas de gran elevación con declives fuertemente inclinados, además del carácter abrupto de la subida a la cordillera, cuyos topes llegan hasta los 5.500 metros. Así, las altitudes reflejan una región con una topografía muy irregular, presentando pendientes fuertes y moderadas con cimas que van desde los 1.500 hasta los 3.000 metros sobre el nivel del mar.

Tomando como base una altitud media de 1.377 m s.n.m., que corresponde a la principal estación meteorológica, el comportamiento de las principales variables climáticas se describe a continuación:

La temperatura media mensual varía entre 16,6 y 19,4 ºC, no registrando variaciones significativas a lo largo del año, aunque en el invierno sea registrada una temperatura mínima media mensual críticamente baja y en el verano una temperatura máxima media mensual moderadamente más alta. La temperatura media anual es de 18,4 ºC, siendo junio y julio los meses de menor temperatura, mientras que enero y febrero representan los meses más calurosos (GAMC, 2016).

La población en el municipio de Coroico está conformada por 19.397 habitantes y el movimiento económico se da sobre todo por el turismo. Actualmente, el municipio alberga 104 comunidades campesinas, además de la ciudad de Coroico. Así, la población urbana está localizada principalmente en la ciudad de Coroico, pero también algunas comunidades cuentan con pequeñas áreas que concentran alguna población urbana. La población rural está distribuida en las diversas comunidades y de forma dispersa debido a las características propias de una sociedad dedicada a la producción agrícola.

2.13 MARCO JURIDICO

En el marco jurídico Salamea (2019), hace una opinión jurídica de la Constitución Política del Estado, donde se menciona, que:

Se garantiza la presunción de inocencia en su Art.- 116, pero, al romperse este principio, varios instrumentos internacionales también son infringidos: el Numeral 2 del Art. 8 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos (Pacto de San José) "… Toda persona inculpada de delito tiene derecho a que se presuma su inocencia mientras no se establezca legalmente su culpabilidad".

De acuerdo al Tribunal Constitucional Plurinacional (Sentencia Constitucional Plurinacional 0099/2016-S2 Sucre, 15 de febrero de 2016 Sala Segunda)"… el derecho a la prueba se convierte en un elemento sustancial del debido proceso con respecto al derecho de acceso a la administración de justicia, por cuanto constituye el medio más importante para alcanzar la verdad de los hechos dentro de un proceso de investigación; en este sentido, el art. 115 de la CPE, garantiza el derecho al debido proceso y a la defensa, respondiendo a un principio universal de justicia, según el cual toda persona sometida a juzgamiento tiene derecho a defenderse, lo que implica el derecho a controvertir las pruebas que se alleguen en su contra y a presentar y solicitar aquellas que las desvirtúen, siempre en conservación del derecho a la presunción de su inocencia.

La utilización de los medios de prueba pertinentes para la defensa integra el contenido del derecho constitucional al debido proceso en su componente del derecho de defensa –artículo 16 CPE-, no siendo posible la condena sin pruebas. Así lo ha reconocido en reiteradas ocasiones el Tribunal Constitucional.

De igual manera Salamea (2019), indica que los peritos designados por la justicia, reciben ese encargo por exámenes específicos, prestan los conocimientos científicos que poseen para el esclarecimiento requerido, necesario e indispensable para la resolución de un caso en particular relacionado con demanda procesal y pueden existir peritos oficiales o renombrados. Así mismo, pueden ser asistentes técnicos que son seleccionados por las partes en juicios. Estos peritos tienen el conocimiento de la ciencia utilizada, técnica y experiencia calificada, y sobre todo consciencia de sus actos. Su intervención puede ser en el transcurso de la investigación, acto sumarial, juicio y después de dictada la sentencia.

2.14 MARCO LEGAL

En la Constitución Política del Estado, se encuentran diferentes artículos en el marco legal, así:

Artículo 147º.- (Pericias).

La autoridad judicial podrá solicitar el dictamen de peritos extranjeros en el país o en el exterior y la cooperación judicial para el control de las operaciones técnicas que deban realizarse en el exterior.

Regirán, en lo pertinente, las normas de la pericia y del anticipo jurisdiccional de prueba en el marco judicial se toman en cuenta los artículos en el código de procedimiento penal que son aplicables en este tema.

Artículo 177º.- (Levantamiento e identificación de cadáveres).

La policía realizará la inspección corporal preliminar y la descripción de la situación o posición del cuerpo y de la naturaleza de las lesiones o heridas conforme a lo previsto en el Artículo 174 de este Código.

Procederá a levantar el cadáver, disponiendo su traslado a los gabinetes médicos forenses o al lugar en el que se practicará la autopsia, a su identificación final y a la entrega a sus familiares.

Se tienen los siguientes artículos según el código de procedimiento penal (Ley Orgánica del Ministerio Público, 2012)

Artículo 178º.- (Autopsia o necropsia).

El fiscal ordenará la autopsia o necropsia conforme a las reglas de la pericia y bajo esas formalidades podrá ser introducida al juicio por su lectura.

Si el fiscal no ha ordenado la realización de la autopsia o necropsia, las partes podrán solicitar al juez que la ordene de conformidad a los Artículos 307 y siguientes de este Código.

Artículo 204º.- (Pericia).

Se ordenará una pericia cuando para descubrir o valorar un elemento de prueba sean necesarios conocimientos especializados en alguna ciencia, arte o técnica.

Artículo 205º.- (Peritos).

Serán designados peritos quienes, según reglamentación estatal, acrediten idoneidad en la materia.

Si la ciencia, técnica o arte no está reglamentada o si no es posible contar con un perito en el lugar del proceso, se designará a una persona de idoneidad manifiesta. Las reglas de este Título regirán para los traductores e intérpretes.

Artículo 213º.- (Dictamen).

El dictamen será fundamentado y contendrá de manera clara y precisa la relación detallada de las operaciones practicadas y sus resultados, las observaciones de las partes o de sus consultores técnicos y las conclusiones que se formulen respecto a cada tema pericial.

Los peritos podrán dictaminar por separado cuando exista diversidad de opiniones entre ellos. El dictamen se presentará por escrito, firmado y fechado.

Artículo 217º.- (Documentos y elementos de convicción).

Los documentos, objetos y otros elementos de convicción incorporados al proceso podrán ser exhibidos al imputado, a los testigos y a los peritos para que los reconozcan e informen sobre ellos. Los que tengan carácter reservado, serán examinados privadamente por el juez o tribunal y si son útiles para la averiguación de la verdad, los incorporarán al proceso.

Artículo 218º.- (Informes).

El fiscal, juez o tribunal, podrá requerir informes a cualquier persona o entidad pública o privada sobre datos que consten en sus registros.

Los informes se solicitarán por cualquier medio, indicando el proceso en el cual se requieren, el plazo para su presentación y las consecuencias en caso de incumplimiento.

Artículo 355º.- (Otros medios de prueba).

Las pruebas literales serán leídas y exhibidas en la audiencia, con indicación de su origen. El juez o el presidente del tribunal, en base al acuerdo de las partes, podrá ordenar la lectura parcial de éstas.

Los objetos y otros elementos de convicción secuestrados serán exhibidos para su reconocimiento por testigos, peritos o por el imputado.

Las grabaciones y elementos de prueba audiovisuales serán reproducidos en la forma habitual. Se podrán efectuar careos, reconstrucciones, inspecciones judiciales y el reconocimiento del imputado.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio fue exploratorio, observacional y descriptivo, con enfoque cuantitativo (número de especies) y cualitativo (características de las especies), en las cuales se realizaron series de mediciones periódicas (en dos épocas del año) de la población de entomofauna cadavérica, usando como biomodelos a *Sus scrofa*.

Los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos, fueron registrados en una base de datos EXCEL y están representados por la abundancia de especies de insectos encontrados en cada época del año (época seca y húmeda). De igual manera, se hizo la descripción cadavérica en cada etapa de descomposición.

3.2 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se dividió en dos: El distrito 6 de la Ciudad de El Alto y Munaypata en el Municipio de Coroico.

El distrito 6 de la Ciudad de El Alto tiene 90.538 habitantes, limita al norte con el Distrito 5, al oeste con el Distrito 4 y 5, al sur con el Distrito 3 y 2 y al este con el Distrito 1. Está constituido por construcciones urbanas, mercados de comidas, comercio informal. Presenta poca vegetación, el suelo es de tierra seca y pasto, con árboles bajos, arbustos perennes, subarbustos, gramíneas, entre otros.

Munaypata en el Municipio de Coroico, se caracteriza por un área poco poblada, se encuentra por el camino hacia Carmen Pampa a 3 Kilómetros del Hospital de Coroico. Presenta bosques montañosos, además de ser una zona húmeda y con bastante vegetación con árboles altos de bananos, limón y palta.

3.3 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Se instalaron cuatro biomodelos de *Sus scrofa*, dos de ellos fueron vestidos con una sola prenda de tipo poliéster (época seca) y dos sin prendas (época húmeda).

En El Alto, los biomodelos instalados en la ápoca seca y húmeda se denominaron Cerdo A y Cerdo C, se localizaron en el campus de la Universidad Pública de El Alto, en la calle Sucre A del distrito 6, altura de la Carrera de Medicina y Odontología. En Coroico, los biomodelos B y D fueron instalados en un terreno camino a Rosas Pampa, altura Munaypata (Tabla 2,).

Los cuatro biomodelos fueron sacrificados por el proceso de faenamiento y posterior herida a nivel torácico (espacio intercostal izquierdo), posteriormente los biomodelos se acomodaron en situación lateral derecha (Figura 1).

La ubicación de los biomodelos se obtuvo mediante un GPS, que es un instrumento que registra el sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator), este es un sistema de proyección cartográfico basado en cuadrículas con el cual se pueden referenciar puntos sobre la superficie terrestre, estos son:

Cerdo A (El Alto): Latitud: -16°487466; Longitud: -68°1924472
Cerdo B (Coroico): Latitud: -16°215416; Longitud: -67°7259167
Cerdo C (El Alto): Latitud: -16°487272; Longitud: 68°1929056
Cerdo D (Coroico): Latitud: -16°215416; Longitud: -67°7259167

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

El universo de estudio estará conformado por el total de la población de especies de insectos que acceden a los modelos experimentales en la Ciudad de El Alto y el Municipio de Coroico, entre los meses mayo - julio (época seca) y septiembre - octubre (época húmeda), para poder realizar una comparación representativa (Tabla 2, Figura 11).

Las poblaciones entomológicas que se tomaron en cuenta para la identificación morfológica, fueron adultos en dípteros, coleópteros, y dípteros obtenidos por crianza.

Por medio del muestreo no probabilístico por conveniencia de tipo accidental o deliberado, se logró capturar un aproximado de 30 a 45 especímenes (dípteros) en cada frasco a partir de las trampas instaladas en los escenarios establecidos. Los coleópteros se colectaron todos los especímenes encontrados. Para la identificación molecular, se obtuvieron huevos y larvas de dípteros (En el Alto) en forma directa. Para la identificación de algunas especies de dípteros fue mediante la recolección y crianza de estadios inmaduros, hasta la obtención de adultos.

Los biomodelos utilizados para el estudio son: En la época seca, Cerdo A: (El Alto) 38 – 43 Kg de peso, de 5 meses de nacido. Situado al ambiente expuesto, vestido. Cerdo B: (Coroico) 40 - 45 Kg de peso, de 6 meses de nacido. Situado en un ambiente expuesto y vestido. En la época húmeda, Cerdo C: (El Alto) 41 – 46 Kg de peso, de 6 meses de nacido. Situado al ambiente expuesto son vestimenta. Cerdo B: (Coroico) 40 - 45 Kg de peso, de 6 meses de nacido. Situado en un ambiente expuesto y sin vestimenta.

3.5 TÉCNICA DE MUESTREO

3.5.1 Diseño de las trampas

Se diseñaron jaulas de metal de 1 cm^2 de apertura de la malla y 1 m de largo por 50 cm de ancho y alto, con una puerta central anterior para el acceso a los especímenes larvales. La jaula sostenida hacia el piso por tubos de plástico y cubiertas por una doble capa de malla de tul, similar a la trampa Malaise, dándole una forma de casa de campaña pequeña, así como lo describe (Márquez, 2005) (Figura 1).

Figura 1. Diseño de las trampas

3.5.2 Colecta y cría de larvas

En el presente estudio se colectó a los adultos de dípteros, en forma directa introduciendo en los frascos de tapa rosca a los insectos atrapados en la malla de tul (Figura 2).

En la colecta de larvas se utilizaron pinzas entomológicas y cucharas de plástico, donde se realizaron capturas entre 10 – 20 larvas, en los sitios donde era más abundantes, es decir orificios naturales y alrededor de las heridas. Las muestras entomológicas se introdujeron en un frasco con alcohol al 70 – 80 %, con tapa de rosca debidamente rotulada, con los datos del lugar, nombre del biomodelo, fecha,

hora y el investigador que ha recolectado (Leg.). Previamente, las larvas fueron sacrificadas introduciéndolas en agua casi hirviente durante tres minutos (M. Arnaldos et al., 2001) y otras larvas fueron sometidas a la crianza (Figura 3).

Figura 2. Colecta de adultos

Figura 3. Colecta y cría de larvas

Las larvas de moscas que fueron recolectadas, se criaron hasta conseguir los adultos, como menciona Gennard (2007), en la crianza desde el huevo hasta conseguir el adulto, en condiciones que simulen la escena de un crimen, y permitan estimar el intervalo *post mortem* exacto. Se obtuvieron adultos a partir de algunos estadios inmaduros, como huevos y larvas, para una mejor identificación taxonómica.

3.5.3 Temperatura y humedad

Se midió la temperatura y la humedad ambiental por medio de un termohigrómetro con sonda marca GREEN TECH CLOCK/HUMIDITY HTC – 2, el cual mide rangos interiores de 0°C – 50°C y exterior de -50°C – 70°C. Humedad de 10 – 95%. También se obtuvo datos del SENAMI para una mejor comparación (Figura 4).

Figura 4. Termohigrómetro

3.5.4 Identificación taxonómica

Para la identificación taxonómica morfológica se recurrió a las claves descritas por Amat (2009), Carvalho *et al*. (2000) Dear (1979,1985), Gonzales *et al*. (2006), Grisales *et al*. (2016), Guimaraes (1977), Mariluis (1987,1989), Ozerov *et al*. (2010), Zavage y Vockeroth (2010).

La identificación fue dividida en dos etapas:

1. Para la identificación de muestras entomológicas capturadas a partir de los biomodelos A y B en la época seca, fueron realizadas por medio de un estereomicroscopio de Marca WILD y la iluminación mediante bombillas de luz de 100 Whatz.

2. Para la identificación de muestras entomológicas capturadas a partir de los biomodelos C y D, se utilizó un estéreoscopio trinocular marca AMSCOPE con aumento de hasta 120x; 3,5 a 135x de aumento, Objetivos de 10x y 30x. (Figura 5).

En ambos procedimientos se utilizó alcohol al 70%, cajas Petri y alfileres entomológicos de diferentes tamaños, papel absorbente, papel vegetal, cajas entomológicas pequeñas (de organización) y cajas entomológicas grandes (tamaño estándar).

Los especímenes recolectados fueron procesados de la siguiente manera:

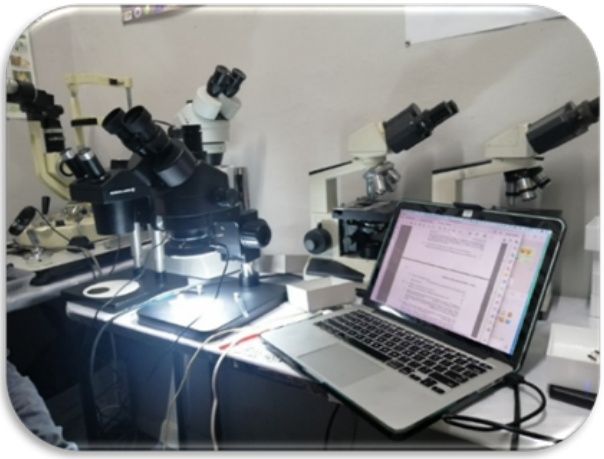
Se colocaron las muestras de cada frasco en una caja Petri, luego fueron secadas con papel absorbente para eliminar el exceso de humedad y separadas por morfoespecies. Después de 1 o 2 minutos de secados, cada espécimen fue montado con alfileres entomológicos del grosor 000, 00 y 01; y secados entre 2 y 3 días, siempre resguardando los datos originales.

Posteriormente al secado, cada individuo fue identificado hasta el nivel de familia, género y especie. En algunos casos no se ha llegado hasta el taxa de especie, en la mayoría de los casos hasta género y muy pocos hasta familia.

Seguidamente, se hizo una revisión del material identificado, para comparar y corroborar la identidad taxonómica de los ejemplares colectados.

Finalmente, se etiquetaron las muestras de cada especie identificada, con datos de la localidad, coordenadas de ubicación, datos ecológicos, taxonomía, fecha y colector. Al mismo tiempo se fotografiaron las principales especies que tienen mayor abundancia en individuos.

Figura 5. Identificación taxonómica



3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables que se tomaron en cuenta en la investigación, fueron: Temperatura, humedad, lugar y estados de descomposición cadavérica (Tabla 2).

Tabla 2. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	INSTRUMENTO
A. Temperatura	Es una magnitud física que refleja la cantidad de calor del ambiente.	Grados centígrados. Rango 1. -10+110°C	1. Menor a 7. 2. 8- 11. 3. 12 – 15. 4. 16 – 19. 5. 20 – 23. 6. 24 – 27. 7. Mayor a 28.	ordinal	Ficha Entomológica
B. Humedad	Agua vaporizada en el aire.	Porcentaje De 17 – 94%	1. 17 – 22 2. 23 – 28 3. 29 – 34 4. 35 – 40 5. 41 – 46 6. 47 – 52 7. 53 – 58 8. 59 – 64 9. 65 – 70 10. 71 – 76 11. 77 – 82 12. 83 – 88 13. 89 – 94	Ordinal	Ficha entomológica
Lugar	Sitio ocupado por los cadáveres de cerdo.	Lugar. El Alto. Coroico	1. El alto. 2. Coroico	Nominal	Ficha entomológica
Estados de descomposición cadavérica.	Fases del estado de descomposición.		1. Fresco. 2. Hinchado 3. Descomposición activa 4. Descomposición avanzada 5. Esqueletización.	Nominal	Ficha entomológica

3.7 METODOLOGÍA DE LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de información se tomaron en cuenta las siguientes metodologías:

3.7.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos de los individuos de insectos fue mediante la instalación de trampas para dípteros dispuestas en las áreas geográficas descritas anteriormente.

Los especímenes de dípteros adultos fueron directamente recolectados de las trampas tipo Malaisse incorporadas a una jaula de metal donde se encontraban los biomodelos (Figura 2), para esto se utilizaron frascos de boca ancha y tapa rosca hermética (Figura 6).

Figura 6. Colecta de adultos

La obtención de larvas fue por medio de cucharillas y pinzas entomológicas, las muestras fueron para fijarlas y para la crianza en cautiverio, y en condiciones naturales en el Municipio de El Alto. En el caso de moscas adultas que quedaron atrapadas en la malla tul, éstas se introdujeron en los frascos y fueron fijadas en alcohol al 70%. Las muestras en ambos casos se recolectaron entre las 12:00 – 14:00 horas, en 4 y 5 oportunidades por semana, salvo en algunos casos especiales en que el acceso a los espacios fue difícil (Tabla 3).

Las muestras recolectadas en Coroico se efectuaron entre 2 y 3 veces por semana, empleando las mismas técnicas que en El Alto (Tabla 3).

Tabla 3. Método de colecta de especímenes

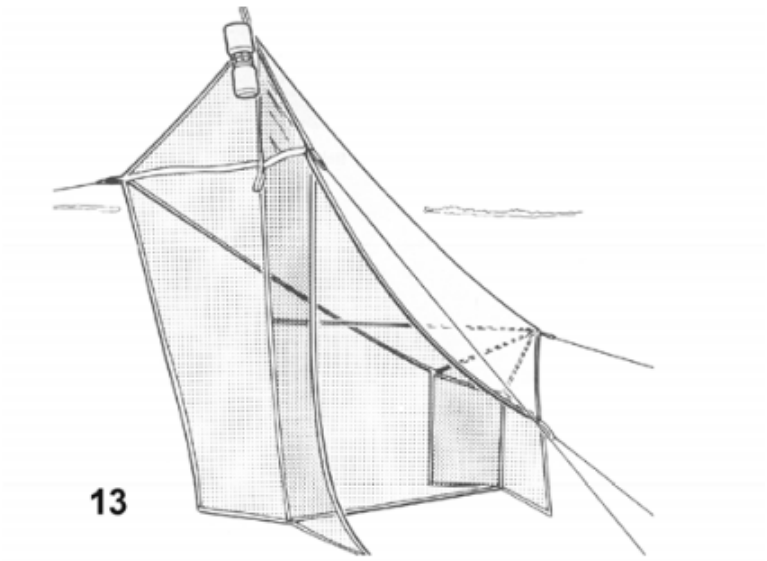
No.	TIPO DE MUESTRA	TECNICA DE OBTENCION (Instrumento)	TIPO DE ESCENARIOS	No. DE TRAMPAS	ACTIVIDADES
1.-	Larvas	Cucharilla, pinzas	a) El Alto	2	Levantamiento entomológico (larvas vivas para la cría) (5 oportunidades) en la semana.
2.-	Moscas adultas	Trampas para moscas tipo Malaise	b) El Alto	2	Levantamiento entomológico (5 oportunidades) en la semana.
			c) Coroico	2	Levantamiento entomológico (2 oportunidades) en la semana.

3.7.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.2.1 Trampa entomológica (prototipo)

Se ha construido un prototipo de trampa entomológica modificada de una Malaise (Figura 7), que consta en una pequeña malla metálica de 15 x15 cm, de forma circular, cubierta por una doble malla de tipo tul. Ambas mallas superpuestas una encima de otra a 20 - 30 cm de distancia, la segunda malla no cubrió totalmente la malla metálica, dando un espacio de 5 – 10 cm en la parte baja, para el ingreso de las moscas adultas.

Figura 7. Trampa tipo Malaise



Martin (1977). Trampa “Malaise. (Márquez, 2005, p. 393)

Figura 8. Trampa entomológica (Prototipo)

Para verificar la efectividad del prototipo, la primera malla metálica cubrió la porción de cebo empleado (hígado de pollo) para la atracción de dípteros. Y la tul, cubrió la primera malla, donde se pudo observar que los adultos de moscas que llegaban atraídas por el cebo, ingresaban por la parte inferior de la malla y quedaban atrapadas en la parte superior de la misma, situación que sirvió para su validación y aplicación como una trampa biomodelo (Figura 8).

Los coleópteros se obtuvieron de forma directa, por medio manual con ayuda de pinzas entomológicas.

3.7.2.2 Formularios

Por medio de formularios se registraron los datos necesarios para esta investigación, los datos son los siguientes: Temperatura, humedad, fecha, lugar y estados de descomposición cadavérica, como se aprecia en la (Figura 9).

No hubo un modelo específico para su aplicación, ya que existen muchos formularios que se utilizan para investigaciones científicas o en casos periciales, de acuerdo a requerimientos y sobre todo para que respalde la legalidad forense.

Tomando en cuenta que los formularios periciales deben ser mucho más completos y además debe incluir aspectos relacionados a datos generales de la víctima como el nombre, sexo, edad, fecha de nacimiento, desaparición, en la que fue hallado, lugar. También el área de la escena de la muerte: Urbana, rural, acuático, exposición del cuerpo, vestiduras, estado de descomposición. Temperatura de la escena de la muerte, número de muestras colectadas, datos climáticos y otras observaciones. Es importante tomar en cuenta también, que las precipitaciones pluviales, temperatura y humedad, deben ser obtenidos de la estación climatológica más cercana del lugar, como indica Uribe (2014).

En la actualidad, debido a que no existe un mecanismo de acreditación, los protocolos estándar para la entomología forense no se utilizan en todo el mundo, aunque los protocolos generados por Catts y Haskell (1990), y en un formato similar por Byrd y Castner (2001), forman la guía general para la práctica laboral y proporcionan un formulario de estudio de caso para ser completado en la escena del crimen. Castillo (2014), en sus investigaciones aplicó fichas entomológicas con algunas diferencias de Catts y Haskell (1990), Byrd y Castner (2010), que posteriormente fueron validadas por el biólogo Jorge De Oliveira de la Universidad do Grande ABC, donde priorizan los datos más relevantes que son: El registro de la numeración, la codificación correspondiente a cada biomodelo, fecha, lugar, nombre del investigador, datos ambientales y de temperatura y humedad, otras descripciones como altitud, latitud, en relación a la colecta de adultos, el día, la hora, y la etapa de descomposición.

Figura 9. Ficha entomológica

FICHA ENTOMOLÓGICA

Hoja de registro:……CERDO:……

Fecha :……HORA:……

Lugar:……..

Nombre completo del investigador: ……Firma:……..

DATOS AMBIENTALES TEMPERATURA:

1. TEMPERATURA							
º C	**Menor a 8° C**	**8 -11° C**	**12 - 15° C**	**16 - 19° C**	**20 - 23° C**	**24 - 27° C**	**28° C o más**
Ambiental							

DATOS DE HUMEDAD:

2. HUMEDAD RELATIVA													
%	**17-22 %**	**23-28%**	**29-34%**	**35-40%**	**41-46%**	**47-52%**	**53-58%**	**59-64%**	**65-70%**	**71-76%**	**77-82%**	**83-88%**	**89-94%**
Humedad Ambiental													

3. OTRA DESCRIPCION AMBIENTAL

ALTITUD.

LATITUD.

CARACTERISTICAS DEL SUELO

COLECTA DE ADULTOS (DÍPTEROS): colectar del frasco superior en otro frasco de muestra que contenga 10 ml de alcohol etílico al 90%. Rotular con fecha, hora, nombre del investigador.

4. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE DESCOMPOSICIÓN

	FRESCO	HINCHADO	DESCOMPOSICION ACTIVA	DESCOMPOSICIÓN AVANZADA	ESQUELETIZACIÓN
REALIZAR CUALQUIERA DE LAS DOS COLECTAS EN LA MAÑANA O EN LA TARDE	Deshidratación de la piel, secreción mucosa, livideces cadavéricas en los puntos de apoyo. Palidez cérea, mancha verde abdominal, red venosa de putrefacción.	Enfisematoso, mancha verde abdominal se ha extendido, protrusión de los globos oculares, de los órganos internos, presencia de ampollas.	Desprendimiento de la piel, dedo en guante o en media, desprendimiento de cabellos	Se pierde el aspecto hinchado, licuefacción de los tejidos internos, presencia de putrílago a nivel de la columna.	Pérdida total del tejido
Número aproximado de especímenes en la MAÑANA: HORA:					
Número aproximado de especímenes en la TARDE: HORA					
Otra descripción cadavérica					

3.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.8.1 Conformación del equipo

Para la recolección de dípteros y otros artrópodos en la fase de campo, se tomaron medidas de bioseguridad, los estudiantes auxiliares de investigación y colaboradores se organizaron en dos grupos, para cumplir el rol de colector y observador, bajo el siguiente detalle:

a. **Colector de muestras.** Es el directo responsable de la obtención de las muestras entomológicas de insectos adultos y formas inmaduras (huevos y larvas), previamente con el equipo necesario, como guantes, pinzas y frascos con alcohol.

b. **Observador**. Es el encargado del registro de la ficha entomológica, fotográfico y el manejo del termohigrómetro. Además, es el directo colaborador del colector de muestras.

3.8.2 Fijación de muestras entomológicas

Las muestras recolectadas fueron fijadas en alcohol al 70%.

3.8.2 Cría en condiciones de laboratorio

Las larvas de insectos que se obtuvieron vivas a partir de los biomodelos A y C en El Alto, se los alimentó con hígado de res en una porción aproximada de 10 – 15 gramos por día, para que puedan desarrollar, empupar y eclosionar los adultos.

El proceso de crianza en cautiverio, consistió en obtener dípteros adultos a partir de huevos o larvas recolectadas y depositados en un frasco cubierto con tul, para evitar que cuando emerjan los adultos escapen. En el frasco se introdujo aserrín casi hasta la mitad y sobre este, una lámina de papel aluminio de aproximadamente 5 cm x 6 cm, que contenía el alimento para las larvas, lo cual ayudó a no mezclarse entre ambos y mantener la temperatura de la larva. Para completar el ciclo biológico, las larvas se alejaron del sustrato y se dirigieron al aserrín para poder empupar, por lo que ha sido recomendable retirar el sustrato y el papel, para dejar que la pupa eclosione y salga el adulto. Finalmente, se debe esperar al menos 24 horas hasta que el adulto adquiera la pigmentación y las características propias de su especie, caso contrario se hace difícil la identificación taxonómica (Figura 10).

Figura 10. Pupas obtenidas en laboratorio

3.8.3 Procedimientos para la identificación de Díptera

Los dípteros de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae, son los insectos de mayor importancia para la determinación del intervalo *post mortem* (IPM). Por lo que es necesaria su identificación taxonómica. De igual manera el estudio detallado de su ciclo de vida y los cambios que estos presentan con las variaciones ambientales, como la temperatura y la humedad (Uribe, 2014).

3.8.4 Análisis de datos entomológicos

Los insectos son los primeros en arribar a un cadáver expuesto, la ausencia de estos podría orientar a otras hipótesis que lleven a profundizar aún más la investigación. La presencia de insectos que acuden al cadáver en cada etapa de descomposición se denomina sucesión ecológica. Y la función del Entomólogo Forense, es determinar con la mayor exactitud posible el intervalo *post mortem* en un determinado cadáver, en esta investigación se ha utilizado el método de sucesión de insectos en la descomposición del cuerpo, porque así también se evidencia y registra una secuencia de especies de insectos, que serán útiles para otras investigaciones.

a. **Sucesión de insectos.** Esta técnica es útil cuando el cadáver se encuentra en etapas avanzadas de descomposición, por lo que es necesario obtener información de las condiciones climáticas como temperatura, humedad

relativa o humedad ambiental, exposición solar y lluvias, ya que estos y otros factores, pueden alterar el intervalo *post mortem* (IPM). Existen publicaciones como la de Schoenely *et al*. (1991), donde desarrollan un protocolo para la obtención de especímenes relacionados a los cadáveres y formulan los algoritmos, que permiten calcular el IPM, a partir de una tabla de sucesión de artrópodos (Uribe, 2014).

b. **Biología molecular**. Aunque las metodologías moleculares, son de uso relativamente reciente para las Ciencias forenses y en particular para la Entomología Forense, existen en la actualidad aplicaciones muy importantes basadas en la utilización de moléculas, como el ADN. Las moléculas y en particular el ADN, poseen características como la resistencia a la degradación ambiental, la particularidad del organismo de cual se obtienen y la cantidad y calidad de información que proveen (Uribe, 2014).

   Además, puede ser una buena alternativa en casos donde no se cuente con dípteros y coleópteros adultos, y solo existan huevos y formas inmaduras difíciles de identificar, sobre todo en los primeros estadios. Este procedimiento está más detallado en el último capítulo del texto.

3.9 TÉCNICA PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.9.1 EL PROCEDIMIENTO

El proceso de investigación se realizó en etapas bien definidas, son las siguientes:

3.9.1.1 Planificación de la ejecución

Para la ejecución del procedimiento se realizó la capacitación en toma de muestras entomológicas y la selección de los terrenos.

a. Capacitación en toma de muestras entomológicas. Para la recolección de muestras de los especímenes, estuvo a cargo del docente investigador y dos auxiliares de investigación, y como responsables del proyecto capacitaron a 12 estudiantes de la Carrera de Medicina (Figura 11).

Figura 11. Lugares donde se instalaron las trampas y Capacitación del equipo de Investigación. El Alto y Coroico

b. Selección de los terrenos para la Investigación.

Se obtuvo la autorización para el uso del campus de la Universidad Pública de El Alto. Del mismo modo, se recabó la autorización para realizar la investigación en un terreno particular, en el Municipio de Coroico.

3.9.1.2 Ejecución de la investigación

Para la ejecución de la investigación se realizaron las siguientes actividades:

- Selección de los biomodelos.
- Diseño de las jaulas
- Colecta de especímenes y registro de datos (cerdo A, B, C y D) en la ficha entomológica.
- Identificación taxonómica de los especímenes colectados (cerdo A, B, C y D) por el profesional biólogo.
- Incorporación de datos a los programas y herramientas digitales.
- Identificación molecular taxonómica genética en estadios inmaduros para su verificación.
- Análisis y procesamiento de datos comparando los resultados obtenidos entre ambas épocas del año y piso ecológico que estaban situados los biomodelos.
- Preparación y presentación del Informe Final.

3.9.1.3 Elaboración del manual guía

Para la elaboración del manual guía de "Procedimientos e interpretación de la tabla de sucesión de insectos para la determinación del intervalo *post mortem*", que se anexa a esta investigación, trata de los métodos y procedimientos de colecta que se pueden utilizar para la obtención de insectos de importancia forense, siendo en su mayoría dípteros en estados inmaduros, pupas y adultos. A partir de esta experiencia se elabora la guía. Donde se muestra desde la construcción de trampas caseras hasta la interpretación de la tabla de sucesión de insectos *post mortem*, con la descripción de las especies más relevantes.

Seguramente la guía, motivará a estudiantes y profesionales involucrados en la investigación de Entomología Forense, que con seguridad con sus futuras investigaciones aportarán a los datos ya existentes. El manual guía también incluye una pequeña parte de la descripción morfológica fenotípica de los dípteros, haciendo una descripción de una de las especies más abundantes. De igual manera, la interpretación de la tabla de sucesión insectil según las etapas de descomposición cadavérica, será un aporte básico pero importante, para los profesionales y estudiantes de la Universidad Policial, en su formación como investigadores en el campo de la Criminalística para aportar de forma científica a procesos judiciales que estén relacionados con el hallazgo de cadáveres.

Es importante mencionar, que uno de los objetivos de la investigación fue la verificación taxonómica molecular de algunas especies. Por lo que concluimos, que la identificación molecular es muy importante en los estadios inmaduros, ya que en muchas oportunidades no se puede contar con los estadios adultos. Además, la crianza de huevos y larvas, lleva tiempo y requiere las condiciones adecuadas para conseguir los adultos.

El procedimiento que fue propuesto por el Instituto de Investigaciones Técnico Científicas (IITCUP) de la Universidad Policial "MCAL Antonio José de Sucre", será explicado en un capítulo especial del manual guía.

Las actividades para la elaboración del Manual Guía, tuvieron los siguientes pasos:

- Elaboración del manual.
- Revisión de la parte técnica, forma y estilo del documento (nombramiento comisión revisora)
- Edición e impresión del documento
- Publicación

3.9.1.4 Fase de publicación

- Presentación de la guía: “MANUAL GUIA DE PROCEDIMIENTOS E INTERPRETACION DE LA TABLA DE SUCESIÓN DE INSECTOS PARA LA DETERMINACION DEL INTERVALO POST MORTEM” a las Instituciones involucradas.
- Difusión en Congresos, medios de prensa del producto de la Investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO E INTERPRETACION DE DATOS

Se realizaron mediciones periódicas en la población de estudio de entomofauna cadavérica en biomodelos *Sus scrofa,* que como fueron en dos épocas del año, los resultados fueron descritos en dos partes: La primera relacionada a la identificación taxonómica morfológica de los cuatro biomodelos; y, la segunda con las tablas de ocurrencia según las etapas de descomposición cadavérica, en las dos épocas del año, como se menciona a continuación:

- Resultados de la identificación taxonómica. Estudio taxonómico con claves dicotómicas en laboratorio, la frecuencia de especímenes y abundancia.
- Resultados de la tabla de ocurrencia según etapas de descomposición, épocas del año, temperatura y humedad.

Los resultados de taxonomía por biología molecular, se describen en el último capítulo para una mejor comprensión de los resultados.

4.2 CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS

En la etapa de la recolección de muestras entomológicas, participaron investigadores capacitados y supervisados por el investigador principal. En la etapa de identificación taxonómica participaron profesionales biólogos, con amplia experiencia en el campo de la entomología.

4.3 RESULTADOS DE ACTIVIDADES DE GENERACION DE NUEVOS CONOCIMIENTOS

Las actividades de recolección de muestras entomológicas tuvieron lugar en El Alto y Coroico, en dos condiciones climáticas del año (época seca y húmeda).

Se obtuvieron muestras entomológicas en El Alto, entre 4 - 5 días a la semana. La obtención de muestras en Coroico fue de manera intermitente 1 - 2 días a la semana. Los resultados del muestreo en Coroico, fueron únicamente con fines comparativos y prueba piloto. A continuación, se detalla los sitios del muestreo (Tabla 4):

Tabla 4. Sitios de muestro y coordenadas geográficas para el relevamiento de muestras entomológicas

BIOMODELOS	LUGAR	COORDENADAS Y ALTITUD	ALTITUD	FECHAS	HORARIO DE COLECTA	DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	TOTAL, DE MUESTRAS RECOLECTADAS
A: EL ALTO	Campus UPEA Villa Esperanza	Latitud: -16°487466; Longitud: -68°1924472	4065 m.s.n.m.	20/05/19 al 1/08/19	11:00 – 16:00	73 días	37 muestras (frascos)
B: COROICO	Munaypata	Latitud: -16°215416; Longitud: -67°7259167	1774 m.s.n.m.	20/05/19 al 08/07/19	11:00 – 14:00	50 días	18 muestras (frascos)
C: EL ALTO	Campus UPEA Villa Esperanza	Latitud: -16°487272; Longitud: 68°1929056	4065 m.s.n.m.	09/09/19 al 24/10/19	11:00 – 16:00	45 días	33 muestras (frascos)
D: COROICO	Munaypata	-16°215416; Longitud: -67°7259167	1774 m.s.n.m.	15/07/19 al 22/09/19	11:00 – 14:00	69 días	(8 muestras)

4.4 ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

El estudio taxonómico morfológico fue hasta el nivel de especie en la mayoría de los casos, algunas especies requieren mayores estudios para resolver su estatus taxonómico (Tabla 5).

Para poder determinar el intervalo *post mortem*, muchas de las especies mencionadas son de importancia forense, algunas más que otras. La mayoría de las especies pertenecen al orden de los dípteros (moscas), principalmente de las familias Calliphoridae, Muscidae, Fannidae, Antohomydae y Sarcophagidae. Las moscas de la familia Muscidae son de gran importancia forense debido a su amplia distribución, ubicuidad y cercanía (Byrd, 2020). Otros insectos pertenecen al orden de los coleópteros, entre ellos a la familia Staphilynidae y Silphidae.

El resto de las especies, que en su mayoría son accidentales, como los dípteros polinizadores y lepidópteros. A pesar de que estas especies accidentales no son de gran importancia para el intervalo *post mortem*, podrían ser de mucha ayuda en la

resolución o aclaración de casos forenses. Por ejemplo, una larva de polilla (Lepidoptera) recuperada de una semilla de planta unida a una manta usada, en una violación o agresión sexual, puede proporcionar pruebas que relacionen el delito con una ubicación en particular, como indica Byrd (2020).

Tabla 5. Clasificación taxonómica de las especies registradas en la investigación

Clase	**Orden**	**Familia**	**Especie**
Insecta	Diptera	Calliphoridae	*Lucilia eximia*
			Lucilia peruviana
			Calliphora nigribasis
			Clorobrachycoma splendida
			Compsomyiops callipes
			Compsomyiops fulvicrura
			Compsomyiops verena
			Mesembrinella sp.
			Sarconesia chlorogaster
			Sarconesia versicolor
		Muscidae	*Cyrtoneuropsis* sp.
			Hydrotaea nicholsoni
			sp.
			Mydaea nuvibena
			Neomuscina paralis
			Neomuscina tinctinervis
		Fannidae	*Fannia* aff. *fusconotata*
			Fannia aff. *grandis*
		Sarcophagidae	sp.
		Piophilidae	*Piophila* aff.*cersi*
			Bluesoxipha sp.
		Syrphidae	
	Coleoptera	Silphidae	*Oxelytrum anticola*
			Oxelytrum apicale
		Staphylinidae	*Paederus* sp.
			Creophilus maxilosus
		Carabidae	*Bembidium* sp.
	Hymenoptera	Formicidae	sp.
			sp.
Diplopoda			sp.

4.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA FRECUENCIA Y ABUNDANCIA DE ESPECÍMENES POR ESPECIE ÉPOCA SECA. CERDO: A

Se constato la presencia de huevos de moscas en la cavidad bucal, después de 10 días de la data de muerte del Cerdo A, como lo hizo Calabuig (2004), donde indica que la mayoría de las moscas suelen depositar sus huevos, en las aberturas de la cabeza. En la Tabla 6, se muestra la frecuencia y abundancia de las especies, donde se obtuvieron 641 individuos en la época seca, en el Municipio de El Alto. De los cuales 26 especímenes pertenecen al orden Diptera y tres al orden Coleoptera. Del orden Diptera, ocho individuos pertenecen a la familia Calliphoridae, siendo las más frecuentes en las etapas iniciales, cinco a la familia Muscidae, tres a la familia Sarcophagidae, dos a la familia Fannidae y un individuo a las familias Piophilidae, Silphidae, Carabidae, Tipulidae, Bibionidae y Staphylinidae, respectivamente. Las especies con mayor abundancia fueron: S*arconesia versicolor,* con 275 individuos; no encontrándose en otros estudios de sucesión en similar condición climática, pero si estaba presente en el área periurbana, época invernal como la segunda especie más frecuente en el trabajo de Castillo *et al*.(2017); Seguido de *Sarconesia chologaster* (125), que en la zona periurbana fue la más abundante en el trabajo de Castillo *et al*. (2017) y fue descrita como la más abundante en Lima Perú según Dale y Prudot (1987). *S. chologaster* es una especie es muy extendida y tolerante en altitud según Baumgartner y Greenberg (1985) y Oliva (s.f.), la especie también se pudo encontrar en lugares cálidos como Entre Rios - Argentina (Sosa, 2019). *Chlorobrachycoma splendida* (47) y *Compsomyiops fulvicrura* (40), fueron encontradas también en la misma época por Castillo *et al*. (2017), de igual manera registrada por Sosa (2019), en San Juan de Argentina, zona seca y con poca vegetación. De *Hydrotaea* sp. se registraron 27 individuos, *Piophila* aff. *casei* (25), *Hydrotaea nicholsoni* y *Fannia* sp. (13), *Oxelitrum anticola* (11), en otros estudios no especifica si fueron o no encontrados en la zona periurbana. En cuanto a *Ophyra ignava* se recolectaron 10 individuos, este género suele encontrarse en climas cálidos y actúan generalmente como predadores de larvas de dípteros, como indican Couri *et al*. (2009b), Byrd y Castner (2010) y Patitucci (2010). De igual manera se colectaron de *Delia* sp. ocho especímenes, de *Brontaea* sp. y *Fannia* aff. *grandis* (7), *Muscina* sp. (5), *Lucilia eximia* y *Anthomyia* aff*. punctipennis* (4), en otros estudios no especifica si fueron encontradas en la época seca. De *Calliphora nigribasis* se recolectaron tres individuos, que si fueron reportados en el área periurbana, entre otoño e invierno en los trabajos de Oliva (s.f.) y Castillo *et al*. (2017). Solamente dos individuos fueron colectados de *Compsomyiops callipes* y *Chrysomya megacephala*, que generalmente suelen encontrarse en climas tropicales y subtropicales, en épocas de verano en Argentina (Oliva, s.f.) y muestra preferencia por asentamientos humanos según Montoya *et al*. (2009), lo que difiere

del estudio de tesis en Pucarani de La Paz (Castillo, 2014). *Peckia* sp., suele ser predadora de larvas de otros dípteros de Calliphoridae, lo que explicaría la considerable disminución de los estados inmaduros de esta familia, en distintos intervalos de tiempo (Navarro, 2011). De Sarcophagidae sp. y *Bembidium* sp., se recolectaron dos individuos respectivamente, y un individuo del género *Delia* sp. 2 (familia Anthomyiidae), son considerados plagas agrícolas (Meraz-álvarez *et al*., 2020). Solamente, un individuo de cada taxa siguiente fueron recolectados *Leucophora* sp., *Tipula* sp., *Bluesoxipha* sp., Bibionidae sp. *Scatophaga* sp., Staphylinidae sp. y *Aleochara* sp.

Tabla 6. Frecuencia y abundancia de especímenes época seca. Cerdo: A

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CANTIDAD
DIPTERA	Calliphoridae	*Sarconesia versicolor*	275
DIPTERA	Calliphoridae	*Sarconesia chlorogaster*	125
DIPTERA	Calliphoridae	*Chlorobrachycoma splendida*	47
DIPTERA	Calliphoridae	*Compsomyiops fulvicrura*	40
DIPTERA	Muscidae	*Hydrotaea* sp.	27
DIPTERA	Piophila	*Piophila* aff. *casei*	25
DIPTERA	Muscidae	*Hydrotaea nicholsoni*	13
DIPTERA	Fannidae	*Fannia* sp.	13
COLEOPTERA	Silphidae	*Oxelitrum anticola*	11
DIPTERA	Muscidae	*Ophyra ignava*	10
DIPTERA	Anthomyiidae	*Delia* sp.1	8
DIPTERA	Muscidae	*Brontaea* sp.	7
DIPTERA	Fannidae	*Fannia* aff. *grandis*	7
DIPTERA	Muscidae	*Muscina* sp.	5
DIPTERA	Calliphoridae	*Lucilia eximia*	4
DIPTERA	Anthomyiidae	*Anthomyia* aff. *punctipennis*	4
DIPTERA	Calliphoridae	*Calliphora nigribasis*	3
DIPTERA	Calliphoridae	*Compsomyiops callipes*	2
DIPTERA	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	2
DIPTERA	Sarcophagidae	*Peckia* sp.	2
DIPTERA	Sarcophagidae	sp.	2
COLEOPTERA	Carabidae	*Bembidium* sp.	2
DIPTERA	Anthomyiidae	*Delia* sp.2	1
DIPTERA	Anthomyiidae	*Leucophora* sp.	1
DIPTERA	Tipulidae	*Tipula* sp.	1
DIPTERA	Sarcophagidae	*Bluesoxipha* sp.	1
DIPTERA	Bibionidae	sp.	1

DIPTERA	Scatophagidae	*Scatophaga* sp.	1
COLEOPTERA	Staphylinidae	*Aleochara* sp.	1
TOTAL			641

4.6 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESUTADOS DE LA FRECUENCIA Y ABUNDANCIA DE ESPECÍMENES POR ESPECIE ÉPOCA SECA: BIOMODELO (CERDO) B

En la (Tabla 7), se muestra la abundancia de insectos donde se registraron 326 especímenes, en su mayoría pertenecen a la orden Diptera. Siendo la de mayor abundancia *Ophyra ignava* con 64 individuos, en otros estudios esta especie fue capturada durante noviembre y diciembre (primavera tardía), y fue la más abundante según trabajos anteriores de Costa *et al*. (2000) y Carvalho *et al*. (1984). *O. ignava*, se encontró también en muestras de autopsia a lo largo de todo el año en un estudio realizado en México (Flores, 2009). Luego, le sigue *Lucilia ochricornis* con 38 especímenes, *Compsomyiops verena* (36), en la que también es prevalente en Cogua, Cundinamarca, Colombia con características geográficas y tiempo similares (Sánchez y Fagua, 2014). El Orden Acari, fue el más abundante con 35 especímenes, sobre todo en etapa avanzada de descomposición, en fluidos y suelo que estaba en contacto con el cadáver, algunos individuos fueron observados como parásitos en dípteros, por ejemplo, en *Fannia* aff. *grandis*, así mismo se menciona este parasitismo en los trabajos de Juris *et al*. (1995) y Labud (2001), que también establecen relaciones variadas y complejas en estos dípteros. De *Oxelitrum* sp. se registraron 33 especímenes, que también fueron observados en estados inmaduros. De *Compsomyiops* sp.1 se recolectaron 28 especímenes y de *Mesembrinella* sp. (24), ésta última, restringida a la región neotropical donde frecuenta áreas con vegetación nativa no perturbada y se considera como asinantrópico (Mello, 1967; Toma y Carvalho, 1995; Nourteva,1963; En: Wolff (2013). Luego de *Compsomyiops peruviana* se registraron 24 especímenes, en Lima Perú esta especie es considerada frecuente (Dale y Prudot, 1987). *Oxelitrum discicolle* (12), esta especie fue encontrada alimentándose de larvas de díptero en la etapa activa. De Aleochariniae sp. nueve individuos, ésta especie también fue registrada en zonas boscosas de Uruguay, en épocas de invierno y primavera (Remedios-De León *et al*., 2017). Otros registros con pocos individuos fueron: *Chrysomya albiceps* (8), *Compsomyiops fulvicrura* (5), *Blaesoxipha* sp. y *Euryomma* sp. (4), Pleridae sp. (3), *Dichotomius* sp. y Lepidoptera sp. (2). Y el resto de las especies con un solo individuo, fueron: *Calliphora nigribasis, Sarconesia versicolor*, *Nerius* sp., Fannidae sp.1, Curculionidae sp., Lampyridae sp. y Tabanidae sp.

Tabla 7. Frecuencia y abundancia de especímenes época húmeda: Biomodelo (Cerdo) B

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CANTIDAD
DIPTERA	Muscidae	*Ophyra ignava*	64
DIPTERA	Calliphoridae	*Lucilia ochricornis*	38
DIPTERA	Calliphoridae	*Compsomyiops verena*	36
ACARI		sp.	35
COLEOPTERA	Silphidae	*Oxelitrum* sp.	33
DIPTERA	Calliphoridae	*Compsomyiops* sp.1	28
DIPTERA	Calliphoridae	*Mesembrinella* sp.	24
DIPTERA	Calliphoridae	*Compsomyiops peruviana*	12
COLEOPTERA	Silphidae	*Oxelitrum discicolle*	12
COLEOPTERA	Staphylinidae	Aleochariniae sp.	9
DIPTERA	Calliphoridae	*Chrysomya albiceps*	8
DIPTERA	Calliphoridae	*Compsomyiops fulvicrura*	5
DIPTERA	Sarcophagidae	*Blaesoxipha* sp.	4
DIPTERA	Fannidae	*Euryomma* sp.	4
LEPIDOPTERA	Pleridae	sp.	3
COLEOPTERA	Scarabaeidae	*Dichotomius* sp.	2
LEPIDOPTERA		sp.	2
DIPTERA	Calliphoridae	*Calliphora nigribasis*	1
DIPTERA	Calliphoridae	*Sarconesia versicolor*	1
DIPTERA	Neriidae	*Nerius* sp.	1
DIPTERA	Fannidae	Fannidae sp.1	1
COLEOPTERA	Curculionidae	sp.	1
COLEOPTERA	Lampyridae	sp.	1
DIPTERA	Tabanidae	sp.	1
			326

4.7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE FRECUENCIA Y ABUNDANCIA DE ESPECÍMENES POR ESPECIE ÉPOCA HÚMEDA: BIOMODELO (CERDO) C

En la (Tabla 8), se muestra el registro de 1056 individuos. Las especies con mayor abundancia son *Sarconesia versicolor* con 350 individuos, seguido de *Compsomyiops fulvicrura* (226), número similar registrado en la época seca. *Fannia* aff. *grandis* con 101 individuos, de esta especie se encontraron pocos registros en Sud América (Grisales *et al*., 2012). De *Hydrotaea nicholsoni* se registraron 96 individuos y a diferencia con la época seca hubo mayor dominancia de esta especie. Luego de *Compsomyiops callipes* se registraron 77 individuos, habiéndose hallado también en la época seca y al igual que *Sarconesia chlorogaster* (44),

Chlorobrachycoma splendida (36) y *Calliphora nigribasis* (15), se encontraron igualmente en la zona periurbana pero de la época seca en el estudio de Castillo *et al*. (2017). De *Anthomyia* aff. *punctipennis* se registraron 34 especímenes, *Anthomyia* sp. (15), *Compsomyiops verena* (12) y en menor abundancia *Oxelytrum anticola* (8), *Piophila* aff. *casei* (7), *Ophyra ignava* (6), *Fannia* aff. *fusconotata* (5), *Lucilia peruviana* (5), ésta última especie también fue reportada en los bosques húmedos de Ibagué – Colombia (Navarro, 2011). De *Leucophora* sp. se registraron cuatro especímenes, de *Bluesoxipha* sp. (3) y de *Bembidium* sp. (2). Un solo espécimen de *Acalyptrata* sp., *Creophilus maxilosus*, *Cyrtoneuropsis* sp., *Lucilia eximia*, *Oxelytrum apicale*, Diplopoda sp., Formicidae sp., Hymenoptera sp., *Paederus* sp. y Syrphidae sp.

Tabla 8. Frecuencia y abundancia de especímenes época húmeda: Biomodelo (Cerdo) C

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CANTIDAD
DIPTERA	Calliphoridae	*Sarconesia versicolor*	350
DIPTERA	Calliphoridae	*Compsomyiops fulvicrura*	226
DIPTERA	Fannidae	*Fannia* aff. *grandis*	101
DIPTERA	Muscidae	*Hydrotaea nicholsoni*	96
DIPTERA	Calliphoridae	*Compsomyiops callipes*	77
DIPTERA	Calliphoridae	*Sarconesia chlorogaster*	44
DIPTERA	Calliphoridae	*Chlorobrachycoma splendida*	36
DIPTERA	Anthomyidae	*Anthomyia* aff. *punctipennis*	34
DIPTERA	Anthomyidae	*Anthomyia* sp.	15
DIPTERA	Calliphoridae	*Calliphora nigribasis*	15
DIPTERA	Calliphoridae	*Compsomyiops verena*	12
COLEOPTERA	Silphidae	*Oxelytrum anticola*	8
DIPTERA	Piophilidae	*Piophila* aff. *casei*	7
DIPTERA	Muscidae	*Ophyra ignava*	6
DIPTERA	Fannidae	*Fannia* aff. *fusconotata*	5
DIPTERA	Calliphoridae	*Lucilia peruviana*	5
DIPTERA	Anthomyidae	*Leucophora* sp.	4
DIPTERA	Sarcopahgidae	*Bluesoxipha* sp.	3
COLEOPTERA	Carabidae	*Bembidium* sp.	2
DIPTERA	Acalyptrata	*Acalyptrata* sp.	1
COLEOPTERA	Staphylinidae	*Creophilus maxilosus*	1
DIPTERA	Muscidae	*Cyrtoneuropsis* sp.	1
DIPTERA	Calliphoridae	*Lucilia eximia*	1
COLEOPTERA	Silphidae	*Oxelytrum apicale*	1
DIPLOPODA	Diplopoda	sp.	1
HYMENOPTERA	Formicidae	sp.	1

HYMENOPTERA	Hymenoptera	sp.	1
COLEOPTERA	Staphylinidae	*Paederus* sp	1
DIPTERA	Syrphidae	sp.	1
TOTAL			1056

4.8 ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LA FRECUENCIA Y ABUNDANCIA DE ESPECÍMENES POR ESPECIE ÉPOCA HÚMEDA: BIOMODELO (CERDO) D

Se obtuvo un total de 104 individuos (Tabla 9). La especie más predominante fue *Fannia* aff*. fusconotata* con 16 individuos, esta especie también es reportada para Rivadavia y Jáchal en Argentina (Sosa, 2019). De *Compsomyiops verena* se registraron 15 individuos, de *Compsomyiops fulvicrura* (12), *Fannia* aff*. grandis* (11), *Ophyra ignava* (9), *Sarconesia chlorogaster* (8), esta última especie estuvo también presente en El Alto. De *Mydaea nuvibena* siete individuos registrados, los estudios de este género cosmopolita en la región neotropical son muy escasos (Carvalho, 2002 y Patitucci, 2010). De *Oxelytrum anticola* y *Mesembrinella* sp. se registraron cinco especímenes, de *Sarconesia versicolor* (3), que fue la de mayor abundancia en El Alto, y de Meliponiini sp.2 (2). Solamente fueron registrados un individuo de *Acalyptrata* sp., *Anthomyia* sp., *Bluesoxipha* sp., *Lucilia peruviana* (especie que también se encontró en bosques húmedos Ibagué – Colombia, según Navarro, 2011), Muscidae sp.1, *Nematocera* sp., *Neomuscina paralis, Neomuscina tinctinervis* y *Piophila* aff*. casei*.

Tabla 9. Frecuencia y abundancia de especímenes época húmeda: Biomodelo (Cerdo) D

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CANTIDAD
DIPTERA	Fannidae	*Fannia* aff. *fusconotata*	16
DIPTERA	Calliphoridae	*Compsomyiops verena*	15
DIPTERA	Calliphoridae	*Compsomyiops fulvicrura*	12
DIPTERA	Fannidae	*Fannia* aff. *grandis*	11
DIPTERA	Muscidae	*Ophyra ignava*	9
DIPTERA	Calliphoridae	*Sarconesia chlorogaster*	8
DIPTERA	Muscidae	*Mydaea nuvibena*	7
COLEOPTERA	Silphidae	*Oxelytrum anticola*	7
DIPTERA	Calliphoridae	*Mesembrinella* sp.	5
DIPTERA	Calliphoridae	*Sarconesia versicolor*	3
HYMENOPTERA	Apidae	sp. (tribu Meliponiini)	2
DIPTERA	Acalyptrata	*Acalyptrata* sp.	1
DIPTERA	Anthomyidae	*Anthomyia* sp.	1
DIPTERA	Sarcophagidae	*Bluesoxipha* sp.	1

DIPTERA	Calliphoridae	*Lucilia peruviana*	1
DIPTERA	Muscidae	sp.1	1
DIPTERA	Nematocera	*Nematocera* sp.	1
DIPTERA	Muscidae	*Neomuscina paralis*	1
DIPTERA	Muscidae	*Neomuscina tinctinervis*	1
DIPTERA	Piophilidae	*Piophila* aff. *casei*	1
			104

4.9 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LA TABLA DE OCURRENCIA SEGÚN ETAPAS DE DESCOMPOSICIÓN, ÉPOCA DEL AÑO, TEMPERATURA Y HUMEDAD

En la Tabla 10 se aprecia las especies de dípteros por su importancia en el estudio de igual manera algunos coleópteros y especies de artrópodos accidentales. Por lo que los resultados de sucesión se muestran separados por localidad, época y biomodelos. Finalmente se muestran los gráficos de datos del tiempo, temperatura y humedad, obtenidas por el termohigrómetro y corroborados por el SENAMHI. Cada tabla presenta la comparación entre dos épocas y un solo ambiente. Los biomodelos (cerdos) A y C corresponden a El Alto y los B y D a Coroico. El término "A", en el contenido de la tabla corresponde a especímenes adultos; el término "H", a huevos; finalmente "L", a larvas. El color naranja corresponde a la etapa de descomposición en fresco; el color verde a hinchado; rosa a descomposición activa, y; celeste a descomposición avanzada (Tabla 10).

4.9.1 OCURRENCIA SEGÚN ETAPAS DE DESCOMPOSICIÓN, ÉPOCA SECA Y HÚMEDA: BIOMODELOS (CERDO) A Y C

En el Cerdo A, los especímenes encontrados en los primeros días de descomposición cadavérica en ambas épocas, fueron adultos de la familia Muscidae (*Ophyra ignava*), probablemente se deba a que son predadoras en su etapa L3 y los adultos frecuentan la materia orgánica en descomposición, especialmente de cadáveres, donde actúan como predadores de larvas de dípteros, como se menciona en Couri *et al*. (2009), Byrd & Castner (2001) y Patitucci (2010). *Ophyra ignava*, es una especie que se adapta a las diferentes condiciones climáticas, pero en los biomodelos se presentan casi en todas las etapas de descomposición, excepto en la avanzada. Por otro lado, muchas especies pertenecientes a la familia de Muscidae, están presentes en áreas altamente urbanizadas, como indica (Patitucci, 2010), a diferencia de las áreas periurbanas en la que no se registraron en el trabajo de Castillo *et al*. (2017). La familia Anthomyiidae, la especie *Delia* sp.1, es considerada plaga por encontrarse más en cultivos y algunas especies de ese género son saprófagas (Meraz-álvarez *et al.*, 2020). *Delia* sp.1, fue registrada en las etapas fresco y en la de descomposición

activa en la época seca. *Sarconesia versicolor* y *Sarconesia chlorogaster*, predominan en todas las etapas de descomposición en las dos épocas, encontrándose algunos huevos y abundantes larvas, y adultos. Ambas especies son representativas en el área periurbana de nuestro país (Castillo *et al*., 2017), así como también *Chlorobrachycoma splendida*, que se encuentra en todas las etapas de descomposición, excepto en la etapa en fresco, de la época seca. De igual manera *Calliphora nigribasis*, se encontró más en la época húmeda qué en la seca, en las etapas hinchado y activa, al igual que en el estudio de Martinez y Duque, (2007), realizado en Colombia. Con escasa frecuencia *Compsomyiops callipes* colonizó en la etapa en fresco y avanzado, en la época seca. *C. callipes*, en la época húmeda aparece en todas las etapas, siendo las condiciones climáticas más favorables para esta especie, casos similares se mencionan en un estudio realizado en un área desértica, pero con temperatura favorable (Núñez - Vázquez, 2011). *Compsomyiops fulvicrura,* coloniza el biomodelo en todas las etapas de descomposición, excepto la etapa en fresco e hinchado, de la época seca, como se menciona en un estudio similar, en un área periurbana (Castillo *et al*., 2017). De igual manera *Compsomyiops Verena,* se encuentra en la época húmeda, corroborando el estudio realizado en Cogua, Cundinamarca, Colombia, donde aparece en las primeras etapas de descomposición (Sánchez & Fagua, 2014). *Chrysomya megacephala*, coloniza el cadáver únicamente en la etapa activa de descomposición, en otros estudios similares hace su aparición en etapas hinchado y activa, durante el verano, por ejemplo, en Lambayeque Perú (Calderón-Arias & Villacorta-Angulo, 2015). *Lucilia eximia*, se registró en la etapa activa de la época seca y en la de hinchado de la época húmeda, en ambas en una sola oportunidad, siendo esta especie muy común en los trópicos de América y es un referente en las investigaciones criminales (Vargas, 1999 y Delgado *et al*., 2019). En otros estudios indican que *L. eximia*, suele mantenerse hasta en restos secos (Navarro, 2011). *Lucilia peruviana*, se ha registrado al menos un día en cada estado de descomposición en la época húmeda, pero no así en la época seca. En otros estudios *L. peruviana*, se presenta en la etapa hinchado, por ejemplo, en los bosques húmedos de Ibagué – Colombia (Navarro, 2011). Los dípteros de la familia Muscidae, como *Brontaea* sp. y *Muscina* sp., solamente estuvieron presentes en la época seca y en descomposición activa. *Hydrotaea* sp. fue encontranda en etapa de hinchado y activa, y esta especie es considerada de importancia médica y forense, como se menciona en Perez & Wolff (2011). *Hydrotaea nicholsoni,* fue registrada en todas las etapas de descomposición cadavérica de ambas épocas sobre todo en la etapa hinchado y avanzado, excepto en la etapa fresco de la época seca, esta especie posee un grado de sinantropia y es de importancia sanitaria (Nihei & Domínguez, 2002). *Cyrtoneuropsis* sp. y *Peckia* sp., fueron registradas en una sola oportunidad, en la etapa activa de la época seca e hinchado, en la época húmeda. El género *Peckia*, en Colombia se encuentra generalmente entre los 300-

1900 m s.n.m. y categorizada como necrófaga – omnívora (Montoya *et al*., 2009 y Navarro, 2011). *Bluesoxipha* sp, registrada en una sola oportunidad en etapas iniciales e hinchado en la época húmeda y en la época seca se encontró en la etapa de descomposición avanzada, conjuntamente con Sarcophagidae sp. y *Scatophaga* sp. *Delia* sp.2, se encuentra únicamente en la descomposición activa de la época seca. *Anthomyia* aff. *punctipennis* y *Antohomyia* sp., se encontraron en su mayoría en la etapa de descomposición avanzada en ambas épocas. *Leucophora* sp., se registró solamente en una oportunidad en la etapa de descomposición activa, de la época seca y en dos oportunidades en la etapa hinchado, y una en la activa, de la época húmeda. *Fannia* sp., se encontró en abundancia en la descomposición activa de la época seca, al igual que en el área periurbana y en la misma época del año (Castillo *et al*., 2017), a diferencia de *Fannia* aff. *grandis*, que se encontró en la etapa avanzada de la época seca y en todas las etapas de descomposición de la época húmeda. De *Fannia* aff. *fusconotata*, hubo pocos registros encontrándose solamente en la etapa hinchado, probablemente se deba a que en esas etapas los fluidos se extravasan por los orificios naturales y favorecen a su desarrollo. *Piophila* aff. *casei*, aparecieron en estados avanzados de descomposición, en estudios anteriores aparecieron en la época seca y muy poco en la época húmeda y se encontraron en la etapa hinchado y avanzado, según Navarro (2011). También se observó la presencia de *Oxelitrun anticola* en las etapas de descomposición activa y avanzada de la época seca y muy escaso, en la época húmeda en las etapas de fresco, hinchado, activo y avanzado. Por lo general *O. anticola,* frecuenta la carroña para alimentarse de los estados inmaduros de dípteros y también del cuerpo en descomposición. Otras especies, se encontraron en una sola oportunidad y en alguna etapa de descomposición, así *Acalyptrata* sp. (fresco, época húmeda); *Tipula* sp. (fresco, época seca); Syrphidae sp. (hinchada época húmeda); Biblionidae (activa, época seca); *Creophilus maxilosus* (hinchado, época húmeda); *Paedereus* sp. (avanzada, época húmeda); y *Oleochara* sp. (avanzada, época seca). Además, se encontraron especies accidentales, como *Bembidium* sp., Formicidae sp., Hymenoptera sp., Diplopoda sp.

TABLA 10. Ocurrencia según etapas de descomposición, época seca y húmeda: Biomodelos (cerdo) A y C

EL ALTO — SECA

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	23.5	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	2.6	3.6	4.6	5.6	6.6	6.6	7.6	10.6	11.6	13.6	14.6	15.6	16.6	17.6	18.6	19.6	24.6	25.6	27.6	28.6	1.7	2.7	3.7	4.7	5.7	8.7	9.7	22.7	25.7	26.7	1.8
			FRESCO						HINCHADO				DESCOMPOSICIÓN ACTIVA												DESCOMPOSICIÓN AVANZADA														
Diptera	Calliphoridae	*Sarconesia versicolor*				A	A-	A		A	A-L	A	L		L	A-L	A	A-L	A	A-L	L	L	L	A		L	L	L	L	A-L		A		A	A	A-L			
Diptera	Calliphoridae	*Sarconesia chlorogaster*					H				L				A-L	L	A	L		L		A	L	A			A			L	L							A	
Diptera	Calliphoridae	*Chlorobrachycoma splendida*								A			A	A	A		A	A	A	A	A	A							A	A	A					A			
Diptera	Calliphoridae	*Calliphora nigribasis*									A						A		A																				
Diptera	Calliphoridae	*Compsomyiops callipes*						A																													L		
Diptera	Calliphor	*Compsomyiops fulvicrura*													A		A		A	A	A		A		A				A	A		A		A	A		L		
Diptera	Calliphor	*Compsomyiops verena*																																					
Diptera	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*																		A																			
Diptera	Calliphoridae	*Lucilia eximia*															A																						
Diptera	Calliphoridae	*Lucilia peruviana*																																					
Diptera	Muscidae	*Brontaea* sp.															A		A		A	A																	
Diptera	Muscidae	*Muscina sp.*															A		A		A																		
Diptera	Muscidae	*Hydrotaea* sp.									A					A		A				A	A																
Diptera	Muscidae	*Hydrotaea nicholsoni*								A							A													A	A	A	A		A			L	
Diptera	Muscidae	*Ophyra ignava*	A	A	A				A									A																					
Diptera	Muscidae	*Cyrtoneuropsis* sp.																																					
Diptera	Sarcophagidae	*Peckia* sp.																A																					
Diptera	Sarcophagidae	*Bluesoxipha* sp.																									A												
Diptera	Sarcophagidae	sp.																									A		A										
Diptera	Scatophagidae	*Scatophaga* sp.																						A															

EL ALTO — HUMEDA

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	11.9	12.9	14.9	19.9	20.9	22.9	23.9	24.9	25.9	26.9	27.9	28.9	29.9	30.9	1.10	2.10	3.10	7.10	8.10	9.10	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	21.1	23.1	24.1
			FRESCO							HINCHADO								DESCOMPOSICIÓN ACTIVA										ESCOMPOCISIÓN AVANZADA							
Diptera	Calliphoridae	*Sarconesia versicolor*	L					A	L-A	A	L	L-A	L-A	L-A	L-A	L-A	L-A	L-A	L-A	L	A	L	L	L		L-A	L-A		A		A		A		
Diptera	Calliphoridae	*Sarconesia chlorogaster*									A	A	L-A	A	A	A	L	L	A	L-A	A	L		L			L		A						
Diptera	Calliphoridae	*Chlorobrachycoma splendida*							A				A						A	L-A	A			L			L		A		A		A		
Diptera	Calliphoridae	*Calliphora nigribasis*						A			A	A	A	A	A		A	L		A				L							A				
Diptera	Calliphoridae	*Compsomyiops callipes*				A	A		A		A		L			A	L-A	L		L		L-A		L	A			A	A			A	A	A	L
Diptera	Calliphor	*Compsomyiops fulvicrura*						A		A	A	A	A	A	A	A				A	A								A						
Diptera	Calliphor	*Compsomyiops verena*						A				A																							
Diptera	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*																																	
Diptera	Calliphoridae	*Lucilia eximia*													A																				
Diptera	Calliphoridae	*Lucilia peruviana*					A										A	L													A				
Diptera	Muscidae	*Brontaea* sp.																																	
Diptera	Muscidae	*Muscina sp.*																																	
Diptera	Muscidae	*Hydrotaea* sp.																																	
Diptera	Muscidae	*Hydrotaea nicholsoni*		A	A						A	A	A	A		A	A	L		A	A	A		L				A	A		A		A		L
Diptera	Muscidae	*Ophyra ignava*							A													A									A				
Diptera	Muscidae	*Cyrtoneuropsis* sp.										A																							
Diptera	Sarcophagidae	*Peckia* sp.																																	
Diptera	Sarcophagidae	*Bluesoxipha* sp.						A					L																						
Diptera	Sarcophagidae	sp.																																	
Diptera	Scatophagidae	*Scatophaga* sp.																																	

TABLA 11 (Continuación). Ocurrencia según etapas de descomposición, época seca y húmeda: Biomodelos (cerdo) A y C

EL ALTO			SECA																																				
OR DEN	FAMILIA	ESPECIE	23.5	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	2.6	3.6	4.6	5.6	6.6	6.6	7.6	10.6	11.6	13.6	14.6	15.6	16.6	17.6	18.6	19.6	24.6	25.6	27.6	28.6	1.7	2.7	3.7	4.7	5.7	8.7	9.7	22.7	25.7	26.7	1.8
			FRESCO						HINCHADO				DESCOMPOSICIÓN ACTIVA												DESCOMPOSICIÓN AVANZADA														
Diptera	Anthomyiidae	*Delia* sp.1	A	A	A	A		A						A																									
Diptera	Anthomyiidae	*Delia* sp.2																		A																			
Diptera	Anthomyiidae	*Anthomyia* aff. *punctipenni*										A																		A									
Diptera	Anthomyidae	*Anthomyia* sp.																																					
Diptera	Anthomyiidae	*Leucophora* sp.															A																						
Diptera	Fannidae	*Fannia* sp.													A		A	A	A	A	A	A	A	A															
Diptera	Fannidae	*Fannia* aff. *grandis*																												A	A				A				
Diptera	Fannidae	*Fannia* aff. *fusconotata*																																					
Diptera	Piophila	*Piophila* aff. *casei*																									A		A	A		A					A-L		
Diptera-Acalyptrata		sp.																																					
Diptera	Tipulidae	*Tipula* sp.				A																																	
Diptera	Syrphidae	sp.																																					
Diptera	Bibionidae	sp.																										A											
Coleoptera	Silphidae	*Oxelitrum anticola*											A					A						A	A	A	A	A		A									
Coleoptera	Silphidae	*Oxelytrum apicale*																																					
Coleoptera	Staphylinidae	*Creophilus maxilosus*																																					
Coleoptera	Staphylinidae	*Paederus* sp.																																					
Coleoptera	Staphylinidae	*Aleochara* sp.																										A											
Coleoptera	Carabidae	*Bembidium* sp.																															A						
Hymenoptera	Formicidae	sp.																																					
Hymenoptera		sp.																																					
Diplopoda		sp.																																					

EL ALTO			HUMEDA																																
OR DEN	FAMILIA	ESPECIE	11.9	12.9	14.9	19.9	20.9	22.9	23.9	24.9	25.9	26.9	27.9	28.9	29.9	30.9	1.10	2.10	3.10	7.10	8.10	9.10	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	21.1	23.1	24.1
			FRESCO							HINCHADO								DESCOMPOSICIÓN ACTIVA										ESCOMPOCISIÓN AVANZAD							
Diptera	Anthomyiidae	*Delia* sp.1																																	
Diptera	Anthomyiidae	*Delia* sp.2																																	
Diptera	Anthomyiidae	*Anthomyia* aff. *punctipenni*			A																A			L				A	A		A		A		L
Diptera	Anthomyidae	*Anthomyia* sp.															A			A								A	A	A			A		
Diptera	Anthomyiidae	*Leucophora* sp.								A							L												A						
Diptera	Fannidae	*Fannia* sp.																																	
Diptera	Fannidae	*Fannia* aff. *grandis*		A	A						A	A	A				L-A	L	A	A	A	A		L				A	A	A	A		A		L
Diptera	Fannidae	*Fannia* aff. *fusconotata*										A					A																		
Diptera	Piophila	*Piophila* aff. *casei*															A															A			A
Diptera-Acalyptrata		sp.				A																													
Diptera	Tipulidae	*Tipula* sp.																																	
Diptera	Syrphidae	sp.											L																						
Diptera	Bibionidae	sp.																																	
Coleoptera	Silphidae	*Oxelitrum anticola*						A									A					A						A	A						
Coleoptera	Silphidae	*Oxelytrum apicale*																											A						
Coleoptera	Staphylinidae	*Creophilus maxilosus*										A																							
Coleoptera	Staphylinidae	*Paederus* sp.																											A						
Coleoptera	Staphylinidae	*Aleochara* sp.																																	
Coleoptera	Carabidae	*Bembidium* sp.										A																							
Hymenoptera	Formicidae	sp.																										A							
Hymenoptera		sp.																											A						
Diplopoda		sp.										A																							

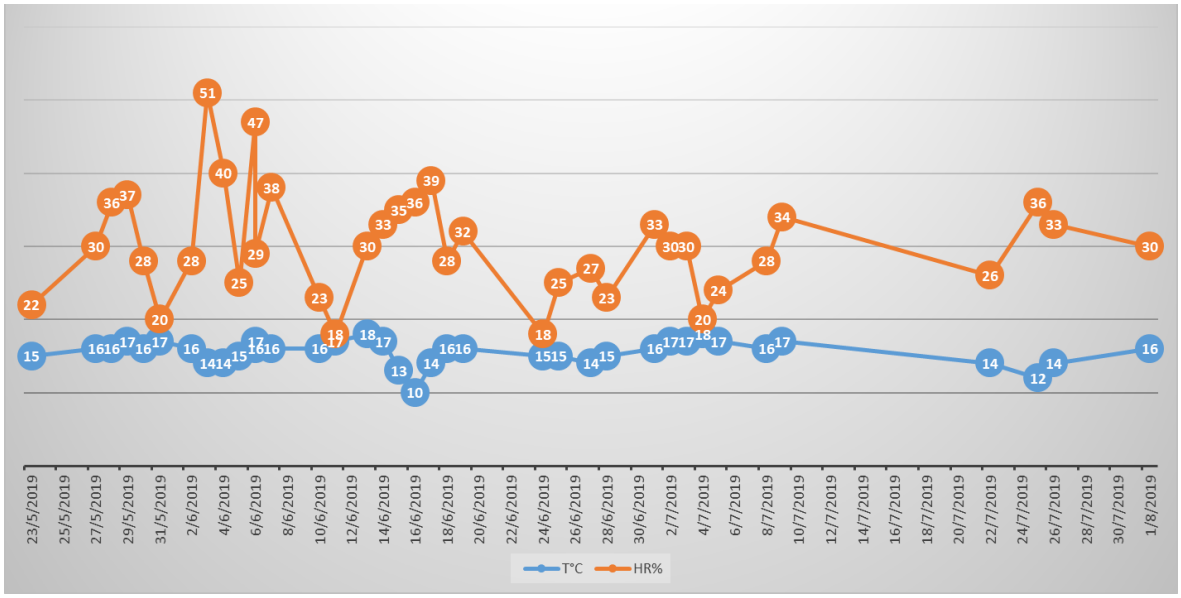
Nota: A=Adulto; L=Larva; H=Huevo

9.10 DATOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN LAS ÉPOCAS SECA Y HÚMEDA DEL MUNICIPIO DE EL ALTO

Para corroborar los datos obtenidos en la presente investigación con el termohigrómetro, se comparó con los datos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), no existiendo una variación significativa de temperatura, se tomó en cuenta el máximo valor de temperatura por existir el registro en su mayoría entre horas 11.00 - 15:00. La estación meteorológica del SENAMHI, se encuentra ubicada en el Aeropuerto Internacional de El Alto, a 2 Km de distancia del campus de la Universidad Pública de El Alto.

En la Figura 12, se detallan los datos de Temperatura y Humedad, donde se registró un promedio de temperatura de 15,5°C; siendo la máxima de 18°C y la mínima de 10°C. En cuanto a la Humedad, se obtuvo un promedio de 30,3%, siendo la máxima de 51% y la mínima de 18%.

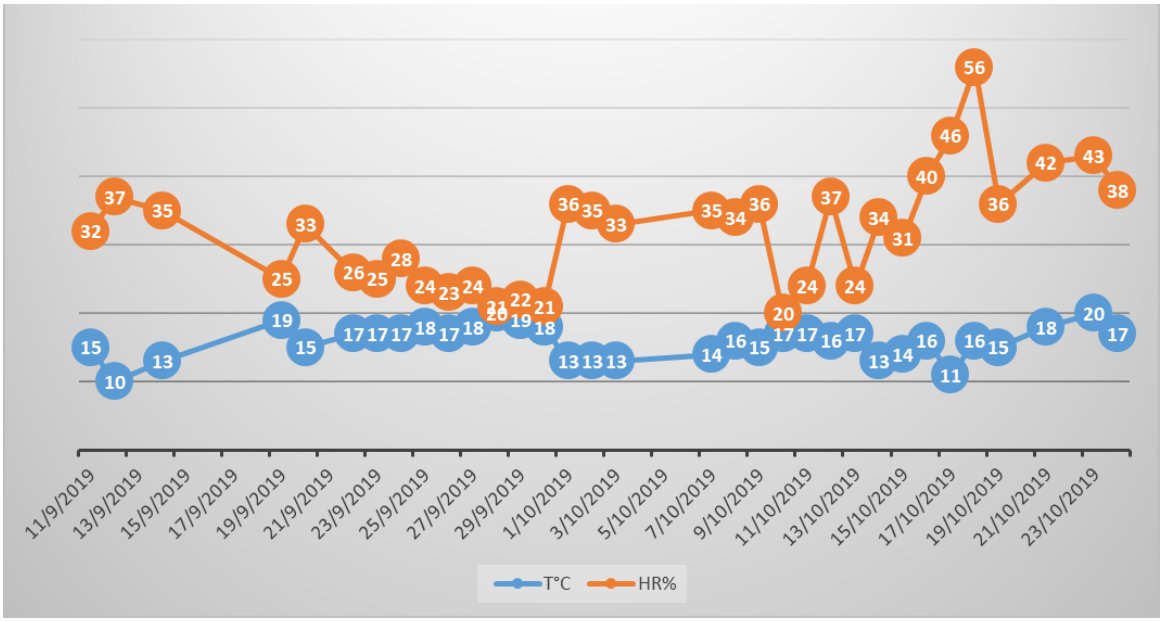
Figura 12. Temperatura y humedad en la época seca del municipio de El Alto, 2019



Nota: Color azul=Temperatura; Color naranja=Humedad

En cuanto a la época húmeda en la Figura 8, se observa un promedio en la Temperatura de 15,8°C y 32% de humedad. Donde, se tiene una máxima Temperatura de 20°C y una mínima de 10°C, en cuanto a la Humedad, se tiene una máxima de 56% y una mínima de 20%.

Figura 13. Temperatura y humedad en la época húmeda del municipio de El Alto, 2019



Nota: Color azul=Temperatura; Color naranja=Humedad

9.11 OCURRENCIA SEGÚN ETAPAS DE DESCOMPOSICIÓN, ÉPOCA SECA Y HÚMEDA BIOMODELOS (CERDO): B Y D

En la Tabla 13, se observa la presencia de artrópodos que se encontraron en torno al biomodelo, siendo más abundante en la época seca, también debido a que se realizaron mayores días de colecta. En la época seca se registraron mayor número de individuos de *Ophyra ignava*, desde la etapa fresca hasta la avanzada y en *Compsomyiops verena*, en la etapa fresca hasta la activa y en la época húmeda se la pudo encontrar en la etapa hinchado, al igual que en El Alto, en la misma época. Luego *Calliphora nigribasis*, solamente se registró en la etapa fresco de la época seca, al igual que otros dípteros como *Nerius* sp., Tabanidae sp. y Coleópteros de las familias Curculionidae y Lampiridae. *Compsomyiops peruviana*, colonizó el biomodelo en las etapas fresco, en ambas épocas del año, e hinchado y activa, en la época seca. *Mesembrinella* sp.1, aparece en la época seca en el biomodelo en descomposición fresca hasta avanzada, fresco e hinchado en la época húmeda. *Mesembrinella* sp.1, se encuentran en áreas con vegetación nativa no perturbada, y Nourteva (1963) y Echeverry (2013), la consideran como asinantrópica, es por eso que no se hace presente en El Alto. *Compsomyiops* sp.1 y *Chrysomya albiceps*, fueron encontradas en la época seca, la primera especie registrada en las etapas en fresco, hinchado y activo, y la segunda solamente en fresco e hinchado. De *Compsomyiops fulvicrura,* fueron raros los registros en las primeras etapas de en fresco e hinchado, de la época húmeda y en fresco hasta activa, en la época seca

coincidente con el estudio de Castillo *et al.* (2017), realizado en El Alto. *Sarconesia versicolor*, aparece únicamente en las etapas activa de la época seca y esqueletización en la época húmeda, a diferencia de El Alto, esta especie fue menos abundante. *Lucilia ochricornis*, solamente se registró en las etapas en fresco y en descomposición activa de la época seca, siendo principalmente asociada a zonas rurales y exhibiendo distintas preferencias de hábitat, y exposición solar intermedia (Acosta *et al*., 2020). *Euryomma* sp., se encontró en las etapas en fresco, hinchado y activa, de la época seca, no así en El Alto. Fannidae sp.1, se registró en la etapa de esqueletización en la época seca. *Fannia* aff. *fusconotata* y *Fannia* aff. *grandis*, colonizaron el biomodelo en todas las etapas de descomposición en la época húmeda, siendo similar la abundancia de la primera especie en El Alto y en la misma época, pero en Coroico se encontró en la etapa hinchada. *Blaesoxipha* sp., se encontró en las etapas iniciales de ambas épocas, esta especie frecuenta regiones de climas tropicales y subtropicales (Shewell, 1987; Pape, 1996; Pape *et a*l. 2009; Pape *et al*. 2011), en el Estado de Minas Gerais, Brasil, se encontró en las etapas hinchado, descompuesto y seco (Paseto *et al.*, 2019). *Piophila* aff. *casei*, *Neomuscina paralis*, Muscidae sp. y *Anthomyia* sp., fueron registrados en una sola oportunidad en la etapa de descomposición activa (biomodelo) de la época húmeda. Muscidae sp., se encontró en la etapa hinchado. *Mydaea nuvibena*, se encontró en la época húmeda, en las etapas en fresco, hinchado y activo. *Neomuscina tinctinervis,* en la etapa de descomposición activa. Por lo observado estas especies se encuentran en condiciones climáticas muy favorables, ya que la mayoría no ocurren en regiones muy áridas o regiones extremadamente frías, como picos nevados de alta montaña (Perez & Wolff, 2011). Diptera - Acalyptrata sp., solamente fue registrada en la etapa en fresco de la época húmeda, esta especie ha sido poco mencionada en la literatura Sudamericana, al igual que *Nerius* sp. siendo ésta una especie polinizadora y únicamente aparece en la etapa en fresco, de la época seca conjuntamente con Tabanidae sp., que es de interés médico veterinario. En la etapa activa y avanzada aparecen abundantes larvas de *Oxelitrum* sp., lo que evidencia que se alimentan de otras especies de larvas de dípteros. Además, los adultos de *Oxelitrum anticola* aparecen en casi todas las etapas mencionadas, hasta la de esqueletización en la época seca, y descomposición activa y avanzada, en la época húmeda. También se pudo evidenciar la presencia de *Oxelitrum discicolle*, en las etapas activa y avanzada de la época seca. Aleocharinae sp. (Staphylinidae), aparece en todas las etapas de descomposición y es más abundante en la etapa de esqueletización en la época seca, en un estudio anterior indica que es muy abundante en ecosistemas sobre la Cordillera Oriental de Colombia (Sissa-Dueñas & Navarrete-Heredia, 2016). Entre otras especies que fueron registradas, son de la familia Curculionidae y Lampyridae, en la etapa en fresco de la época seca. también está la familia Scarabaeidae con *Dichotomius* sp., encontrado en la etapa de esqueletización, donde también se observó la presencia de ácaros, en ambas

épocas. De la familia Pleridae, se registró una especie en la etapa hinchado, activo y avanzado, probablemente es una especie accidental.

TABLA 12. Ocurrencia según etapas de descomposición época seca y húmeda: Biomodelos (cerdo) B y D

COROICO			SECA																	HUMEDA							
ORDEN	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	20.5	23.5	23.5	27.5	29.5	30.5	30.5	31.5	2.6	2.6	6.6	10.6	21.6	22.6	22.6	8.7	15.7	18.7	22.7	25.7	30.7	4.8	18.9	22.9
			F			H	D.AC				D.AV			E					F	H	DA	D.AC	D.AC	D.AV	E	E
Diptera	Calliphoridae	*Compsomyiops verena*		A		A	A	A												A						
Diptera	Calliphoridae	*Calliphora nigribasis*			A																					
Diptera	Calliphoridae	*Compsomyiops peruviana*		A	A	A	A	A											A							
Diptera	Calliphoridae	*Sarconesia chlorogaster*																								A
Diptera	Calliphoridae	*Mesembrinella sp.*	A		A	A	A	A					A						A	A						
Diptera	Calliphoridae	*Compsomyiops* sp.1	A		A	A	A	A																		
Diptera	Calliphoridae	*Chrysomya albiceps*		A	A	A																				
Diptera	Calliphoridae	*Compsomyiops fulvicrura*	A				A			A									A	A						
Diptera	Calliphoridae	*Sarconesia versicolor*							A																	A
Diptera	Calliphoridae	*Lucilia ochricornis*		A	A	A	A																			
Diptera	Fannidae	*Euryomma* sp.			A	A						A	A													
Diptera	Fannidae	sp.1													A	A										
Diptera	Fannidae	*Fannia* aff. *fusconotata*																	A		A	A	A	A	A	
Diptera	Fannidae	*Fannia* aff. *grandis*																	A				A		A	
Diptera	Sarcophagidae	*Blaesoxipha* sp.	A	A																A						
Diptera	Piophilidae	*Piophila* aff. *cesei*																				A				
Diptera	Muscidae	*Ophyra ignava*			A	A	A	A			A	A														
Diptera	Muscidae	sp.1																		A						
Diptera	Muscidae	*Mydaea nuvibena*																	A	A			A			
Diptera	Muscidae	*Neomuscina paralis*																		A						
Diptera	Muscidae	*Neomuscina tinctinervis*																				A				
Diptera	Muscidae	*Ophyra ignava*																	A	A				A	A	
Diptera-Acalyptrata		sp.																	A							
Diptera	Anthomyiidae	*Anthomyia* sp.																					A			
Diptera	Neriidae	*Nerius* sp.	A																							
Diptera	Tabanidae	sp.		A																						
Coleoptera	Silphidae	*Oxelitrum* sp.										L	L	L		L	L									
Coleoptera	Silphidae	*Oxelytrum anticola*																	A			A			A	
Coleoptera	Silphidae	*Oxelitrum discicolle*						A				A	A													
Coleoptera	Staphylinidae	sp.		A		A	A							A		A		A								
Coleoptera	Histeridae	*Euspilotus azureus*																								
Coleoptera	Curculionidae	sp.		A																						
Coleoptera	Lampyridae	sp.		A																						
Coleoptera	Scarabaeidae	*Dichotomius* sp.														A		A								
Lepidoptera	Pleridae	sp.				A	A				A															
Diptera-Nematocera		sp.																		A						
Hymenoptera	Apidae	sp.																	A							
Lepidoptera		sp.											A													
Acari		sp.						A						A		A	A									

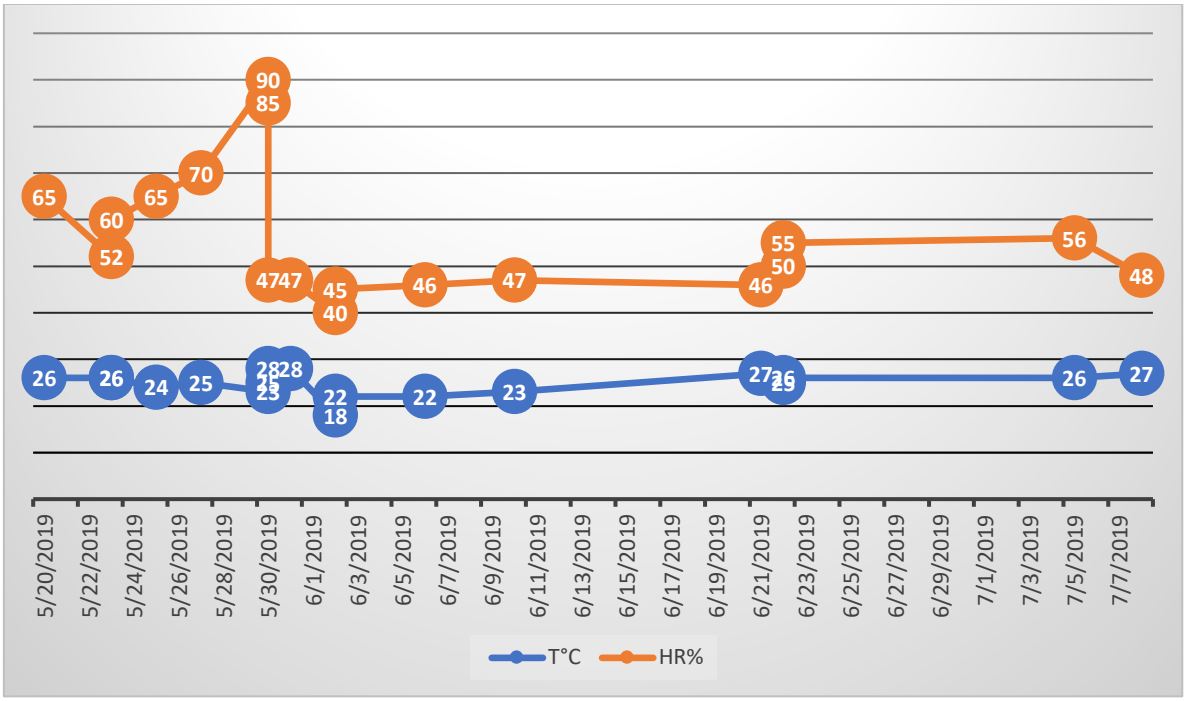
Nota: A=Adulto; L=Larva; H=Huevo

9.12 TEMPERATURA Y HUMEDAD EN LAS ÉPOCAS SECA Y HÚMEDA DEL MUNICIPIO DE COROICO

Solamente, se obtuvieron datos por medio del termohigrómetro, por la falta de una estación meteorológica cercana al Municipio de Coroico.

En la Figura 9, se muestra la temperatura y humedad en la época seca. Donde el promedio fue de 24,8°C de temperatura y 56,3% de humedad. Con una máxima de 28°C y una mínima de 18°C de temperatura. En cuanto a la humedad, la máxima fue de 47% y la mínima de 40%.

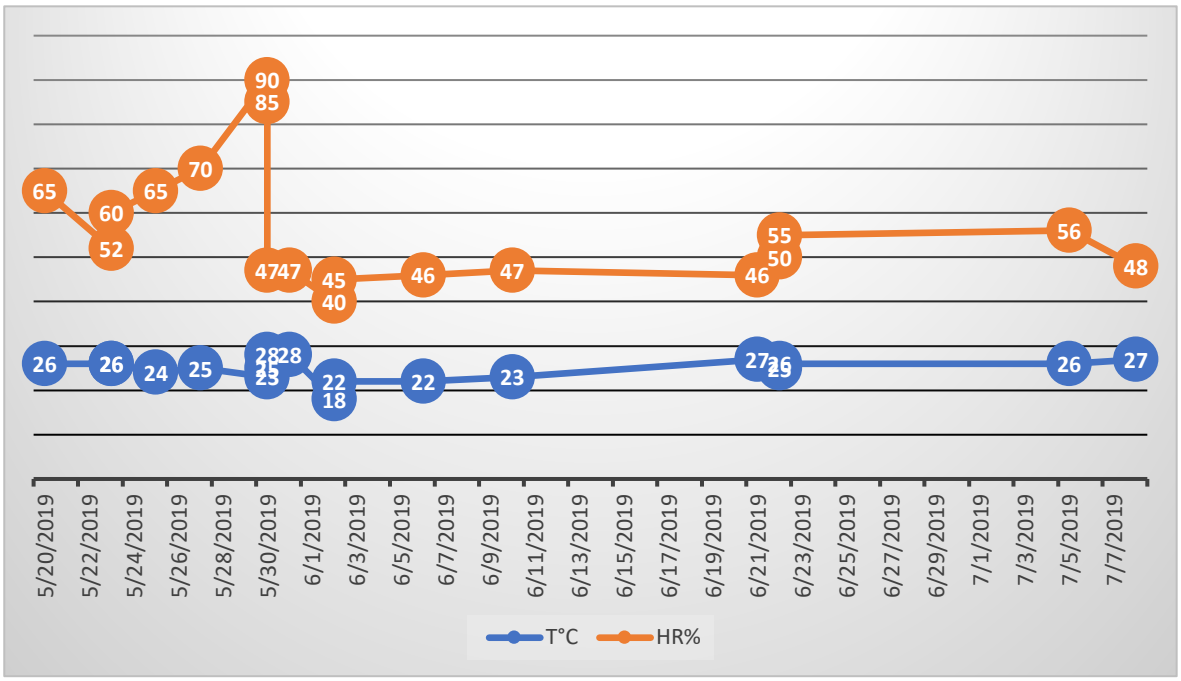
Figura 14. Temperatura y Humedad en la época seca del Municipio de Coroico, 2019



Nota: Color azul=Temperatura; Color naranja=Humedad

En la figura 10, se observa el promedio de la temperatura y de la humedad en la época húmeda, la temperatura fue de 24,8°C y la humedad de 56,3%. Siendo su máxima de 28°C y su mínima de 18°C de temperatura. En cuanto a la humedad su máxima fue de 90% y su mínima de 40%.

Figura 15. Temperatura y Humedad en la época húmeda del Municipio de Coroico, 2019



Nota: Color azul=Temperatura; Color naranja=Humedad

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Sarconesia chologaster, fue la especie más frecuente y dominante en el estudio y la de mayor importancia por su capacidad de adaptación a las condiciones ambientales favorables como en Coroico y climas precarios como en El Alto de La Paz, en el área periurbana y urbana, en ambas épocas del año, mostrando alto grado de sinantropía. Además, es una especie de las primeras en llegar al biomodelo en El Alto, garantizando su desarrollo biológico. En relación al consumo y degradación del biomodelo (cadáver), las larvas de dípteros de la familia Calliphoridae fueron las responsables, por ser las más abundantes. Sin embargo, puede diferir de acuerdo al área donde se encuentre el cadáver, porque existen ecosistemas en donde prevalecen especies predadoras que pueden disminuir la colonización de estos dípteros como por ejemplo en Coroico, donde la familia Sarcophagidae estuvo presente y probablemente cumplieron ese rol. La Ciudad de El Alto, al ser un área altamente urbanizada, como donde también existe la contaminación, podría ser un factor que determine la variabilidad en especies de la familia Muscidae, especialmente en las primeras etapas de descomposición. La presencia de ácaros, nos hace reflexionar de la importancia que pueden tener estos organismos en el cadáver, por lo que es importante realizar estudios en Bolivia de este grupo, ya que su aporte en otros países es de mucha importancia dentro de la Entomología Forense.

En relación a la tabla de sucesión existen especies predominantes en todas las etapas de descomposición cadavérica y otras que tienen preferencias por ciertas etapas, lo cual las hace importantes en el momento de determinar el intervalo *post mortem*. Muchas de estas especies son mencionadas en otros estudios de similares características ambientales y geográficas.

Las condiciones climáticas fueron poco favorables en El Alto para el tiempo de descomposición cadavérica en relación a la de Coroico, aspecto que también puede ser influido según la exposición del cadáver, por animales carroñeros u otros tipos de organismos presentes en ese ecosistema.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda mejorar las técnicas de recolección de entomofauna, para obtener una mayor cantidad de individuos. Además es necesario aplicar trampas específicas para coleópteros en futuros trabajos, ya que la obtención de éstos, fue de forma directa.

Es importante reflexionar sobre la importancia que tiene realizar estudios más profundos en esta disciplina, de esta manera se aportará con más datos confiables.

En esta investigación se pudo identificar la mayoría de las especies en el área de estudio. Sin embargo, existen muchos vacíos en el resto de nuestro País, además de estudios complementarios en diferentes épocas del año, ya que la temperatura y humedad influye en la presencia o ausencia de las especies.

Las limitaciones para realizar este tipo de investigación, no permitieron avanzar efectivamente para recabar más datos y mayor información para ser apoyar en pericias forenses. De todas maneras, el presente estudio es una herramienta auxiliar en el campo de las Ciencias Forenses. Por lo que se recomienda, dar continuidad y apoyo a proyectos, y estudios relacionados a esta disciplina

CAPÍTULO VI

BARCODE (CO-I) PARA LA IDENTIFICACIÓN GENÉTICA MOLECULAR DE ESTADÍOS INMADUROS DE DÍPTEROS DE INTERÉS FORENSE EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO

Emma Torres Tola & Ruddy Luna Barrón

La entomología forense es una disciplina que estudia a los insectos y/o artrópodos en la escena del crimen ya sea del deceso accidental o natural y cuyo objetivo es establecer la estimación del tiempo de muerte, durante la investigación criminal de la escena del crimen considerará y posicionará a los insectos como testigos indirectos.

La investigación puede beneficiarse de varios métodos moleculares de genotipado, siendo más común la identificación genética de la especie, otras aplicaciones pueden ser la identificación de cadáveres, a través del contenido gástrico larvario o la caracterización de la estructura genética poblacional de un grupo dado de insectos con interés forense (Ramos, 2010).

Identificación precisa de los insectos encontrados en la escena del crimen formará una evidencia entomológica y representará un paso crucial en el análisis forense, por lo que, las especies relacionadas taxonómicamente pueden divergir sustancialmente en las tasas de crecimiento y hábitos ecológicos.

El análisis de especies basado en características morfológicas del espécimen, en muchos casos pueden resultar inútiles en la distinción de etapas inmaduras, ya que, no es posible distinguir morfológicamente, debido a la inexistencia de claves para su clasificación.

El investigador Sperling (1994,) fue pionero en el uso del ADN (Ácido Desoxirribonucleico) en la caracterización de las etapas tempranas de un insecto (larvas y pupas vacías) además de identificar insectos adultos (Mazzanti, 2010). Debido a que el ADN es la molécula de estudio principal en las Ciencias Forenses, este constituye en el reservorio de información genética, algunas de sus características importantes son: en las células somáticas podemos encontrar el material genético en las mitocondrias (ADNmt), y en el núcleo (ADNnu) (Alberts et al. 1996). El ADNmt es un dúplex circular de pequeño tamaño, de entre 16-18 Kb en insectos (Oliveira *et al*., 2008). Posee un número de copias en una célula que supera el millar. Su elevado número de copias, hacen que la amplificación sea más sensible y su configuración circular disminuya el proceso de la degradación (Ramos,

2010). La tasa de evolución del ADNmt en insectos es más elevada que la de los genes nucleares (Wells *et al*. 2007), aunque la diferencia no es tan notable como en vertebrados (Brown *et al*. 1982).

Diferentes investigadores han propuesto varias regiones del ADN para la caracterización antes mencionada, como los RAPD (Randomly ADN polimórfico amplificado), AFLP (Amplificado de Fragmentos de Polimorfismos de longitud), el gen para Subunidad de ARNr ribosómico 28S, la subunidad 5 de la NADH deshidrogenasa, o la región ITS2 (interna espaciador transcrito 2) de ARNr (Song, 2008; Nelson, 2008; Picard, 2010).

La identificación de especies en vertebrados puede ser realizado sobre la base de la región del bucle D de la molécula de ADNmt, sin embargo, para la mayoría de los animales, el gen de elección es el citocromo b (Parson, 2000, Branicki, 2003). En insectos, la mayoría del ADNmt estudiado comprende alguna región de los genes que codifican para el citocromo oxidasa 1 y 2 (Wells & Stevens, 2010).

El gen CO1, es de amplio uso para identificar especies de insectos problema (Solano *et al.* 2013) en cualquier estadio inmaduro, así como con un simple fragmento de insecto que, en la mayoría de los casos no es tomado en cuenta debido a la dificultad de identificar claves dicotómicas certeras. La identificación taxonómica molecular genética de los insectos necrófagos, permite clasificar al insecto en cualquier estadio del ciclo de vida y a partir de cualquier fragmento o estructura o tejido del mismo en un periodo de tiempo. Además de poder clasificarlos a nivel de especies y subespecies.

Las cualidades del gen CO1 es en la codificación de una subunidad de mayor tamaño y esta es combinada con regiones variables y altamente conservadas (Morlais & Severson, 2002), por lo que, el «DNA barcode of life project» ha propuesto utilizar un fragmento de unas 650 pb del extremo 5’ del gen COI, como marcador universal, o «código de barras de ADN, para la discriminación de especies animales (Meiklejohn *et al*. 2009).

Por lo expuesto, el presente estudio examina a la ciencia entomológica desde un punto de vista de la biología molecular moderna, tratando de contribuir a las instituciones jurídicas del Estado Boliviano, Ministerio Público y Policía Boliviana, a la resolución rápida de la investigación forense evitando de esta manera, la retardación de justicia de cualquier caso.

4.1 MATERIALES Y MÉTODOS

El Centro de Investigación Genética del Instituto de Investigaciones Técnico Científicas de la Universidad Policial en colaboración con la Dra. Pamela Alison

Castillo Vega, Docente Investigador de la Universidad Pública de El Alto recibió, muestras de huevos, larvas en diferentes estadios y adultos a partir de diferentes biomodelos.

La extracción del material genético se realizó con el sistema Wizard® Genomic DNA Purification Kit (Promega) de acuerdo al protocolo de Miller *et al.* (1988). Para la amplificación de Barcode se empleó la pareja de cebadores universales LCO1490 y HCO2198 descritos por Hebert *et al*. (2003) que permiten la amplificación de un fragmento de 709 pb. Para la reacción de PCR se realizó empleando el kit comercial GoTaq® Colorless Master Mix (Promega). Los productos amplificados fueron sometidos a una purificación alcohólica, realizándose posteriormente el PCR desbalanceado empleando el kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems). Este producto fue secuenciado en un Analizador Genético ABI 3500 (Applied Biosystems) de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Las secuencias obtenidas fueron analizadas con el programa Sequencing Analysis v.6.0. (Applied Biosystems). Las secuencias se alinearon con el programa y Mega 7 (Kumar *et al*., 2016). Las secuencias de referencia parciales y completas del gen citocromo oxidasa I (COI) fueron descargadas del GenBank (Benson et al. 2013) y del Boldsystems v.3.0. (Ratnasingham & Herbert, 2007). La construcción de los árboles filogenéticos fue desarrollada con el método estadístico de Maximum Likelihood y el modelo matemático de Hasegawa-Kishino-Yano (Hasegawa *et al*., 1985) con un Bootstrap de 1000.

4.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 13 se presenta la clasificación taxonómica molecular y morfo – anatómica de 7 muestras de huevos y de primers instar, donde la probabilidad de correspondencia (P.C.) es superior al 99%, también se observa la estimación morfo – anatómica de los insectos.

Tabla 13. Resultados de los algoritmos de las bases de datos mundiales BoldSystems y GenBank, Estadio Adulto

	Código CINGEN	Estadio	Nivel Taxonómico	Asignación de Taxón	Probabilidad de Correspondencia (%)	Identificación Morfo-Anatómica
1	CG-2-ENTO CG-3-ENTO CG-5-ENTO	PRIMER INSTAR	Filo	Arthropoda	100	ND
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Calliphoridae	100	
			Género	Sarconesia	100	
			Especie	Sarconesia versicolor	99.8	
2	CG-6-ENTO CG-8-ENTO CG-9-ENTO	HUEVO	Filo	Arthropoda	100	ND
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Calliphoridae	100	
			Género	Sarconesia	100	
			Especie	Sarconesia versicolor	**99.6**	
4	CG-4-ENTO	SEGUNDO INSTAR	Filo	Arthropoda	100	ND
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Calliphoridae	100	
			Género	Sarconesia	100	
			Especie	Sarconesia chlorogaster	**99.8**	

(Fuente: CINGEN, IITCUP). N.D.: No Determinado

La Tabla 15 presenta la clasificación taxonómica molecular y morfo – anatómica de 5 muestras previamente identificadas a partir de claves dicotómicas del tercer estadio, se observa una PC del 100% en las muestras CG-M17-ENT y CG-M16-ENT, mientras que la muestra CG-M8-ENT y CG-M14-ENT presenta una PC del 97% datos obtenidos a partir de las plataformas de las bases de datos del GenBank y del Boldsystems.

Tabla 14. Resultados de los algoritmos de las bases de datos mundiales BoldSystems y GenBank, Estadio Adulto

	Código CINGEN	Estadio	Nivel Taxonómico	Asignación de Taxón	Probabilidad de Correspondencia (%)	Identificación Morfo-Anatómica
1	CG-M7-ENT	TERCER INSTAR	Filo	Arthropoda	100	Calliphorinae
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Calliphoridae	100	
			Género	Sarconesia	100	
			Especie	Sarconesia versicolor	100	
2	CG-M8-ENT	TERCER INSTAR	Filo	Arthropoda	100	Toxotarsinae
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Calliphoridae	100	
			Género	Sarconesia	100	
			Especie	Sarconesia versicolor	**97**	
4	CG-M14-ENT	TERCER INSTAR	Filo	Arthropoda	100	Muscidae
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Calliphoridae	100	
			Género	Sarconesia	100	
			Especie	Sarconesia versicolor	**97.1**	
5	CG-M16-ENT	TERCER INSTAR	Filo	Arthropoda	100	Calliphorinae
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Calliphoridae	100	
			Género	Sarconesia	100	
			Especie	Sarconesia chlorogaster	100	

(Fuente: CINGEN, IITCUP)

Se ha observado que la identificación molecular de la fauna entomológica cadavérica de biomodelos es crucial para determinar con precisión especies provenientes de estadios tempranos, así como huevos, pupas y larvas, cuya identificación convencional no lograría definir su clasificación taxonómica, ni podría ayudar con establecer el IPM en el curso de la investigación de los hechos, para este estudio se empleó el análisis de secuencias del gen CO1 para identificar factores de importancia forense (Zhuang, 2011), los resultados obtenidos del análisis genético de la presente investigación muestra la caracterización taxonómica de 5 especímenes adultos obteniendo una probabilidad de correspondencia igual al

100% en dos muestras y de 99.8% en una muestra. La muestra M2 fue caracterizada morfológicamente como *Compsomyiops fulvicrura*, con el análisis taxonómico molecular corresponde a la especie de *Sarconesia versicolor* con una correspondencia del 97.28%. El espécimen M4 fue caracterizado por claves dicotómicas como *Chlorobrachycom splendida*, el análisis molecular taxonómico lo idéntica como *Sarconesia versicolor* con una correspondencia del 97.3%. M6 fue caracterizada mediante morfo – anatomía convencional en la familia Fanniidae, el análisis de taxonomía molecular indica como *Fannia* sp. con una correspondencia del 94%, es necesario mencionar que, el espécimen M6 evolutivamente es más ancestral que las secuencias de referencia de Fanniinae sp. y *Fannia* sp. Así también el espécimen M14 fue caracterizada como Muscidae, el resultado molecular identifica como *Sarconesia versicolor* con una correspondencia del 97.1%. M8 muestra una caracterización de Toxotarsinae, tal como se observa en la (Tabla 15).

Tabla 15. Resultados de los algoritmos de las bases de datos mundiales BoldSystems y GenBank, Estadio Adulto

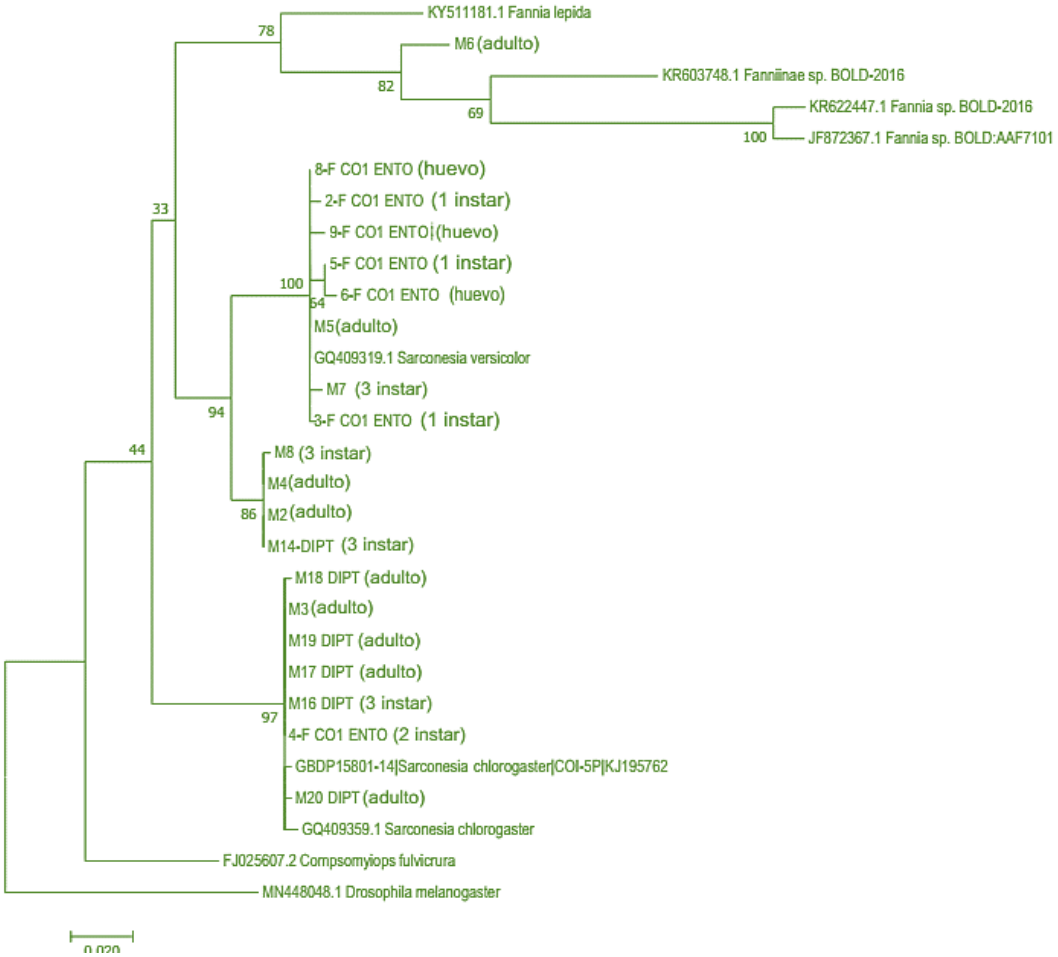
No.	Código CINGEN	Estadio	Nivel Taxonómico	Asignación de Taxón	Probabilidad de Correspondencia (%)	Identificación Morfo – Anatómica
1	CG-M2-ENT	ADULTO	Filo	Arthropoda	100	Compsomyiops fulvicrura
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Calliphoridae	100	
			Género	Sarconesia	100	
			Especie	Sarconesia versicolor	97.28	
2	CG-M3-ENT	ADULTO	Filo	Arthropoda	100	Sarconesia chlorogaster
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Calliphoridae	100	
			Género	Sarconesia	100	
			Especie	Sarconesia chlorogaster	100	
3	CG-M4-ENT	ADULTO	Filo	Arthropoda	100	Chlorobrachycom splendida
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Calliphoridae	100	
			Género	Sarconesia	100	
			Especie	Sarconesia versicolor	97.3	
4	CG-M5-ENT	ADULTO	Filo	Arthropoda	100	Sarconesia versicolor
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Calliphoridae	100	
			Género	Sarconesia	100	
			Especie	Sarconesia versicolor	99,8	
5	CG-M6-ENT	ADULTO	Filo	Arthropoda	100	Fanniidae
			Clase	Insecta	100	
			Orden	Diptera	100	
			Familia	Fanniidae	100	
			Género	Fannia	100	
			Especie	Fannia sp	94	

(Fuente: CINGEN, IITCUP).

El alineamiento de las secuencias mostró diferentes variaciones nucleotídicas fueron caracterizadas con la finalidad de obtener una representación gráfica de las relaciones entre especies. La comparación de secuencias obtenidas del gen CO1 con secuencias de referencia conseguidas del GenBank se utilizó el programa

Mega7 y un análisis de Máxima Verosimilitud por lo que, se determinó una secuencia consenso y el grupo externo. Este resultado pone en manifiesto la utilidad del gen CO1 para identificación de especies en la entomofauna forense, como se observa en la siguiente grafica las especies se agruparon entre sí, así también se observa una variabilidad intraespecífica de la especie *Sarconesia versicolor,* mostrando dos ramas principales conformada por: 1) adultos y de 3er. Instar que al parecer se muestra evolutivamente un poco más ancestral que el otro claro 2) huevos, 1er instar y 3er instar que internamente se observa variabilidad (Figura 16). En lo que respecta de las muestras caracterizadas como *Sarconesia chlorogaster* fueron agrupados en un solo clado al igual que el espécimen M6 correspondiente a *Fannia* sp. por lo visto claramente se evidencia una divergencia entre especies.

Figura 16. Cladograma taxonómico de muestras entomológicas forenses construido con programa Mega7, método de análisis de Maximum Likelihood (Kumar et al., 2016) en base al modelo matemático de Hasegawa-Kishino-Yano model (Hasegawa et al., 1985)



(Fuente: CINGEN, IITCUP)

4.3 CONCLUSIONES

La metodología propuesta por el sistema de identificación universal “ADN Barcode” fue eficaz para la identificar la mayoría de las especies de Calliphoridae y Fanniidae en diferentes estadios del insecto (huevo, instar 1, instar 2, instar 3 y adultos) apoyándonos que, la información específica contenida en la molécula de ADN y en particular en el gen COI, tiene una probabilidad de certeza superior al 99%.

Las secuencias de COI de cada especie fueron únicas y distinguibles entre sí, aunque mostraron alta homología.

Este trabajo puso de manifiesto que la identificación de especies de dípteros inmaduros por análisis de secuencias del ADN resulta sencilla, economiza tiempo al eliminar la necesidad de esperar a la emergencia del adulto y elimina el requerimiento de un conocimiento altamente especializado de claves morfológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acho, S. (2014). Identificación de la entomofauna cadavérica asociada a la presencia de artrópodos en contexto de valle, localidad de Millares municipio de Betanzos departamento de Potosí gestión 2008. *Revista de Tecnología y Ciencias de La Salud*, *1*(1), 48–65.

Acosta, X., Gonzalez, A., & Zenteno, N. (2020). Biological, ecological, and distributional aspects of two native species of lucilia genus (Diptera: Calliphoridae) of forensic interest in yungas environments of Argentina. *Journal of Medical Entomology*, *6*(57), 1700–1711. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/127875

Alcaldía municipal de Coroico. (2005). Plan de Desarrollo Municipal. In *Alcaldia Municipal De Coroico*. http://www.rivera-huila.gov.co/apc-aa-files/656130643761356234346531623239 34/pdm.pdf

Alonso, M. (2015). Orden Coleoptera. *Ide@-Sea*, *55*, 1–18. http://www.sea-entomologia.org/IDE@/revista_55.pdf

Alto, W. El. (2012). *Distrito 6 (El Alto). (2020, 29 de noviembre). Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 23:09, agosto 16, 2021 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Distrito_6_(El_Alto)&oldid=131318133.* (Vol. 6).

Alto, P.-E. (2017). *APROBADO POR LEY MUNICIPAL Nº 406/2017 Lic. Carmen Soledad Chapetón Tancara ALCALDESA MUNICIPAL*.

Alvarado, E. V. (1999). *MEDICINA LEGAL* (Editorial).

Arnaldos, M. I., Garcia, M. D., & Presa, J. J. (2011). Sucesión faunística sarcosaprófaga. *Universidad de Murcia*, 38.

Arnaldos, M., Romera, E., García, M., & Luna, A. (2001). Protocolo para la recogida, conservación y remisión de muestras entomológicas en casos forenses. *Cuad. Med. Forense*, 65–73.

Asenjo, A. (2004). Lista preliminar de las especies de Staphylinidae (Coleóptera) registradas para Perú. *Revista Peruana de Entomología*, *44*(August), 55–64. http://revperuentomol.com.pe/publicaciones/vol44/STAPHYLINIDAE-DEL-PERU55.pdf

Augusto León Montoya, G., Juan David Sánchez, R., & Marta Wolff, E. (2009). Sinantropía de Calliphoridae (Diptera) del Municipio La Pintada, Antioquia - Colombia. *Revista Colombiana de Entomologia*, *35*(1), 73–82.

Ayón María Rosana. (2019). *Biología Forense* (1a ed.).

Blattodea, O., & Torres, F. P. (2015). Clase Hymenoptera. *Revista IDE@-SEA, Nº*, *48*, 1–13. www.sea-entomologia.org/IDE@

Calabuig, G. (2004). *Medicina Legal y Toxicologia* (MASSON (ed.); 6ta ed.).

Calle, M. L. (2009). *IMPORTANCIA MEDICO LEGAL EN CADÁVERES DE Cavia porcellus (conejo cuy) FALLECIDOS POR ORGANOFOSFORADO Y DIAZEPAM EN LA CIUDAD DE COCHABAMBA BOLIVIA , MAYO A JUNIO DEL 2009*. 65–66.

Campos-Granados, P. C., Romero-Nápoles, , Jesús, Equihua-Martínez, A., Sánchez-Arroyo, H., Carrillo-Flores, A. A., & Reyes-Solís, G. (2019). Estudio de la entomofauna de Diptera y Coleoptera asociada a un cadáver de cerdo (Sus scrofa domestica Linnaeus) en un área rural del Estado de Yucatán, México. *Revista Chilena De Entomología*, *45*(3), 363–378. https://doi.org/10.35249/rche.45.3.19.10

Castelló Ponce, A., Adam Morell, A., & Francès Bozal, F. (2014). Entomology as forensic science: from song ci until bodies farms. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*, *10*, 13–28. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4671400&info=resumen&idioma=ENG

Castillo, P., Sanabria, C., & Monroy, F. (2017). Insectos de importancia forense en cadáveres de cerdo (sus scrofa) en La Paz Bolivia. *Medicina Legal de Costa Rica*, *34*(1), 26–34.

Centeno, N. (n.d.). Entomología forense:definicion, historia y estado del arte en la Argentina. In *Centro de Estudios e Investigaciones, Universidad Nacional de Quilmes*.

Ciro Díaz, W., Anteparra, M. E., & Hermann, A. (2008). Dermestidae (Coleoptera) en el Perú: revisión y nuevos registros Dermestidae (Coleoptera) from Peru: revision and new records. *Rev. Peru. Biol. Rev. Peru. Biol*, *15*(151), 15–20. http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm

Dale, W y Prudot, E. (1987). *Calliphoridae en la costa central de Peru.pdf* (pp. 1–8). Revista Peruana de Entomologia. https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v29/pdf/a21v29.pdf

DAPRO, D. G. de A. P. (2020). *Informe Estadístico Del Municipio De El Alto-2020*. *6*, 1–16. https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI_060320200ac2d_INFalto.pdf

Delgado, J., Troyo, A., & Calderón, Ó. (2019). Lucilia_eximia_Diptera_Calliphoridae_como_indicado. *Revista Biomédica*, *30*(2), 54–61. file:///C:/Users/FAMILIA/Downloads/Lucilia_eximia_Diptera_Calliphoridae_como_indicado.pdf

Efrain Martinez, Patricia Duque, M. W. (2007). Succession pattern of carrion-feeding insects in Paramo, Colombia. *Forensic Science International*, *166*(2–

3,), 182–189. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.05.027

Entomología, S. B. de. (2017). *B oletín de la S ociedad B oliviana E ntomología*. *Thunberg 1824*, 1–8.

Espinoza Diaz, C., Verdugo Guilcaso, A., Saquipay Ortega, H., Velásquez Zambrano, C., Ganan Perrazo, J., Falconez Cobeña, K., Núñez Pérez, M., & Morales Carrasco, Á. (2020). La entomología forense en Latinoamérica. *AVFT – Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, *39*(1), 29–34. https://doi.org/10.5281/zenodo.4064966

Flores, L. (2009). SUCESIÓN DE ENTOMOFAUNA CADAVÉRICA UTILIZANDO COMO BIOMODELO CERDO BLANCO, Sus scrofa L. *Tesis de Doctorado*, 104.

GAMC, G. M. de C.-. (2016). *Coroico Diagnostico.pdf*.

Gennard, D. E. (2007). Introduction To Forensic Entomology. In C. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate & W. S. P. 8SQ (Eds.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 8, Issue 9).

Grisales, D., Wolff, M., & De Carvalho, C. J. B. (2012). Neotropical Fanniidae (Insecta, Diptera): New species of Fannia from Colombia. *Zootaxa*, *3591*, 1–46. https://doi.org/10.11646/zootaxa.3591.1.1

Jason H. Byrd, J. K. T. (2020). Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations Third Edition. In *Taylor & Francis Group. London New York*.

Jens Amendt M. Lee Goff. (2010). *Current Concepts in Forensic Entomology* (C. P. Campobasso & M. Grassberger (eds.); Springer D).

Labud, V. (2001). Acaros asociados a Dípteros de las familias Muscidae y Fannidae en pilas de compostaje de biosólidos.pdf. *Revista de La Sociedad Entomológica Argentina*, *60*(1–4), 162–164.

Ley Orgánica del Ministerio Público. (2012). *Código Penal y Código de Procedimiento Penal-concordado con la nueva Constitución Política del Estado*.

Márquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, *37*, 385–408.

Meraz-álvarez, R., Bautista-Martínez, N., Illescas-Riquelme, C. P., González-Hernández, H., Valdez-Carrasco, J. M., & Savage, J. (2020). Identification of Delia spp. (robineau-desvoidy) (diptera, anthomyiidae) and its cruciferous hosts in Mexico. *ZooKeys*, *2020*(964), 127–141. https://doi.org/10.3897/zookeys.964.53947

Navarro, V. (2011). Sucesión de insectos en cadáveres de ratas Wistar en Bosque

húmedo Premontano (Ibagué - Colombia). *Tumbaga*, *6*, 93–105.

Nihei, S. S., & Domínguez, M. C. (2002). Muscidae 319. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos Vol. 2*, *2*, 319–328.

Núñez Vázquez, C. (2011). *IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA Y SUCESIÓN ECOLÓGICA DE LA ENTOMOFAUNA ASOCIADA A CADÁVERES DE CERDO (Sus scrofa) Y CICLO DE VIDA DE Phormia regina (DIPTERA: CALLIPHORIDAE) EN BUENVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. December 2011*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25900.69762

Pamela Castillo. (2014). *Caracterización de la entomofauna asociada a cadáveres de cerdo (sus scrofa) fallecidos por lesiones producidas por heridas por arma blanca, en el municipio de Pucarani de la provincia los Andes del departamento de La Paz - Bolivia*.

Paseto, M. L., De Faria, L. S., Mendes, J., & Linhares, A. X. (2019). Diversity of Sarcophagidae (Insecta, Diptera) associated with decomposing carcasses in a rural area of the State of Minas Gerais, Brazil. *EntomoBrasilis*, *12*(3), 118–125. https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v12i3.842

Patito, J. Á. (2000). *MEDICINA LEGAL* (C. A. V. Editor (ed.); EDICIONES).

Patitucci, L. (2010). *Muscidae (Insecta : Diptera) de la provincia de Buenos Aires . Composición específica y estacionalidad.* 247.

Pérez Marcos, M. (2017). Estudio de una fauna entomológica asociada asociada a un cadáver en un enclave natural montañoso en Murcia (SE España). *Proyecto de Investigación:* https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/51643

Perez, S., & Wolff, M. (2011). Muscidae (Insecta, Diptera): Importancia y diversidad para Colombia. *Boletín Del Museo Entomológico Francisco Luís Gallego*, *3*(2), 13–22.

Rafael, B. L. (2010). *Manual de Entomología Forense*. https://www.eluniverso.com/sites/default/files/archivos/13/02/MarchaGye10.pdf

Remedios-De León, M., Enrique, M., & Castro, M. (2017). ARTROPODOFAUNA CADAVÉRICA SOBRE MODELOS EXPERIMENTALES PORCINOS Sus scrofa Linnaeus, 1758 (MAMMALIA: ARTIODACTYLA) EN CUATRO PERIODOS ESTACIONALES. *Revista Entomología Mexicana*, *4*(2448-475X), 550–554.

Sakuma Calatayud, E. (2005). “ Caracterización De Entomofauna Cadavérica Y Tiempo De Desarrollo Larvario En La Localidad De Mecapaca ,. *Tesis de Magíster Scienciatarum*, 1–90.

Salamea Carpio, D. (2019). *La prueba pericial en el derecho boliviano* (FORCIF (ed.); Primera). https://www.academia.edu/41945901

Sánchez, A. F., & Fagua, G. (2014). Análisis sucesional de Calliphoridae (Diptera) en cerdo doméstico en pastizales (Cogua, Cundinamarca, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, *40*(2), 196–203.

Sandy, D., Abasto, C., Eugenia, S., Aranibar, R., Daniela, E., Rioja, B., Arturo, A., Millán, M., & Valle, U. (n.d.). FORENSE Y DETERMINACIÓN DEL INTERVALO POST MORTEM A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE MUESTRAS ENTOMOLÓGICAS EN COCHABAMBA – BOLIVIA. *2007*, 4–18.

Sissa-Dueñas, Y. P., & Navarrete-Heredia, J. L. (2016). Composition and structure of rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in two localities from Santa maría (boyaca, Colombia). *Revista Colombiana de Entomologia*, *42*(1), 59–68. https://doi.org/10.25100/socolen.v42i1.6671

Sosa, F. C. (2019). *Study of Entomological Samples Of Medical-Legal Interest Deposited in the Colletion of the Entomology Laboratory (FCYT-UADER/CICYTTP-CONICET)*. *8*(1), 40–55. www.sif.uader.edu.arwww.sif.uader.edu.ar

Uribe, S. (2014). *Entomologia forense*. *1*, 1–21. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/sandrainesuribesoto.2014_Parte1.pdf

Wolff Echeverry, M. (2013). A new species of Mesembrinella (Diptera : Calliphoridae : Mesembrinellinae) from Colombia. *Revista Colombiana de Entomologia*, *39*(1), 120–124.

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO - CARRERA DE MEDICINA - INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
Av. Sucre "A" Z. Villa Esperanza, Lado Teleférico Azul, Mezanine oficina de la Carrera de Medicina
Teléfono/Celular: +591 63120117
Web: www.medicinaupea.com