



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

TRANSFORMACIONES CADAVÉRICAS Y
CRONOTANATODIAGNÓSTICO EN ECUADOR Y LATINOAMÉRICA

ALTAMIRANO CONDEMAITA DIANA CAROLINA
MÉDICA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

TRANSFORMACIONES CADAVERICAS Y
CRONOTANATODIAGNÓSTICO EN ECUADOR Y
LATINOAMÉRICA

ALTAMIRANO CONDEMAITA DIANA CAROLINA
MÉDICA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

EXAMEN COMPLEXIVO

TRANSFORMACIONES CADAVERICAS Y CRONOTANATODIAGNÓSTICO EN
ECUADOR Y LATINOAMÉRICA

ALTAMIRANO CONDEMAITA DIANA CAROLINA
MÉDICA

ESPINOZA GUAMAN PEDRO SEBASTIAN

MACHALA, 27 DE JUNIO DE 2022

MACHALA
27 de junio de 2022

TRANSFORMACIONES CADAVÉRICAS Y CRONOTANATODIAGNÓSTICO EN ECUADOR Y LATINOAMÉRICA

por Diana Carolina Altamirano Condemaita

Fecha de entrega: 28-jun-2022 06:27p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1858792495

Nombre del archivo: V_RICAS_Y_CRONOTANATODIAGN_STICO_EN_ECUADOR_Y_LATINOAM_RICA.docx
(256.56K)

Total de palabras: 6925

Total de caracteres: 36689

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, ALTAMIRANO CONDEMAITA DIANA CAROLINA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado TRANSFORMACIONES CADAVERÍCAS Y CRONOTANATODIAGNÓSTICO EN ECUADOR Y LATINOAMÉRICA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de junio de 2022



ALTAMIRANO CONDEMAITA DIANA CAROLINA
0704678887

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida y formación profesional.

A mi madre, Sonia, por ser el pilar invaluable para el fomento y evolución de mi vida personal y profesional y quien con su afecto y dedicación me ha mostrado apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. Te amo mami.

A mis hermanos, Joselyn, William y Ricardo por ser mis consejeros y mis más grandes amigos quienes me han apoyado y amado en todo momento a pesar de cualquiera circunstancia.

A mis abuelitos, Celia, Olga y Humberto, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mis primos, Steven y Nathaly, por ser como mis hermanos y apoyarme en cada momento.

A mi tía, Erika, por confiar siempre en mí, sentirse orgullosa de cada logro y amarme como su hija.

Agradezco también a mi padre, Luis, por ser en apoyo en mi carrera, en mis logros, en todo, que aun estando lejos lo llevo siempre en mi corazón y mente. Y también a mi padrastro, William, por ser como mi segundo padre y haberme brindado su amor siempre.

Md. Diana Carolina Altamirano Condemaita.

RESUMEN

Introducción: La comprensión de la descomposición del cuerpo humano puede ser fundamental para determinar el intervalo postmortem (PMI), y puede tener un impacto significativo en las investigaciones forenses. Utilizando como base el cronotanodiagnóstico que es el cálculo y opinión médico-forense del tiempo desde el momento de la muerte de un individuo hasta que se inicia un acto pericial, en base a los fenómenos o transformaciones cadavéricas. Se conoce muy poco sobre las especies que interactúan en la descomposición de cadáveres en el Ecuador. **Objetivo:** Determinar cuáles son las técnicas utilizadas en Ecuador y Latinoamérica que permiten relacionar los procesos destructores del cadáver con el cronotanodiagnóstico. **Método:** Estudio descriptivo, en base a artículos científicos actualizados, guías de práctica clínica y documentos jurídicos acerca de los fenómenos cadavéricos, usando base de datos como Pubmed, Scielo y Google Académico de los últimos 5 años, escogiendo los que se ajustan a esta temática. **Conclusión:** Dentro de las técnicas que permiten determinar el intervalo post mortem en los fenómenos cadavéricos destructores, en Ecuador y Latinoamérica tenemos tres, que son: primeramente, la determinación a través del proceso de descomposición por el aspecto físico, en segundo lugar, la determinación de la edad larval; y finalmente la determinación por sucesión de artrópodos. Aunque se han hecho muchos avances en la última década, en el campo del cronotanodiagnóstico forense, sigue siendo difícil encontrar una fórmula para estimar con precisión el intervalo post mortem de un cadáver en descomposición.

Palabras clave: Cronotanodiagnóstico, fenómenos cadavéricos, descomposición, entomología, antropofagia, putrefacción.

ABSTRACT

Introduction: Understanding the decomposition of the human body can be critical in determining the postmortem interval (PMI), and can have a significant impact on forensic investigations. Using chronotanodiagnosis as a basis, which is the calculation and forensic medical opinion of the time from the moment of death of an individual until an expert act is initiated, based on cadaveric phenomena or transformations. Very little is known about the species that interact in the decomposition of corpses in Ecuador. **Objective:** To determine which are the techniques used in Ecuador and Latin America that allow relating the destructive processes of the corpse with the chronotanodiagnosis. **Method:** Descriptive study, based on updated scientific articles, clinical practice guidelines and legal documents on cadaveric phenomena, using databases such as Pubmed, Scielo and Google Scholar of the last 5 years, choosing those that fit this topic. **Conclusion:** Among the techniques used to determine the post mortem interval in destructive cadaveric phenomena, in Ecuador and Latin America we have three, which are: firstly, the determination through the process of decomposition by the physical aspect, secondly, the determination of the larval age; and finally the determination by arthropod succession. Although many advances have been made in the last decade in the field of forensic chronotanodiagnosis, it is still difficult to find a formula to accurately estimate the postmortem interval of a decomposing corpse.

Key words: Chronotanodiagnosis, cadaveric phenomena, decomposition, entomology, anthropophagy, putrefaction.

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCIÓN.....	11
DESARROLLO.....	13
DESCOMPOSICIÓN HUMANA.....	13
CRONOTANATODIAGNÓSTICO.....	14
TRANSFORMACIONES O FENÓMENOS CADAVERÍCOS.....	14
Fenómenos cadavéricos tempranos.....	15
Fenómenos cadavéricos post mortem tardíos destructores.....	15
Condiciones que afectan a la tasa de putrefacción.....	17
Fenómenos cadavéricos post mortem tardíos conservadores.....	18
Antropofagia cadavérica.....	19
ENTOMOLOGÍA FORENSE.....	19
DIPTERAS Y COLEÓPTEROS.....	20
TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL INTERVALO POST MORTEM EN LOS FENÓMENOS CADAVERÍCOS TARDÍOS DESTRUCTORES.....	21
Determinación a través del proceso de descomposición por aspecto físico.....	22
Determinación de la edad larval	23
Determinación por Sucesión de artrópodos.....	24
CONCLUSION.....	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Etapas de descomposición de los fenómenos cadavéricos destructores e intervalo postmortem	22
Tabla 2: Etapas del ciclo de vida de Dípteros y aparición en cadáveres	24
Tabla 3: Etapas del ciclo de vida de Coleópteros y su cronología	25

INTRODUCCIÓN

La descomposición se puede definir como el proceso por el cual los tejidos blandos del cuerpo se rompen, dando como resultado la esqueletización. Es un proceso ecológico dinámico que depende del medio ambiente, el clima, la actividad de los insectos, la alimentación de los vertebrados, la actividad microbiana y las propiedades intrínsecas del individuo antemortem. La comprensión de la descomposición del cuerpo humano puede ser fundamental para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte o el post mortem Interval/ intervalo postmortem (PMI), y puede tener un impacto significativo en las investigaciones forenses. En los últimos años se han llevado a cabo varios estudios que se centran en la descripción del proceso de descomposición, en el intercambio entre el cadáver y el medio ambiente, la relación con los cambios morfológicos y la importancia de las pruebas entomológicas.(1)

En este contexto, se habla del cronotanodiagnóstico como el cálculo y opinión médico-forense del tiempo que ha transcurrido desde el momento de la muerte de un individuo hasta que se inicia un acto pericial, en base a los fenómenos o cambios cadavéricos.(2)

La base científica que sustenta el cronotanodiagnóstico deriva del conocimiento detallado de los fenómenos cadavéricos y del tiempo que tardan en establecerse. Para comprender cómo es el proceso cronotanodiagnóstico es necesario primero comprender los fenómenos cadavéricos que esta ciencia estudia. Entonces se define como “fenómenos cadavéricos” el conjunto de cambios, alteraciones y/o modificaciones que sufre el cuerpo de un ser vivo al momento de fallecer. Es así que, mientras un humano se encuentra con vida, su cuerpo es capaz de combatir los fenómenos que provocan la descomposición del cuerpo humano, por ende, cuando éste fallece pierde esa inmunidad y comienza a descomponerse por diversos factores, pero se considera que el más común es el ambiente, ya que dependiendo del clima los fenómenos cadavéricos aparecen de una manera más rápida o más lenta.(3)

A medida que un cuerpo se descompone, se pueden identificar fenómenos cadavéricos de tipo temprano y tardíos; y este último grupo se divide a su vez, en dos, de tipo destructores y de tipo conservadores. El presente trabajo abarca los fenómenos cadavéricos de tipo tardío destructores en donde tenemos 3 fases que lo engloban: autólisis, putrefacción y antropofagia

cadavérica. La etapa de putrefacción tiene 4 fases que la caracterizan (cromática, enfisematosa, licuefacción y restos esqueléticos). Comenzando en la fase cromática debido a la actividad metabólica microbiana que produce subproductos gaseosos que hacen que la carroña se infle. La cromática sigue a la enfisematosa y se vuelve evidente cuando el cuerpo comienza a descomponerse rápidamente debido a la actividad de los insectos. La fase de licuefacción se caracteriza por una disminución de la actividad entomológica a medida que se consume el recurso y se licua la mayor parte de la carne. Cuando sólo quedan huesos, piel seca y pelo, se considera que la canal se encuentra en estado de putrefacción de restos secos o esqueletización.(4,5)

Pachar menciona que, al momento de analizar los fenómenos cadavéricos, se debe considerar la acción de la temperatura y la humedad en el estado de conservación del cuerpo, al igual que la acción de los animales, ya que esta información servirá como referencia para la interpretación de las alteraciones morfológicas encontradas en el cadáver y que serán fundamentales para estimar el tiempo de muerte.(6)

Los invertebrados necrófagos, en su mayoría insectos, juegan un papel importante en la descomposición de cadáveres de vertebrados, ya que son útiles en la estimación del intervalo de tiempo postmortem. Los microorganismos presentes en el intestino humano descomponen los tejidos blandos para liberar gases volátiles que atraen a muchos insectos para colonizar. Por ende, los métodos de la entomología forense son los más utilizados para estimar el intervalo post mortem/ post mortem Interval (PMI) y se pueden distinguir dos enfoques entomológicos para la estimación del PMI: un enfoque basado en el desarrollo de vida de los insectos y un enfoque basado en la sucesión de artrópodos.(7)

Se conoce muy poco sobre las especies que interactúan en la descomposición de cadáveres en el Ecuador; según la revista ecuatoriana de medicina y Ciencias biológicas en el año 2015

en un estudio realizado en la provincia de Pichincha arrojó como resultados preliminares que indica que la fauna cadavérica tiene menos en la provincia de Pichincha un total de 41 especies de insectos asociados a la carroña.(8)

DESARROLLO

DESCOMPOSICIÓN HUMANA

La descomposición comienza unos minutos después de la muerte cuando el sistema circulatorio del cuerpo se detiene abruptamente. Este fenómeno conduce al livor mortis, la acumulación de sangre por gravedad en las partes inferiores del cuerpo en unas pocas horas. Posteriormente, el rigor mortis, la rigidez de los músculos debido a la falta de actividad de ATP, provoca puentes cruzados entre los filamentos de actina y miosina que inician la rigidez de las fibras musculares. Algor mortis ocurre cuando el cuerpo se aclimata a la temperatura ambiente. Estos procesos fisiológicos ocurren en una secuencia de tiempo algo predecible que depende de la temperatura ambiental y se utilizan para ayudar a estimar el PMI.(9,10)

El cese del sistema circulatorio provoca hipoxia dentro de las células y una posterior cascada de autólisis tisular, que se produce durante el livor, el rigor y el algor mortis. El inicio de la autólisis hace que las células liberen componentes ricos en nutrientes. La liberación de estos nutrientes es utilizada por las comunidades microbianas para la proliferación y procede a la etapa de putrefacción de la descomposición del cuerpo. (11)

Un signo visible de la descomposición es la decoloración de la sulfhemoglobina (SulfHb) causada por la difusión del sulfuro de hidrógeno (H_2S) que reacciona con la hemoglobina en la sangre. El gas H_2S procede de la descomposición de aminoácidos que contienen azufre (por ejemplo, la cisteína) que se combina con el hierro (en la sangre) para dar lugar a un producto descolorido. El gas se origina en el ciego y se difunde en los tejidos circundantes. La decoloración es visible a simple vista en el tejido cutáneo inmediato a la fosa ilíaca derecha en el ciego subyacente.(12)

La producción y acumulación de gases provocada por la fermentación anaeróbica infla el abdomen, lo que constituye uno de los signos preliminares de que el organismo está avanzando hacia la fase de hinchazón. La presión interna de los gases abdominales sigue aumentando y provoca la salida de líquidos por los orificios del cuerpo.(9)

Si la presión es lo suficientemente severa, puede dar lugar a lesiones postmortem y a la ruptura de la piel, provocando que el entorno microbiano cambie de anaeróbico a aeróbico. La deflación del cuerpo causada por la purga de gases inicia el comienzo de la descomposición activa. Durante la descomposición activa, hay un gran número de

microorganismos que facilitan la descomposición de las proteínas y las grasas en varios compuestos volátiles, así como la actividad de carroñeros vertebrados e invertebrados postmortem, hasta que todo el tejido blando ha sido consumido y sólo queda el esqueleto, algo de piel y el pelo. La última etapa de la descomposición son los restos secos pútridos, cuando no hay tejido blando presente en/sobre el esqueleto.(1)

CRONOTANATODIAGNÓSTICO

Se define al cronotanatodiagnóstico como el cálculo, las técnicas y opinión médico-forense que indican el intervalo que ha transcurrido desde el momento de la muerte de una persona hasta que se inicia un acto pericial, usando como base a los fenómenos o cambios cadavéricos.(2)

La información obtenida a través del cronotanatodiagnóstico es fundamental en las investigaciones forenses relacionadas con la muerte de una persona, ya que permite crear una línea temporal más o menos precisa entre los fenómenos cadavéricos y el resto de las pruebas recogidas durante la investigación (testimonios, videos vigilancia, pruebas físicas, etc.). Así, es posible determinar si la hora o el día de la muerte señalado por los testigos corresponde al tiempo de evolución de un cadáver o determinar cuánto tiempo lleva muerta una persona previamente reportada como desaparecida.(13)

Por otra parte, disponer de una fecha y hora más o menos precisas de la muerte permite confirmar o descartar sospechosos en una investigación criminal al cruzar la información disponible sobre dichos individuos con la cronología de la evolución de la descomposición del cadáver.(14)

TRANSFORMACIONES O FENÓMENOS CADAVERÍCOS

Son aquellos cambios, transformaciones y alteraciones que presenta el cuerpo de un ser u organismo vivo al momento de fallecer. Dentro de las clasificaciones de los fenómenos cadavéricos tenemos dos tipos.(2)

Primeros cambios post mortem o Fenómenos cadavéricos tempranos: etapa de frescura. Y segundo los cambios cadavéricos post mortem tardíos, los cuales a su vez se dividen en fenómenos cadavéricos tardíos destructores: Autolisis, Putrefacción y Antropofagia

cadavérica. Y fenómenos cadavéricos tardíos conservadores: Momificación y Formación de adipocere.(3)

Fenómenos cadavéricos tempranos

Etapa de frescura: comienza con la muerte y continúa hasta que el cadáver comienza a hincharse, lo que define la etapa de hinchazón. Tan pronto como se produce la muerte, la temperatura del cuerpo comienza a enfriarse para adaptarse a la temperatura circundante. Sin flujo de sangre y oxígeno, los tejidos musculares se vuelven rígidos y la sangre se acumula en las extremidades inferiores. A continuación, cuando las bacterias del intestino devoran las paredes intestinales, las células pierden su integridad estructural y se liberan enzimas celulares que comienzan a descomponer las propias células y los tejidos circundantes. Los microbios también comienzan a descomponer los carbohidratos, las proteínas y los lípidos. La mayor parte de esta descomposición se produce dentro del cuerpo y no es visible desde el exterior.(15,16)

Fenómenos cadavéricos post mortem tardíos destructores.

Autolisis: La autolisis (autodestrucción) es una actividad intrínseca provocada por la descomposición de las células y los tejidos del cuerpo humano debido a los componentes de dichas células. Justo después de la muerte, las membranas celulares se rompen y liberan enzimas que inician la auto digestión. El primer signo externo de autolisis es el aspecto blanquecino de la córnea. En la autopsia, el aspecto pastoso del parénquima del páncreas y los pulmones aparece a las pocas horas de la muerte. Al final de esta etapa, los moscardones y las moscas de la carne llegan para poner huevos. El proceso de autolisis carece de acción bacteriana.(17,18)

Putrefacción e hinchazón: La putrefacción es la descomposición del cuerpo llevada a cabo por la acción microbiana. Tras el cese de la homeostasis, la flora natural del cuerpo migra del intestino a los vasos sanguíneos y se extiende por todo el cuerpo. Los microorganismos externos entran en el cuerpo a través del canal alimentario, las vías respiratorias y las heridas abiertas. En ausencia de defensas corporales/mecanismos inmunitarios, los microbios siguen creciendo, ya que se alimentan de las proteínas y los hidratos de carbono de la sangre y las partes del cuerpo. (19)

El principal agente bacteriano causante de la putrefacción es el *Clostridium welchii*, grampositivo, anaerobio y con forma de bastón. Libera lecitinas, que provocan la hidrólisis de la lecitina presente en las células sanguíneas, causando su lisis. La putrefacción comienza una hora después de la muerte, pero el pico de actividad de los microbios se produce alrededor de las 24 horas; por lo que se distinguen 4 fases las cuales permiten estimar con cierta precisión el momento de la muerte(20)

1. Fase Cromática: Comienza a las 24 horas de haber evolucionado el cadáver en donde el primer signo externo de putrefacción es la decoloración verdosa de la piel sobre la fosa ilíaca derecha, la región que cubre el ciego, cuyo contenido es mayoritariamente líquido y está lleno de bacterias. La decoloración verdosa se extiende gradualmente al abdomen y afecta a todo el cuerpo en etapas posteriores. Las bacterias generan sulfuro de hidrógeno como resultado de la catálisis reductora. El sulfuro de hidrógeno reacciona con la hemoglobina y forma sulfahemoglobina que da lugar a la aparición de una red de venas superficiales en la piel a partir de las 48 horas, esta mancha se propaga por el cadáver y adquiere una tonalidad azul verdosa hasta convertirse en una mancha oscura aproximadamente a las 72 horas.(21)

2. Fase enfisematosa: A medida que aumenta la actividad de las bacterias, aumenta la cantidad de gases de putrefacción producidos. Los gases se producen debido a la catálisis reductora bacteriana e incluyen sulfuro de hidrógeno, amoníaco, dióxido de carbono y metano, etc. Estos gases provocan la distensión del abdomen, facies negroides (hinchazón de la cara y párpados, protrusión de los globos oculares y de la lengua) prolapsos de genitales externos, la piel presenta coloración de parches de color marrón verdoso. El cadáver, en esta fase, puede flotar en el agua a causa del colapso de los pulmones debido a la hipertensión intraabdominal, empujando la espuma hacia las vías respiratorias. Esta fase se inicia después de 72 horas de la muerte, con una duración de 3-7 días en verano y semanas en invierno.(22)

3. Fase de reducción de tejidos y licuefacción: En esta etapa, todo el gas ha sido liberado (normalmente el cuerpo se abre espontáneamente como resultado de la presión) y las bacterias comienzan a digerir el cuerpo, convirtiéndolo en una masa con pérdida de características morfológicas. Se evidencia la purga de líquidos putrefactos por la boca y las fosas nasales, lo que se conoce como "purga postmortem". Esta emisión de gases y fluidos es lo que provoca la mayor cantidad de olor durante el proceso de descomposición. Otros signos externos de putrefacción son el desprendimiento de la piel, la formación de ampollas llenas de líquido putrefacto y la extrusión de pelo y uñas. Internamente, los intestinos se distienden

debido a la formación de gas, el hígado se vuelve esponjoso y con aspecto de queso suizo.
(16)

El cerebro parece estar blando y licuado, y todos los órganos internos pueden presentar ampollas gaseosas bajo su revestimiento mucoso; el color de la piel cambia de verde a marrón-negro debido a la transformación del hemo en hematina. Estos cambios tienen lugar entre 2-3 semanas en verano y meses en invierno después de la muerte. Al cabo de 24 o 48 horas, pueden verse gusanos cerca de los orificios externos y/o de las heridas abiertas, y se alimentan de los tejidos del cuerpo haciendo que la piel se deslice, el pelo se desprenda y la superficie se rompa. Estos gusanos, dependiendo de la especie de la mosca, pupan y se convierten en adultos a los 6 u 8 días y pueden utilizarse para estimar el PMI. A los 5 o 10 días se produce la licuefacción de la mayoría de los órganos internos, el abdomen puede reventar debido a la presión ejercida por los gases de putrefacción y los ligamentos se vuelven más blandos en esta fase.(17)

4. Restos secos o etapa esquelética: A partir de 3-5 años después de la muerte comienza la eliminación de las partes blandas del esqueleto. Esta última etapa es cuando todos los subproductos de la descomposición se han secado y sólo queda el esqueleto y quizás algo de pelo. Es una de las fases que presenta más dificultades en la estimación del PMI por la preservación de los tejidos y el consecuente retraso en la descomposición. El tiempo de aparición y duración de esta fase depende de la temperatura, el estado del cadáver (si está enterrado o no, por ejemplo) y la presencia o ausencia de descomposición por microorganismos. Los escarabajos y las moscas se comen todo lo más blando que queda, y los ácaros y las larvas de polilla digieren el pelo. Expuestos a la intemperie, los huesos se aclaran y acaban siendo recuperados por la tierra.(23)

Condiciones que afectan a la tasa de putrefacción

El rango óptimo de temperatura ambiente para la putrefacción está entre 25 y 38 grados C. Con cada aumento de 10 grados C, la actividad química se duplica. La tasa de putrefacción en verano es aproximadamente el doble que la tasa de putrefacción en invierno. Los estados avanzados de putrefacción pueden observarse a partir de las 24 o 36 horas en verano. La humedad es un requisito previo para la putrefacción, ya que el agua es necesaria para el crecimiento bacteriano y los procesos químicos y enzimáticos. La tasa de putrefacción es más

rápida en un entorno húmedo que en uno árido. Los cadáveres conservados al aire libre se putrefacta más rápido que los enterrados o en agua. (24)

El "dictamen de Casper" afirma que un cuerpo se descompone al aire dos veces más rápido que sumergido en el agua, y ocho veces más rápido que enterrado en la tierra. Los cuerpos vestidos se descomponen más lentamente, ya que las ropas ajustadas restringen el suministro de microbios a través de los vasos sanguíneos de esa zona. En caso de que haya múltiples heridas externas abiertas, la putrefacción es más rápida, ya que los microorganismos tienen un acceso más fácil al interior del cuerpo. Cuanto mayor es el porcentaje de grasa, más rápida es la putrefacción debido a la mayor cantidad de líquidos y a la retención de calor por parte de la grasa. Las dos modificaciones de la putrefacción son la formación de adiposidades y la momificación.(25)

Fenómenos cadavéricos post mortem tardíos conservadores.

Momificación: La momificación es el resultado de la desecación de los tejidos y es un fenómeno que se produce cuando el cadáver se encuentra en un entorno cálido y seco. La piel del cadáver se oscurece, se seca y adquiere un aspecto correoso. En general, el cuerpo parece reseco, lo que permite conservar el cadáver durante más tiempo. Puede producirse en el cadáver en su totalidad o en zonas localizadas, como las extremidades o la lengua.(26)

Formación Adipocere: La adipocere es una sustancia cerosa de color amarillento-gris que puede conservar el cadáver en su totalidad o algunas partes del mismo. La formación de adipocere superficial puede mantener las características de la cara y preservar las características de las heridas y tiende a desarrollarse también en las órbitas, el tórax y la pared abdominal. A diferencia de la momificación, el proceso de formación de adipocere se produce en cadáveres que se encuentran en entornos con mucha humedad y libre de oxígeno. Las condiciones anaeróbicas, como un entierro inundado o la inmersión en agua, facilitan la formación de adipóceros, en donde el proceso implica principalmente la hidrólisis e hidrogenación de las grasas corporales en ácidos grasos y jabones y la formación de adipóceros. Aunque existen informes de que la formación de adipóceros se produce tan pronto como unas tres semanas después de la muerte, en la mayoría de los casos, se hace evidentes sólo meses después de la muerte.(10)

Antropofagia cadavérica

Un gran número de especies de artrópodos son atraídas por los cuerpos humanos después de la muerte, principalmente moscas (Dípteros), escarabajos (Coleópteros) y sus larvas. Los artrópodos se alimentan, viven o se reproducen en los cadáveres, dependiendo de sus preferencias biológicas y del estado de descomposición. La mayoría de las especies de artrópodos colonizan un cadáver sólo durante un periodo de tiempo limitado ("sucesión faunística"). Mediante la evaluación de sus fases de desarrollo, los artrópodos pueden utilizarse para estimar el tiempo que ha estado habitado un cadáver ("intervalo de colonización"). Esto proporciona una amplia gama de aplicaciones para la entomología forense en un contexto médico-legal. Se puede obtener información útil sobre el tiempo estimado desde la muerte, o el tiempo que un cuerpo estuvo en un entorno determinado. También se puede obtener información adicional a partir de los artrópodos encontrados sobre o dentro de los cadáveres, en la escena del crimen, en el lugar donde se ha arrojado un cuerpo o en la ropa de un sospechoso. Los artrópodos que viven en zonas restringidas y que se encuentran en un cadáver en una zona diferente pueden demostrar que el cuerpo fue trasladado después de la muerte.(27)

Los insectos, los carroñeros y los microbios compiten por los recursos cadavéricos. Los insectos pueden consumir un cadáver antes de que un carroñero lo haya consumido y los microorganismos pueden liberar toxinas repelentes, como la toxina botulínica. Sin embargo, se ha observado que los carroñeros consumen entre el 35% y el 75% de los cadáveres en los ecosistemas terrestres. Cuando los insectos y los microbios son menos activos (como durante el invierno) el éxito de los carroñeros puede acercarse al 100%.(28)

ENTOMOLOGÍA FORENSE

La descomposición es un proceso natural que permite reabsorber y reciclar los nutrientes. Este proceso puede ser muy lento sólo por la acción de las bacterias; sin embargo, los insectos aceleran significativamente esta progresión, desempeñando así un papel importante dentro de nuestro ecosistema. Los insectos y otros artrópodos asociados a los cadáveres en descomposición presentan comportamientos predecibles que permiten sacar conclusiones fiables sobre un determinado cadáver. La Entomología Forense se ha descrito como el estudio de los insectos y otros artrópodos asociados a cuestiones legales. Los insectos pueden

encontrarse en infinidad de lugares, lo que abre un amplio abanico de aplicaciones para la entomología forense, desde un simple caso de contaminación de alimentos hasta una grave investigación de homicidio.(29)

Cuando se sospecha de una muerte, los insectos asociados a los cuerpos en descomposición cobran importancia en la formación de una investigación criminal. Los insectos pueden utilizarse para detectar la presencia de drogas en un cuerpo, la forma o la causa de la muerte, y encontrar una asociación de un sospechoso con la escena del crimen. También se puede detectar el movimiento de un cuerpo después de la muerte. (30)

Como los insectos tienen una diversidad relativamente definida que existe en zonas geográficas específicas, las especies de insectos encontradas en un cadáver que no se corresponden con las especies que se encuentran normalmente en la zona pueden ser un buen indicador de que el cuerpo en cuestión fue trasladado de una zona a otra. Sin embargo, la entomología forense se utiliza principalmente para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte, también llamado intervalo post mortem (IPM).(31)

DÍPTERAS Y COLEÓPTEROS

Entre la fauna asociada a un cadáver, los colonizadores más abundantes se encuentran en los órdenes Diptera y Coleoptera, ambos con una importante función en el proceso de descomposición y, por tanto, de importancia forense. En Diptera, las familias más comunes asociadas a los cadáveres son Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Phoridae y Fanniidae. Por lo general, los Calliphoridae (moscardones) son los primeros en llegar a un cadáver. Llegan poco después de la muerte, atraídas por los olores que emanan del cuerpo; se encuentran entre los insectos más comunes y pueden encontrarse en muchos entornos diversos. Aunque la ubicación y la fuente de alimento pueden variar, la mayoría de los moscardones se desarrollan en materia orgánica en descomposición, incluida la carroña.(32)

Los dos grupos más significativos en relación con sus asociaciones con los humanos son las moscas azules (*Calliphora* sp.) y las moscas verdes (*Lucilia* sp.):

- Los moscardones azules (*Calliphora* sp.) se distinguen por su abdomen azul brillante y su gran tamaño. Estos moscardones son robustos y pueden estar presentes en un cadáver en descomposición durante la sombra o el sol y se sabe que frecuentan cuerpos al aire libre y en interiores, tanto con temperaturas cálidas como frías.

- Los moscardones verdes (*Lucilia* sp.) se reconocen por su abdomen verde metálico. Estos moscardones en particular suelen ser de menor tamaño y prefieren la luz del sol y el clima cálido. Suelen estar presentes en los cuerpos que se encuentran en los interiores y es mucho menos probable que estén activos en tiempo fresco.(31)

Ciclo de vida

Los moscardones, como la *Calliphora*, tienen un ciclo vital relativamente rápido y predecible. La mayor parte de su ciclo vital la pasan en un cadáver en descomposición. Las moscas hembras ponen sus huevos en un cadáver en descomposición, normalmente cerca de zonas húmedas para que los huevos no se dessequen. Los huevos son de color blanco o amarillo pálido y miden aproximadamente 1,2 mm de longitud. En un plazo de 12-24 horas a temperatura ambiente, la larva eclosiona, abandona el cascarón y comienza a alimentarse de los fluidos corporales. La larva mudará su capa exterior dos veces, lo que dará lugar a tres fases distintas, formando la larva de primer estadio, la de segundo y la de tercer estadio; cada fase se alimenta con más voracidad que la siguiente. (33)

Finalmente, una vez que la larva se ha alimentado lo suficiente, vaciará su intestino y dejará el cadáver para buscar refugio excavando en el suelo. La cutícula exterior de la larva se endurece para formar un caparazón duro de color marrón, llamado pupario. La pupa puede permanecer en este estadio durante varios días y semanas, dependiendo de la temperatura. La mayor metamorfosis tiene lugar durante esta fase y, una vez completado el desarrollo, emerge la mosca adulta.(34)

TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL INTERVALO POST MORTEM EN LOS FENÓMENOS CADAVERÍCOS TARDÍOS DESTRUCTORES

El intervalo post mortem se estima con base en los cambios físicos, morfológicos y entomológicos de los cadáveres, los hallazgos de la investigación del lugar de los hechos y los hallazgos de la investigación judicial. Muchos factores afectan el inicio y el curso de los cambios post mortem, por ende, no existe un método establecido para la estimación precisa del intervalo post mortem, especialmente con respecto a los cadáveres en avanzado estado de putrefacción. De acuerdo a los fenómenos cadavéricos tardíos o destructores estimamos el tiempo transcurrido desde la muerte mediante tres métodos.(27,35)

Determinación a través del proceso de descomposición por aspecto físico

En Ecuador se utiliza el Formato Médico Legal para autopsias del Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forense; que constituye un apoyo a todos/as los/as médicos/as que realicen autopsias médico legales a nivel nacional. En el formato de Informe Forense de Autopsia Médico Legal, en la celda de Manifestaciones externas de putrefacción, se deberá registrar en forma afirmativa o negativa si el cadáver se encuentra en alguna etapa de los fenómenos cadavéricos tardíos. Si la respuesta es afirmativa, se describirá pormenorizadamente la fase de putrefacción, (Ver tabla 1) dando como consecuencia el intervalo post mortem (IPM).(36)

Tabla 1: *Etapas de descomposición de los fenómenos cadavéricos destructores e intervalo postmortem.*

FENÓMENOS CADAVÉRICOS TARDÍOS O DESTRUCTORES		
ETAPAS	CARACTERÍSTICAS	INTERVALO POST MORTEM
AUTOLISIS	La autólisis se define como la auto digestión y degradación postmortem de las células y órganos por enzimas intracelulares, sin participación bacteriana. Los cambios que ocurren en este proceso son principalmente a nivel microscópico más que macroscópico. Internamente, los cambios autolíticos son más prominentes en el páncreas y otros órganos con una alta concentración de enzimas celulares.	La autólisis depende fuertemente de las condiciones climáticas, comienza 3-4 horas después de la muerte y continúa durante 2-3 días.
PUTREFACCION (4 fases)	<ul style="list-style-type: none"> ● Acción de las enzimas bacterianas sobre los componentes del tejido: carbohidratos/grasas/proteínas. ● Crecimiento bacteriano: calor, humedad son condiciones favorables. ● Clostridium welchii, estreptococos, E coli, Vibrio Cholerae. 	La putrefacción comienza una hora después de la muerte, pero el pico de actividad de los microbios se produce alrededor de las 24 horas.
1. Fase Cromática	La decoloración verdosa de la piel sobre el ciego y los flancos después de la muerte.	Aparece de 18 a 24 horas.
	La decoloración se extiende: frente del abdomen, genitales externos, pecho, cuello, cara, brazos y piernas: se extiende por todo el cuerpo.	En 24 a 36 horas.
	Decoloración de las paredes de los vasos debido a la pigmentación de la sangre descompuesta (sulfahemoglobina) sobre red de venas superficiales en la piel.	A partir de las 48 horas.
	Cambio progresivo en mancha oscura.	A partir de 72 horas.

<p>2. Fase Enfisematosa</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollo de gases debajo de la piel, vísceras huecas y vísceras sólidas. ● H₂S, amoníaco, hidrógeno fosfatado, CO₂ y metano. ● Gases provocan distensión abdominal, facies negroides y prolapsos de genitales externos. ● Más acumulación de gases, el cuerpo flota en el agua. 	<p>Inicia después de 36-72 horas de la muerte, con una duración de 3-7 días en verano y semanas en invierno.</p>
<p>3. Fase de reducción de tejidos y licuefacción</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Descomposición de las bacterias conduce a la licuefacción de los tejidos. ● Distensión gaseosa provoca la expulsión de líquido sanguíneo por la boca y la nariz (purga post mortem). ● Desprendimiento del cabello y uñas; decoloración negra de la piel rota. ● Hígado de aspecto esponjoso (queso suizo) y el cerebro parece estar blando y licuado. ● Cadáver comienza a encogerse como consecuencia de los procesos de degradación biológica. 	<p>Estos cambios tienen lugar entre 2-3 semanas en verano y meses en invierno después de la muerte.</p>
<p>4. Etapa esquelética</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Eliminación de las partes blandas del esqueleto. ● Subproductos de la descomposición se han secado y sólo queda el esqueleto y quizás algo de pelo. ● Restos óseos tardan años o décadas en desintegrarse. ● Fase con más dificultades en la estimación del PMI. 	<p>Comienza a partir de 3-5 años después de la muerte.</p>

Nota: Adaptado de Rutwik Shedge, Kewal Krishan, Varsha Warriar, Tanuj Kanchan. Postmortem Changes - StatPearls - NCBI Bookshelf. StatPearls. 2021 Jul 26;(17)

Determinación de la edad larval

Durante el período post-mortem temprano, el tiempo transcurrido desde la muerte se determina evaluando la etapa de desarrollo del espécimen inmaduro más antiguo presente en el cuerpo. Las moscas azules (Calliphoridae) suelen ser las primeras en llegar a un cuerpo; pueden llegar y ovipositar minutos u horas después de la muerte. Estas etapas inmaduras son vitales para determinar el PMI (Ver tabla 2). Las larvas deben identificarse con la especie correcta antes de que se puedan realizar más evaluaciones, ya que las tasas de desarrollo varían entre especies. Las larvas se miden y/o pesan y se debe determinar el estado de desarrollo. La temperatura tiene una gran influencia en la velocidad en la que se desarrollarán las larvas; por lo tanto, se debe estimar la temperatura y las condiciones ambientales a las que estuvieron expuestos los estadios inmaduros.(33)

La determinación de la edad final se realiza comparando la etapa de desarrollo de las larvas y las condiciones ambientales con datos de tasa de crecimiento conocidos para esa especie en particular. Esta es una determinación de cuándo se pusieron los primeros huevos en el cuerpo y no del momento real de la muerte. Por eso se da una estimación mínima.(37)

Tabla 2: *Etapas del ciclo de vida de Dípteros y aparición en cadáveres.*

Etapas del ciclo de vida	Cronología	Descripción	Observación
Huevos	1 día	1-2mm	Localizado especialmente alrededor de los orificios naturales del cuerpo, como la nariz, los ojos, los oídos, el ano, el pene, la vagina y en cualquier herida.
Larvas (1er estadio)	1,8 días	2-5mm	
Larvas (2do estadio)	2,5 días	10-11mm	
Larvas (3er estadio)	4-5 días	14-17 mm	
Pre pupas	8-12 días	11-12mm	Las larvas se vuelven inquietas y comienzan a alejarse del cuerpo, el órgano de cultivo se vacía gradualmente de sangre, y las características internas se oscurecen gradualmente por el cuerpo agrandado de la larva
Pupas	14-18 días	14-18 mm Se oscurece con la edad	La presencia de puparios vacíos indica que la persona en cuestión lleva muerta aproximadamente 20 días.
Moscas adultas	Emerge de los capullos de pupa después de 4-7 días (21 días)	Nueva generación	Pequeñas moscas adultas, se encuentran en cuerpos en avanzado estado de descomposición.

Nota: Adaptado de Castro M, Centeno N, González-Vainer P. An initial study of insect succession on pig carcasses in open pastures in the northwest of Uruguay. *Forensic Science International*. 2019 Sep 1;302.(33)

Determinación por Sucesión de artrópodos.

A medida que los primeros insectos inmaduros abandonan el cuerpo y completan su ciclo de vida, los patrones de sucesión se convierten en el método principal de estimación del PMI. Ciertos artrópodos se pueden vincular a una etapa de descomposición bien establecida, lo que permite una estimación del PMI. Esta estimación rara vez se basa en una sola especie, sino en la composición completa de la comunidad de artrópodos, asociándola con un patrón de sucesión conocido, el medio ambiente y la etapa de descomposición. Como la fauna de artrópodos varía según la ubicación geográfica y los cambios de estación, es obligatorio familiarizarse con el patrón de sucesión relacionado con la ubicación de interés. Varios estudios hacen referencia para la estimación del PMI a la aparición de los adultos de coleópteros (*Dermestes* y *Leiodidae*). Los escarabajos y cucarachas generalmente infestan un cadáver en las últimas etapas de descomposición en comparación con las moscas. Los

escarabajos son reemplazados por moscas polilla en condiciones más secas, por lo general se observan al final de la fase de descomposición avanzada (fase de licuefacción) a partir del día 26.(38)

Tabla 3: *Etapas del ciclo de vida de Coleópteros y su cronología.*

Ciclo de vida	Descripción y Cronología
Huevos	Las hembras adultas ponen cientos de pequeños huevos ovalados de color blanco o amarillo tarda de 4 a 12 días en eclosionar.
Etapa larval	En esta etapa el gusano tiene cabeza y patas marrones y un cuerpo blanco cremoso en forma de C que crece hasta 100 mm. Inicia a partir de la eclosión (12 días) hasta 2 semanas.
Etapa pupa	Esta etapa dura de 2 a 3 semanas (hasta los 9 meses si la etapa de pupa pasa el invierno). La pupa no come y parece inactiva, pero se está transformando en adulto. La última parte de la etapa de pupa es cuando el exoesqueleto se endurece para convertirse en el escarabajo adulto negro brillante
Adulto	Los machos y las hembras varían en tamaño corporal (hasta 40 mm) y el cuerno de la hembra tiende a ser más corto. Las hembras viven alrededor de 9 meses. La hembra se apareará con varios machos y producirá 3-4 nidadas de 30-50 huevos.

Nota: Adaptado de Lira LA, Barros-Cordeiro KB, Figueiredo B, Galvão MF, Frizzas MR. The carrion beetle *Oxelytrum discicolle* (Coleoptera: Silphidae) and the estimative of the minimum post-mortem interval in a forensic case in Brasília, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 2020;64(1).(38)

En Ecuador existen al menos un aproximado de 41 especies de insectos, entre dípteros y coleópteros, asociados a la carroña en relación con la sierra ecuatoriana, a diferencia de otros países como Perú donde se registran un total de 24 especies de insectos, Argentina con 45 especies, Venezuela con 37 especies y Colombia con 156 especies de insectos relacionados con la carroña. Los datos relativos a los ciclos de vida de las moscas en una zona no pueden utilizarse necesariamente en otra región.(8,39)

En el formato de Informe Forense de Autopsia Médico Legal, en la celda de Manifestaciones externas de antropofagia, se deberá registrar en forma afirmativa o negativa si existe presencia de insectos. Si la respuesta es afirmativa, se describirá pormenorizadamente los hallazgos evidenciados como las características tanto de la edad larval como la presencia de artrópodos dando como consecuencia el intervalo post mortem (IPM). (36)

Los moscardones han demostrado ser inestimables en ciertos ámbitos de la vida. Junto con otros artrópodos, desempeñan un papel importante en la descomposición y el reciclaje de nutrientes; son los mayores contribuyentes a la eliminación de tejidos en un cadáver. Las moscas volantes también son las más importantes a la hora de determinar el intervalo post mortem. Suelen ser las primeras en llegar a un cadáver humano y, por tanto, pueden dar la información más valiosa sobre el tiempo transcurrido desde la muerte y otros datos valiosos sobre el cuerpo.(31,37)

Para todos los métodos de tiempo desde la determinación de la muerte, un PMI más corto permitirá un rango de tiempo estimado más estrecho. Por lo tanto, cuanto más largo sea el período de tiempo desde la muerte, menos precisa será la estimación del PMI. (30)

CONCLUSIÓN

El proceso de descomposición parece ser un proceso continuo en lugar de una serie discreta de eventos, por lo que la secuencia de cambios macroscópicos o etapas de descomposición se han utilizado clásicamente para estimar el PMI. Las etapas de descomposición a menudo se suceden una tras otra en el mismo orden, pero no se puede hacer una distinción clara de cuándo termina una y comienza la otra. E incluso en los casos en que la descomposición del cadáver progresa en una sucesión predecible de las diferentes etapas de descomposición, la duración de estas etapas puede variar drásticamente de un cadáver a otro, dependiendo de las condiciones ambientales. Dentro de las técnicas que determinan el intervalo post mortem en los fenómenos cadavéricos destructores, en Ecuador y Latinoamérica son tres:

a) Determinación a través del proceso de descomposición por el aspecto físico, en donde nos basamos en la morfología del cadáver y sus características, que varían desde cambios en la coloración de la piel, hinchazón debido a la formación de gases, la liberación de líquido de descomposición de los orificios (purga), aparición de piel suelta y flácida con el colapso de la cavidad abdominal y finalmente la eliminación del poco tejido blando corporal y exposición de más de la mitad de los elementos esqueléticos. La importancia de esta técnica radica en el análisis de cada característica morfológica del cadáver, según la fase de descomposición en que se encuentre, asignando así, el probable intervalo post mortem. Dentro de los cambios post mortem tardíos destructores, específicamente la fase cromática y enfisematosa, de la etapa de putrefacción, son probablemente los períodos de tiempo más importantes para la estimación del PMI, ya que la mayoría de los casos médico-legales se examinan en este período de tiempo. Este período también es donde la estimación del tiempo transcurrido desde la muerte es más relevante para establecer la línea de tiempo de los eventos y desarrollar una teoría de las circunstancias de la muerte. Este período va de 24 a 72 horas después de la muerte.

b) Determinación de la edad larval, que consiste en el análisis del desarrollo de las diferentes etapas del insecto en el cadáver para ayudar a estimar el intervalo post mortem. Las moscas (orden Diptera; Calliphoridae, o moscardones) se encuentran entre los primeros colonizadores de un individuo fallecido. La maduración de estos insectos (huevo-larva-pupa-insecto adulto) sirve de reloj biológico, entre 1 y 3 semanas después de la muerte. Los datos relativos a los ciclos de vida de las moscas en una zona no pueden utilizarse necesariamente en otra región. Los huevos se ponen por primera vez en los orificios

o heridas del cadáver a los pocos segundos de la muerte. En la fase de huevo, que es relativamente corta, los marcadores físicos que determinan la edad son menos importantes que en las fases de larva o pupa, que son más largas. La fase de pupa por sí sola puede abarcar el 50% del ciclo vital total del insecto, por lo que la capacidad de precisar una estimación de la edad a partir de una ventana de 2 semanas, hasta quizás una ventana de 24 a 48 horas, es muy deseable. En el campo del cronotanatodiagnóstico sigue siendo difícil encontrar una fórmula para estimar con precisión la descomposición de los tejidos blandos o duros. Una vez que comienza la putrefacción, la entomología forense representa el método más preciso, suponiendo que se disponga de presencia de insectos. En Ecuador existen un aproximado de 41 especies de dípteros encontrados, en diversos estudios forenses, al sur del país.

c) Determinación por Sucesión de artrópodos, A medida que los primeros insectos inmaduros abandonan el cuerpo y completan su ciclo de vida, los patrones de sucesión se convierten en el método principal de estimación del PMI. Ciertos artrópodos se pueden vincular a una etapa de descomposición bien establecida, lo que permite una estimación del PMI. Las moscas (Diptera: Calliphoridae) suelen ser los colonizadores iniciales de los restos de vertebrados y pueden llegar a un cadáver en cuestión de minutos, lo que las convierte en un recurso valioso para estimar el tiempo transcurrido desde la muerte. Sin embargo, en fases más avanzadas de la descomposición, las coleópteras (escarabajos) se convierten en importantes indicadores del tiempo transcurrido desde la muerte. Los escarabajos de interés forense son atraídos por los restos en función de las diferentes señales químicas que se liberan a lo largo del proceso de descomposición. Debido a su temprana llegada, la literatura de entomología forense se centra más en las moscas, pero comprender el comportamiento y la ecología de los escarabajos asociados a los restos es un paso fundamental para fortalecer este campo de estudio. A pesar de la importancia de los coleópteros en la entomología forense, siguen existiendo muy pocos recursos de diagnóstico que ayuden a la determinación fiable de estos taxones.

Las tablas presentadas que resumen el orden cronológico de aparición y la secuencia de eventos de los cambios postmortem distintivos y de la antropofagia cadavérica, resultan útiles en el trabajo forense para dar una estimación aproximada del tiempo transcurrido desde la muerte.

Un conocimiento detallado de los cambios, así como de los procesos biológicos subyacentes, que experimenta un cuerpo humano tras la muerte es esencial para todo patólogo y médico

forense, respectivamente. Un buen estudio de los posibles diagnósticos diferenciales de la multitud de posibles alteraciones y lesiones de la piel que se producen postmortem es crucial para todo investigador de la muerte. Aunque se han hecho muchos avances en la última década, en el campo del cronotanatodiagnóstico forense, sigue siendo difícil encontrar una fórmula para estimar con precisión el intervalo post mortem de un cadáver en descomposición.

Es bien sabido que en el periodo postmortem casi todos los parámetros cambian con el tiempo con diferentes grados, y numerosos factores, incluyendo las condiciones físicas del entorno, la estación del año, etc. Por estas razones, especialmente en los casos altamente putrefactos o esqueléticos, puede no ser posible determinar el intervalo postmortem con precisión de manera estándar basándose únicamente en los cambios postmortem. Por ello, es importante tener en cuenta otros factores extrínsecos a la descomposición del cadáver, como la actividad de los insectos. Se debe considerar que estos métodos, a pesar de décadas de investigación, siguen siendo imprecisos y que no se puede utilizar un solo método, ni siquiera una combinación de métodos, para estimar de forma fiable el Post mortem Interval/ intervalo postmortem (PMI) con gran precisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adserias-Garriga J, Hernández M, Quijada NM, Rodríguez Lázaro D, Steadman D, Garcia-Gil J. Daily thanatomicrobiome changes in soil as an approach of postmortem interval estimation: An ecological perspective. *Forensic Science International* [Internet]. 2017 Sep 1 [cited 2022 Jun 6];278:388–95. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.07.017>
2. José Antonio Bustos Saldaña Rafael Verdín PG. FENOMENOS CADÁVÉRICOS Y EL TANATOCRONODIAGNÓSTICO CADAVERIC PHENOMENA AND POSTMORTEM INTERVAL. *Gaceta Internacional de Ciencia Forense* [Internet]. 2019 Apr [cited 2022 Jun 12];31:10–37. Available from: https://www.uv.es/gicf/3R1_Pen%CC%83a_GICF_31.pdf
3. González Vega OA. Fenómenos cadavéricos destructores. *Revistas jurídicas UNAM* [Internet]. 2018 Nov 23; Available from: <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/hechos-y-derechos/rt/printerFriendly/12992/14537>
4. Gelderman HT, Kruiver CA, Oostra RJ, Zeegers MP, Duijst WLJM. Estimation of the postmortem interval based on the human decomposition process. *Journal of Forensic and Legal Medicine* [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2022 Jun 8];61:122–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2018.12.004>
5. Hunter MC, Pozhitkov AE, Noble PA. Accurate predictions of postmortem interval using linear regression analyses of gene meter expression data. *Forensic Science International* [Internet]. 2017 Jun 1 [cited 2022 Jun 7];275:90–101. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.02.027>
6. Hernández-A L, Beltrán-B K, Valverde-Castro C. Tafonomía forense: estudio experimental del proceso de descomposición cadavérica en un Bosque seco tropical costero. *Duazary* [Internet]. 2021 Jan 7 [cited 2022 Jun 8];18(1):71–85. Available from: <https://doi.org/10.21676/2389783X.3839>
7. Iancu L, Junkins EN, Necula-Petrareanu G, Purcarea C. Characterizing forensically important insect and microbial community colonization patterns in buried remains.

- Scientific Reports [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2022 Jun 8];8(1). Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33794-0>
8. Andrade-Herrera K, Ruiz-González C, Córdova-Espinoza M. Estudio comparativo de insectos asociados a cadáveres de cobayas en dos formas de muerte en Castilla [Internet]. Vol. 24, Cuad Med Forense. Piura, Perú; 2018 [cited 2022 Jun 8]. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062018000100006&lng=es.
 9. Javan GT, Finley SJ, Tuomisto S, Hall A, Benbow ME, Mills DE. An interdisciplinary review of the thanatomicrobiome in human decomposition. Forensic Science, Medicine, and Pathology [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2022 Jun 11];15(1):75–83. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12024-018-0061-0>
 10. Alfsdotter C, Petaros A. Outdoor human decomposition in Sweden: A retrospective quantitative study of forensic-taphonomic changes and postmortem interval in terrestrial and aquatic settings. Journal of Forensic Sciences [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2022 Jun 9];66(4):1348–63. Available from: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14719>
 11. Madadin M, Molah R, Cordner S. Autopsy histopathology where the prosector is not a histopathologist: a proposal. Forensic Science, Medicine, and Pathology [Internet]. 2017 Sep 1 [cited 2022 Jun 13];13(3):383–7. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12024-017-9881-6>
 12. Connor M, Baigent C, Hansen ES. Testing the Use of Pigs as Human Proxies in Decomposition Studies. Journal of Forensic Sciences [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2022 Jun 9];63(5):1350–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29284073/>
 13. Madea B, Ortmann J, Doberentz E. Estimation of the time since death—Even methods with a low precision may be helpful in forensic casework. Forensic Science International [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2022 Jun 11];302. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109879>

14. Jeong SJ, Park SH, Park JE, Park SH, Moon T young, Shin SE, et al. Extended model for estimation of ambient temperature for postmortem interval (PMI) in Korea. *Forensic Science International* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2022 Jun 10];309. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110196>
15. Wescott DJ. Recent advances in forensic anthropology: decomposition research. *Forensic Sciences Research* [Internet]. 2018 Oct 2 [cited 2022 Jun 10];3(4):327–42. Available from: <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1488571>
16. Leite Junior DP, Oliveira Dantas ES de, Nascimento DC, Dutra Correa HS, Felipe PAN, Araujo Pires RA, et al. Action of fauna and flora on the cadaveric phenomena observed in the carcass of *sus scrofa* (Linnaeus-Suidae) in the wild area Brazilian savannah of the central region-Brazil. *Forensic Research & Criminology International Journal* [Internet]. 2019 Jul 29 [cited 2022 Jun 10];7(4):185–99. Available from: <https://doi.org/10.15406/frcij.2019.07.00285>
17. Rutwik Shedge, Kewal Krishan, Varsha Warriar, Tanuj Kanchan. Postmortem Changes - StatPearls - NCBI Bookshelf. StatPearls [Internet]. 2021 Jul 26 [cited 2022 Jun 11]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539741/>
18. Barranco R, Ventura F. Immunohistochemistry in the Detection of Early Myocardial Infarction: Systematic Review and Analysis of Limitations Because of Autolysis and Putrefaction. *Applied Immunohistochemistry & Molecular Morphology* [Internet]. 2018 Jun 1 [cited 2022 Jun 10]; Available from: <https://doi.org/10.1097/PAI.0000000000000688>
19. Byard RW. Putrefaction: An Additional Complicating Factor in the Assessment of Freshwater Drownings in Rivers [Internet]. Vol. 63, *Journal of Forensic Sciences*. Blackwell Publishing Inc.; 2018 [cited 2022 Jun 11]. p. 899–901. Available from: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13614>
20. Senst A, Scheurer E, Gerlach K, Schulz I. Which tissue to take? A retrospective study of the identification success of altered human remains. *Journal of Forensic and Legal Medicine* [Internet]. 2021 Nov 1 [cited 2022 Jun 12];84. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2021.102271>

21. Helm K, Matzenauer C, Neuhuber F, Monticelli F, Meyer H, Pittner S, et al. Suitability of specific soft tissue swabs for the forensic identification of highly decomposed bodies. *International Journal of Legal Medicine* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2022 Jun 12];135(4):1319–27. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02601-3>
22. Breivik H, Frost J, Løkken TN, Slørdal L. Post mortem tissue distribution of quetiapine in forensic autopsies. *Forensic Science International* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2022 Jun 13];315. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110413>
23. Vandenbosch M, Rooseleers L, van den Bogaert W, Wuestenbergs J, van de Voorde W, Cuypers E. Skeletal tissue, a viable option in forensic toxicology? A view into post mortem cases. *Forensic Science International* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2022 Jun 13];309. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110225>
24. Ross AH, Hale AR. Decomposition of juvenile-sized remains: a macro- and microscopic perspective. *Forensic Sciences Research* [Internet]. 2018 Oct 2 [cited 2022 Jun 9];3(4):294–303. Available from: <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1489362>
25. Meng H, Zhang M, Xiao B, Chen X, Yan J, Zhao Z, et al. Forensic age estimation based on the pigmentation in the costal cartilage from human mortal remains. *Legal Medicine* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2022 Jun 11];40:32–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2019.07.004>
26. Kadej M, Szleszkowski Ł, Thannhäuser A, Jurek T. A mummified human corpse and associated insects of forensic importance in indoor conditions. *International Journal of Legal Medicine* [Internet]. 2020 Jul 14 [cited 2022 Jun 11];134:1963–71. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02373-2>
27. Pittner S, Bugelli V, Eric Benbow M, Ehrenfellner B, Zissler A, Campobasso CP, et al. The applicability of forensic time since death estimation methods for buried bodies in advanced decomposition stages. *PLoS ONE* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2022 Jun 6];15(12 December). Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243395>

28. Griffiths K, Krosch MN, Wright K. Variation in decomposition stages and carrion insect succession in a dry tropical climate and its effect on estimating postmortem interval. *Forensic Sciences Research* [Internet]. 2020 [cited 2022 Jun 13];5(4):327–35. Available from: <https://doi.org/10.1080/20961790.2020.1733830>
29. Hu G, Wang M, Wang Y, Liao M, Hu J, Zhang Y, et al. Estimation of post-mortem interval based on insect species present on a corpse found in a suitcase. *Forensic Science International* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2022 Jun 12];306. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.110046>
30. Pittner S, Bugelli V, Weitgasser K, Zissler A, Sanit S, Lutz L, et al. A field study to evaluate PMI estimation methods for advanced decomposition stages. *International Journal of Legal Medicine* [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2022 Jun 5];134(4):1361–73. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02278-0>
31. Franceschetti L, Pradelli J, Tuccia F, Giordani G, Cattaneo C, Vanin S. Comparison of accumulated degree-days and entomological approaches in post mortem interval estimation. *Insects* [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2022 Jun 6];12(3). Available from: <https://doi.org/10.3390/insects12030264>
32. Hans KR, Vanlaerhoven SL. Impact of comingled heterospecific assemblages on developmentally based estimates of the post-mortem interval—a study with *Lucilia sericata* (Meigen), *Phormia regina* (Meigen) and *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy (Diptera: Calliphoridae). *Insects* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2022 Jun 11];12(4). Available from: <https://doi.org/10.3390/insects12040280>
33. Castro M, Centeno N, González-Vainer P. An initial study of insect succession on pig carcasses in open pastures in the northwest of Uruguay. *Forensic Science International* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2022 Jun 8];302. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.05.053>
34. Cervantès L, Dourel L, Gaudry E, Pasquerault T, Vincent B. Effect of low temperature in the development cycle of *Lucilia sericata* (Meigen) (Diptera, Calliphoridae): implications for the minimum postmortem interval estimation. *Forensic Sciences Research* [Internet]. 2018 Jan 2 [cited 2022 Jun 11];3(1):52–9. Available from: <https://doi.org/10.1080/20961790.2017.1406839>

35. Acosta X, Corronca JA, González-Reyes AX, Centeno ND. Postmortem Interval Estimation and Validation Through a Comparative Study of South American Flies Reared in the Field Versus Laboratory Conditions. *J Med Entomol* [Internet]. 2022 Jan 12 [cited 2022 Jun 11];59(1):147–61. Available from: <https://doi.org/10.1093/jme/tjab182>
36. Mena L, Guerra S, Robalino. Fabiola, Hechavarria L, Cueva R, Oviedo M, et al. GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL FORMATO MÉDICO LEGAL DE AUTOPSIA. [Internet]. Quito; 2018 [cited 2022 Jun 11]. Available from: https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/guia_llenado_-autopsia_mdico_legal.pdf
37. Ramos-Pastrana Y, Virgüez-Díaz Y, Wolff M. Insects of forensic importance associated to cadaveric decomposition in a rural area of the andean amazon, caquetá, Colombia. *Acta Amazonica* [Internet]. 2018 Apr 1 [cited 2022 Jun 8];48(2):126–36. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201701033>
38. Lira LA, Barros-Cordeiro KB, Figueiredo B, Galvão MF, Frizzas MR. The carrion beetle *Oxelytrum discicolle* (Coleoptera: Silphidae) and the estimative of the minimum post-mortem interval in a forensic case in Brasília, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* [Internet]. 2020 Jan 17 [cited 2022 Jun 10];64(1). Available from: <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2019-92>
39. García-Ruilova AB, Barragán A, Ordoñez S del C, García JF, Mazón JD, Cueva R, et al. First records of Diptera associated with human corpses in Ecuador. *Neotropical Biodiversity* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2022 Jun 10];6(1):197–202. Available from: <https://doi.org/10.1080/23766808.2020.1845009>