



UNIVERSIDAD
FASTA

FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

LICENCIATURA EN CRIMINALÍSTICA

TRABAJO FINAL DE TESIS

**“VARIACIONES EN LA CONSERVACIÓN DE UN CUERPO SEGÚN
EL MEDIO”**

ALUMNA

ZIMMERMANN, ROCÍO

TUTORES

LIC. GACIO, HERNÁN

MG. JESSURUM, PAULA ARIADNA

AÑO

2022

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, que estuvo desde el principio del camino incentivándome y que hicieron hasta lo imposible para que pueda recibirme. A mis amigos y pareja, que me acompañaron durante el proceso de elaboración y fueron un gran sostén en momentos claves. A la Universidad y mis tutores, que con su continua disposición contribuyeron al alcance del producto final.

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mi mamá, mi papá y mi abuela Cacha. Sin ustedes hoy nada de esto hubiese ocurrido, los amo.

ÍNDICE

Resumen.....	5
Abstract	6
Introducción	7
Capítulo I. Marco introductorio	9
Marco teórico	9
La Criminalística.....	9
¿Qué es?	9
¿Cuáles son sus principios?	9
Medicina legal	10
¿Cómo se define?	10
¿Cuál es su finalidad?.....	11
Ámbito de actuación.....	11
Tanatología forense	11
¿Qué es el cronotanatodiagnóstico?	11
Fenómenos cadavéricos	12
¿Cómo se clasifican?	12
Fenómenos conservadores naturales	15
Adipocira o saponificación	15
Condiciones ambientales	16
Condiciones individuales	16
Mecanismo de formación	17
Inicio y evolución	17
Tipos de saponificación.....	17
Proceso químico de la adipocira.....	18

Fenómenos conservadores artificiales.....	19
Formolización	19
Líquidos conservadores	19
Finalidad	20
Entomología forense.....	20
¿Qué es la entomología?	20
¿Cómo se clasifica la fauna cadavérica?	20
Estimación del intervalo post- mortem	21
¿Qué tienen las moscas en particular?	21
Metamorfosis de las moscas	22
Hipótesis de investigación	23
Capítulo II. Marco metodológico	24
Metodología de investigación	24
Análisis de datos	30
Capítulo III. Discusión de resultados y conclusiones	62
Discusión de resultados.....	62
Conclusiones.....	65
Bibliografía	67

RESUMEN

Uno de los fenómenos cadavéricos conservativos más estudiados es la saponificación o "adipocira" que generalmente tiene lugar en el agua; no obstante, existe un vacío de conocimiento sobre qué ocurre cuando el cuerpo se sumerge en otros líquidos. Se propuso experimentar una combinación de medios alternativos con la interacción de oxígeno y su relación la participación de insectos de la región (Costa de Argentina); de esta manera sobreviene como problema de investigación averiguar cómo se ve afectado un cadáver cuando el medio no es convencional, y si la putrefacción se ve retardada o acelerada.

En pos de examinar estas cuestiones se implementó un modelo experimental con pollos con el propósito de evaluar el proceso de descomposición en líquidos de uso cotidiano y categorizar la entomofauna hallada; simultáneamente se intentó definir un sustituto al uso de formaldehído (el cual no es recomendado por su alto costo y toxicidad) para la conservación de material biológico. Se determinaron como variables a observar: *A) detrimento de la materia orgánica (calculado según la aparición de signos de descomposición), B) reducción del líquido y C) cambios en la coloración del medio.*

Inicialmente se estimaba que la pintura al agua sería el medio con mayor aptitud conservativa debido a su impermeabilidad, resistencia a agentes atmosféricos y pH neutro similar al del agua; esto resultó negativo, dado que fue la muestra que acabó más deteriorada y estimuló el desarrollo larval. En paralelo se concluyó que la acidez y alcalinidad son factores irrelevantes; tanto la sustancia alcalina (agua amoniacal) como la ácida (vinagre) preservaron la morfología, aunque sólo el primero evitó la oviposición de insectos.

PALABRAS CLAVE

Criminalística; tanatología forense; conservación cadavérica; adipocira; entomología forense.

ABSTRACT

One of the most studied conservative cadaveric phenomena is the saponification or "adipocira" that generally takes place in water; however, there is a lack of knowledge about what happens when the body is immersed in other liquids. It was proposed to experiment a combination of alternative media with the interaction of oxygen and its relation to the participation of insects of the region (Coast of Argentina); in this way, the research problem is to find out how a corpse is affected when the medium is not conventional, and if putrefaction is delayed or accelerated.

In order to examine these questions, an experimental model was implemented with chickens with the purpose of evaluating the decomposition process in liquids of daily use and to categorize the entomofauna found; simultaneously, an attempt was made to define a substitute to the use of formaldehyde (which is not recommended due to its high cost and toxicity) for the conservation of biological material. The following variables were determined as variables to be observed: *A) detriment of organic matter (calculated according to the appearance of signs of decomposition), B) reduction of liquid and C) changes in the coloration of the medium.*

Initially, it was estimated that the water-based paint would be the medium with the greatest conservation aptitude due to its impermeability, resistance to atmospheric agents and neutral pH similar to that of water; this turned out to be negative, since it was the sample that ended up more deteriorated and stimulated larval development. In parallel, it was concluded that acidity and alkalinity are irrelevant factors; both the alkaline substance (ammonia water) and the acid substance (vinegar) preserved morphology, although only the former prevented insect oviposition.

KEYWORDS

Criminalistics; forensic thanatology; cadaveric conservation; adipocira; forensic entomology.

INTRODUCCIÓN

La muerte acarrea consigo una secuencia de cambios físicos químicos y biológicos que indican el inicio del proceso de descomposición. Ciertos factores endógenos como la temperatura pueden afectar dicho proceso ya sea acelerándolo, o por el contrario, causando que éste se detenga; aquí entran en juego los fenómenos conservadores, los cuales constituyen una herramienta útil al momento de reconocer un cadáver y esclarecer las circunstancias que lo rodean.

En el proceso de saponificación el tejido adiposo se convierte por hidrólisis en un compuesto céreo que recubre al cadáver y suele requerir de un ambiente cálido, húmedo y anaeróbico (sin oxígeno). Sin embargo, en la mayor parte de los casos hasta hoy investigados los cuerpos están sumergidos en grandes volúmenes de agua; de allí emana el problema de investigación, ¿qué sucede cuando un cadáver se halla en un medio líquido de otra naturaleza?

En cuanto la conservación artificial de material biológico, la técnica más comúnmente empleada es la formolización ya que por su composición química actúa como conservante al mismo tiempo que reduce la retracción tisular y mantiene preservadas las características histomorfológicas.

El objetivo principal es describir las diferencias de preservación que se aprecian en la materia orgánica según el medio líquido en el que se encuentra y qué efectos tiene la composición de éste último sobre la velocidad de degradación.

En septiembre del año 2022 se llevó a la práctica la experimentación para la cual se colocaron seis piezas de pollo en frascos herméticos de vidrio que contenían en su interior diferentes sustancias líquidas; se optó por agua corriente, látex al agua, aceite vegetal, agua amoniacal al 19 %, alcohol etílico al 70 % y ácido acético. El criterio de selección se basó en su carácter de asequibilidad y en las amplias diferencias respecto de sus características organolépticas (aspecto, color, estabilidad). Se planteó además una distinción según el nivel de pH, estimando que repercutiría en los resultados.

Durante 28 días los cadáveres fueron examinados y documentados fotográficamente; El lapso total de tiempo se subdividió en dos períodos; el primero de ellos, en ausencia de oxígeno y el segundo posibilitando el acceso de aire; al concluirse cada etapa las muestras fueron extraídas del medio en pos de observar el daño presente en los tejidos y los pormenores. Adicionalmente se llevó a cabo un registro diario de la temperatura ambiental y la humedad.

La exposición de las muestras en un medio abierto provocó la llegada y desarrollo de la fauna local. Es por ello que se realizó el seguimiento de la tasa de crecimiento y posterior identificación de las especies, pues su análisis proporciona información valiosa acerca del intervalo post-mortem (estimación del tiempo transcurrido desde la muerte) y la ubicación geográfica de la escena.

El cuerpo del trabajo se divide de la siguiente manera; el primer capítulo comprende el marco teórico que define a modo de introducción conceptos básicos referentes al problema de investigación, en segunda instancia se encuentra el marco metodológico el cual engloba la experimentación y los datos obtenidos y por último, la tercer sección incluye el análisis comparativo de los resultados con la bibliografía consultada y las conclusiones.

CAPÍTULO I. MARCO INTRODUCTORIO

El apartado que se desarrolla a continuación desglosa una serie de conceptos fundamentales para el entendimiento del presente proyecto de investigación.

En primer lugar define a la criminalística y a la medicina legal, pues constituyen las principales áreas a las cuales pertenece dicho proyecto. Posteriormente ahonda en la noción de tanatología forense y en la descripción de fenómenos cadavéricos conservadores naturales y artificiales, y por último profundiza en las incumbencias de la entomología forense.

MARCO TEÓRICO

La Criminalística

¿Qué es?

Se trata de una ciencia multidisciplinaria, fáctica y auxiliar del Derecho que se aboca al estudio y análisis de evidencias y material sensible significativo hallado en el lugar de los hechos en función de determinar los posibles instrumentos de comisión del hecho delictuoso. Carlos Guzmán la define como *“la profesión y disciplina científica dirigida al reconocimiento, individualización, evacuación de la evidencia física, mediante la aplicación de las ciencias naturales, en cuestiones legales”*.

La criminalística tiene por objeto reconstruir el hecho e identificar a los sujetos participantes del mismo (tanto activos como pasivos), además de colaborar con los órganos responsables de administrar justicia.

¿Cuáles son sus principios?

Estos fundamentan la utilidad y aplicación de la criminalística y contribuyen al análisis e interpretación de la evidencia física.

- Principio de intercambio: Según Edmund Locard, en todo hecho se producirá un intercambio de material sensible entre el lugar, autor y víctima.
- Principio de uso: Hace referencia a los instrumentos utilizados por el autor del hecho, pudiendo tratarse de agentes mecánicos, físicos, químicos o biológicos.
- Principio de producción: Señala que en la ejecución de cualquier hecho presuntamente delictivo siempre se producen indicios materiales de amplia variedad estructural y morfológica que deberán ser analizados.
- Principio de correspondencia: Indica que las particularidades existentes entre los vestigios hallados en el lugar y los de comparación deben guardar similitud.
- Principio de individualidad: Refiere a que cada objeto posee características que le son propias y lo diferencian de otros similares.

Medicina legal

¿Cómo se define?

Según Gisbert Calabuig, la medicina legal constituye *“el conjunto de conocimientos médicos y biológicos necesarios para la resolución de los problemas que plantea el Derecho, tanto en la aplicación práctica de las leyes como en su perfeccionamiento y evolución”*. Esta definición denota cuán imprescindible resulta para la procuración e impartición de justicia el conocimiento de naturaleza médica y biológica proporcionado por la Medicina.

¿Cuál es su finalidad?

Su propósito es asistir técnicamente al Ministerio Público mediante el análisis, observación y aplicación de los conocimientos anteriormente mencionados en la evidencia física recolectada en el lugar del hecho y personas u occisos vinculados con hechos delictuosos, con la finalidad de elaborar un informe pericial y un dictamen médico auxiliando de esta manera a fiscales y jueces en los juicios orales.

Ámbito de actuación

Dentro de las tareas realizadas por un médico legista se destacan:

- Dictaminación sobre responsabilidad profesional
- Determinación de causas, mecanismos y maneras de la muerte cuando ésta es de origen violento
- Contribución en la procuración de justicia y resolución de dudas de carácter médico-biológico

Tanatología forense

El concepto de tanatología proviene del griego “thánatos” = muerte. Podemos definirla como la rama de la medicina forense que describe e investiga los mecanismos y causas que rodean la muerte; estudia las modificaciones físicas, químicas y microbianas que acontecen en el cadáver con el propósito de establecer el **cronotanatodiagnóstico**.

¿Qué es el cronotanatodiagnóstico?

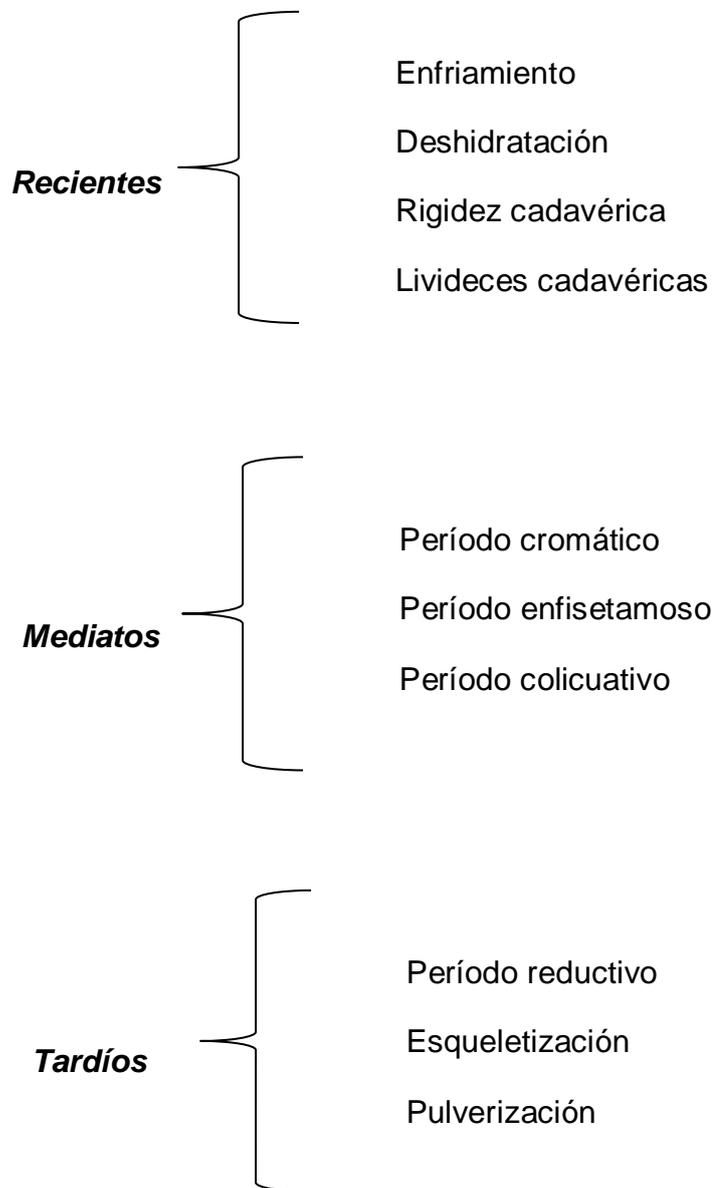
La palabra se compone de los vocablos “cronos”= tiempo, “thánatos”= muerte y “diagnosis”= diagnóstico. Es el cálculo del tiempo que ha transcurrido desde que se produjo la muerte de un individuo hasta que se lleva a cabo una

investigación judicial en base a los fenómenos cadavéricos observados; se apoya en el momento de aparición y la evolución cronológica de los mismos, pudiendo ser a su vez influidos por factores externos capaces de acelerarlos o retardarlos.

Fenómenos cadavéricos

Son alteraciones que se producen en el cadáver desde el momento de su deceso. Estas son ocasionadas por procesos físico-químicos y pueden verse modificadas por factores endógenos como ambientales.

¿Cómo se clasifican?



Clasificación de fenómenos cadavéricos. Fuente: elaboración propia.

Enfriamiento: También denominado “algor mortis”. Se debe al cese de la actividad metabólica y el fenómeno físico del comportamiento del calor. La temperatura corporal desciende hasta igualar la del ambiente. Inicialmente se manifiesta en las partes expuestas (cara, manos, pies) y luego se extiende a las demás. Este fenómeno se ve condicionado por algunos factores entre los que se destacan: la causa de la muerte y las condiciones individuales.

Deshidratación: Se trata de un proceso físico-químico en el cual las condiciones ambientales, principalmente la elevada temperatura y la ventilación, dan lugar a la evaporación del líquido corporal. Los signos que la identifican son: disminución de las medidas corporales, desecación de las mucosas, signos oculares como la pérdida de transparencia de la córnea.

Rigidez cadavérica: También conocido como “rigor mortis”. Consiste en el estado progresivo de retracción de los músculos seguido de su endurecimiento. Bioquímicamente hablando, se debe a la degradación irreversible de adenosintrifosfato en adenosindifosfato y un adenosinmonofosfato. Si bien afecta a todos los músculos, este fenómeno ocurre en sentido céfalo-caudal iniciando en la zona mandibular y el cuello progresando posteriormente hacia los miembros inferiores.

Livideces (livor mortis): Son manchas de color rojo-violáceo que aparecen cuando la sangre se acumula y sedimenta en las zonas declives del cadáver producto del efecto de la gravedad. Si el cadáver se encuentra en posición decúbito supino, las primeras manchas comienzan a aparecer al cabo de 20 y 45 minutos; en el resto del cuerpo se forman entre las 3 y 5 horas de transcurrida la muerte.

Período cromático: Ocurre a partir de las 24 horas del deceso cuando aparece “la mancha verde abdominal” en la fosa ilíaca derecha, la cual indica el comienzo de la putrefacción cadavérica. Luego, a partir de las 48 horas puede observarse una trama vascular denominada “red venosa” sobre la superficie cutánea por imbibición con la hemoglobina.



Red venosa. Fuente: Gamarra Viglione G. A. (2015). Las transformaciones cadavéricas y el cronotanodiagnóstico. Revista Skopein- criminalística y ciencias forenses.

Período enfisematoso o gaseoso: Después de las 72 horas el cadáver comienza a aumentar progresivamente su volumen debido a la abundante producción de gases generada por la actividad de los gérmenes bacterianos anaeróbicos. La infiltración gaseosa se desarrolla también en el tejido celular subcutáneo causando la hinchazón de labios, párpados, cuello y genitales externos; paralelamente los órganos internos sufren un proceso de reblandecimiento. Conforme la putrefacción avanza, las vísceras forman una masa indiferenciable denominada putrúlogo.



Fase enfisematosa. Fuente: Peña J.A., Bustos Saldaña R., Verdín G. O. (2019) Fenómenos cadavéricos y el tanatocronodiagnóstico. Gac. Int. cienc. Forense.

Período colicuativo o de licuefacción: Este período consiste en la licuefacción de los tejidos blandos. Pueden distinguirse dos fases:

- ✓ Fase inicial: Se produce un desprendimiento de cabello, vello corporal y uñas.
- ✓ Fase tardía: Oscurecimiento de la piel alcanzando un color verde negruzco o pardo. Posteriormente ocurre una liberación de gases la cual provoca una disminución en el volumen del cadáver.



Fase colicuativa. Descomposición de tejidos y cambio de color. Fuente: Mego Julca G. (2016). Descomposición cadavérica y determinación del intervalo post-mortem. Revista Skopein-criminalística y ciencias forenses.

Fenómenos conservadores naturales

Adipocira o saponificación

En el año 1789 Fourcroy le adjudica el término debido a sus características intermedias entre la grasa (adipo) y la cera (cira). Se define como un proceso modificativo de la putrefacción que se genera por la hidrólisis e hidrogenación de la grasa del cadáver. Desde el punto de vista químico, consiste en la transformación de la grasa en los ácidos grasos oleico, palmítico y esteárico; en el momento de la muerte el organismo posee sólo un 0.5 % de ácidos grasos libres, mientras que al formarse la adipocira este porcentaje puede aumentar a un 30 % o hasta un 70 %.

(Peña J.A., Bustos Saldaña R., Verdín G. O. (2019) Fenómenos cadavéricos y el tanatocronodiagnóstico. Gac. Int. cienc. Forense.)



Exámen externo de cadáver de neonato con saponificación parcial. Fuente: Sibón Olano A., Martínez García P., Romero Palanco J.L. (2004). Saponificación cadavérica parcial. Cuadernos de Medicina Forense

Condiciones ambientales

La formación de la adipocira generalmente requiere que el cuerpo se encuentre en contacto con un medio húmedo, aunque también puede darse en terrenos secos siendo el agua corporal suficiente para dar inicio al proceso al menos de forma parcial; otros agentes tafonómicos como el bajo o nulo oxígeno, el pH del suelo y las condiciones microambientales también son predisponentes.

Condiciones individuales

Ciertos factores individuales como la edad y el sexo también favorecen a este fenómeno conservativo; suele ser más frecuente en niños, y en el sexo femenino, dado que poseen un alto porcentaje de grasa subcutánea (alrededor de un 20 %). La obesidad, patologías como el alcoholismo u otras intoxicaciones contribuyen también a la degeneración de grasa corporal.

Mecanismo de formación

Numerosas investigaciones afirman que su origen radica en la división de las grasas neutras del pániculo adiposo en glicerina y ácidos grasos libres. Mientras la glicerina y los ácidos grasos líquidos son destruidos en el agua del medio saponificado, los ácidos grasos superiores reaccionan a la ausencia de oxígeno saponificándose con los iones calcio, magnesio, sodio, potasio y amonio, extendiéndose al resto de los tejidos.

Por otra parte, algunos autores mencionan que la formación de adipocira requiere que el cadáver esté en contacto con sustancias nitrogenadas, preexistiendo siempre un período más o menos largo de descomposición. Esto ha llevado a concluir que las bacterias de la putrefacción desempeñan un rol sumamente importante en su producción.

Inicio y evolución

Suele comenzar en aquellas zonas que contienen abundante tejido adiposo subcutáneo, como las mejillas, extendiéndose progresivamente a otras áreas con tejido graso; en condiciones propicias, la totalidad de la grasa subcutánea experimenta dicho proceso. En cuanto a los órganos internos, continúan con la evolución normal de la putrefacción.

Respecto al período necesario para su aparición, éste oscila entre las 3 semanas y los 6 meses y va invariablemente precedida de fenómenos macerativos y putrefactivos. En principio se manifiesta mediante un aumento de la consistencia del pániculo adiposo subcutáneo logrando una formación evidente de "grasa" cadavérica luego de 3 o 4 meses.

Tipos de saponificación

Según la superficie afectada:

Parcial: Cuando sólo se presenta en un área específica del cuerpo.

Total: Cuando ésta afecta la totalidad de la superficie.

Según su evolución:

Reciente: La superficie del cadáver se recubre de una sustancia de aspecto graso-céreo, consistencia semisólida y olor desagradable. Evidencia poca homogeneidad estructural, y al cortarla se adhiere al objeto.

Antigua: La sustancia anterior adquiere una coloración gris-blanquecina y una consistencia granulada similar a la arcilla. Se resquebraja al tacto. El cuerpo toma un aspecto como petrificado.

Proceso químico de la adipocira

Es posible identificar su composición química y etapa de formación mediante la cromatografía de gases. Algunos de los hallazgos realizados a través de este método son:

- La hidrólisis separa los ácidos grasos de los triacilgliceroles. Dichos ácidos no están saturados, y están constituidos en una cadena continua entre C16 y C18 (siendo el ácido oleico el más abundante).
- La posterior hidroxilación del ácido oleico genera el ácido 10-hidroxisteárico. Este producto puede formar el sustrato para la oxidación de los ácidos grasos. Adicionalmente, algunas de las bacterias anaeróbicas presentes en el colon (vg. *Clostridium perfringens*) pueden también conducir la conversión del ácido oleico en el ácido 10 hidroxisteárico.
- El ácido 10-hidroxisteárico y los ácidos grasos oxidados poseen un punto de fusión mayor que el ácido oleico del cual se derivan. Como resultado, ambos son insolubles en temperatura ambiente y constituyen el material que se denomina *adipocira*.

Fenómenos conservadores artificiales

Formolización

Es un método de conservación de cadáveres que consta de una inyección intraarterial generalizada de un líquido fijador y conservador que efectúa en simultáneo el drenaje de la sangre venosa.

La inyección intraarterial se realiza realizando una pequeña incisión en una arteria como la carótida, axilar o femoral junto a la vena concomitante y colocando una cánula acodada en la cual se introduce el líquido conservador ejerciendo una mediana presión.

Concluida la operación anterior, se procede a inyectar las cavidades abdominal y torácica. Este procedimiento recibe el nombre de "inyección intracavitaria".

Líquidos conservadores

Se establecen dos fórmulas que pueden ser empleadas tanto para la inyección intraarterial como para la intracavitaria

Solución A:

Formol

Alcohol etílico

Hexametilentetramina

Agua destilada

Solución B:

Cloruro de Zinc cristalizado

Agua destilada

Finalidad

Si bien la conservación de la estructura del cadáver amplía el lapso de tiempo en el que se le puede identificar y realizar un diagnóstico de la causa de muerte (si ésta ha tenido lugar por mecanismos violentos), también dificulta el diagnóstico médico-legal respecto de la data de muerte, pues detiene los procesos transformativos del cadáver y por ende la putrefacción del mismo.

Entomología forense

¿Qué es la entomología?

La ciencia que estudia los artrópodos recibe el nombre de *entomología* y proviene del griego *en-tomos* (ser segmentado) y *logía* (ciencia).

La entomología forense se aboca al estudio de los insectos y ácaros asociados al proceso de descomposición con el fin de esclarecer las circunstancias que rodean a los cadáveres encontrados en situaciones particulares. Sus principales objetivos son: determinar la data de la muerte y la ubicación geográfica, calcular el intervalo postmortem (IPM) y verificar si el cadáver ha sido trasladado.

¿Cómo se clasifica la fauna cadavérica?

La clasificación que más se destaca es la de Leclercq citada en Cohen et al. (2006) quien distingue a los artrópodos según el uso que le dan al cadáver:

1. Necrófagos: Aquellos que se alimentan de los tejidos blandos. Se clasifican a su vez en **sarcófagos** (se alimentan de tejidos blandos y carne), y en **dermatófagos** (se alimentan de piel) y en general son dípteros y coleópteros. Constituye el grupo más significativo.

2. Necrófilos: Son los que se alimentan a expensas de las especies necrófagas. Pueden distinguirse entre predadores y parásitos e incluyen coleópteros, dípteros e himenópteros.
3. Oportunistas: Insectos y artrópodos que utilizan el cadáver como refugio o simplemente como lugar de paso.

4. Omnívoros: Se alimentan de tejidos muertos, de la fauna asociada o de ambos.

5. Accidentales.

Estimación del intervalo post- mortem

Si bien existen procesos naturales de la descomposición como la rigidez cadavérica o las livideces que pueden utilizarse para la determinación del IPM, estos se limitan a las 72 horas después de la muerte.

Es por ello que la sucesión ecológica de insectos constituye una herramienta eficaz para estimar el tiempo transcurrido desde el deceso. Se analizan dos aspectos básicos; por un lado, la fauna adulta del lugar donde se encontró el cuerpo, y por otro el desarrollo de los estados larvales.

¿Qué tienen las moscas en particular?

Las moscas tienen características que las hacen sumamente útiles para la ciencia forense; muchas de ellas son necrófagas, y en estadio larvario se alimentan del cadáver. Además, su morfología y fisiología les facilita el acceso a múltiples lugares y les permite desplazarse a grandes distancias en tiempos cortos. En Argentina los dípteros de mayor importancia pertenecen a la familia Calliphoridae y Sarcophagidae.

Las califóridas tienen la capacidad de detectar las sustancias emanadas por el cadáver una vez iniciado el proceso de descomposición o incluso cuando no ha

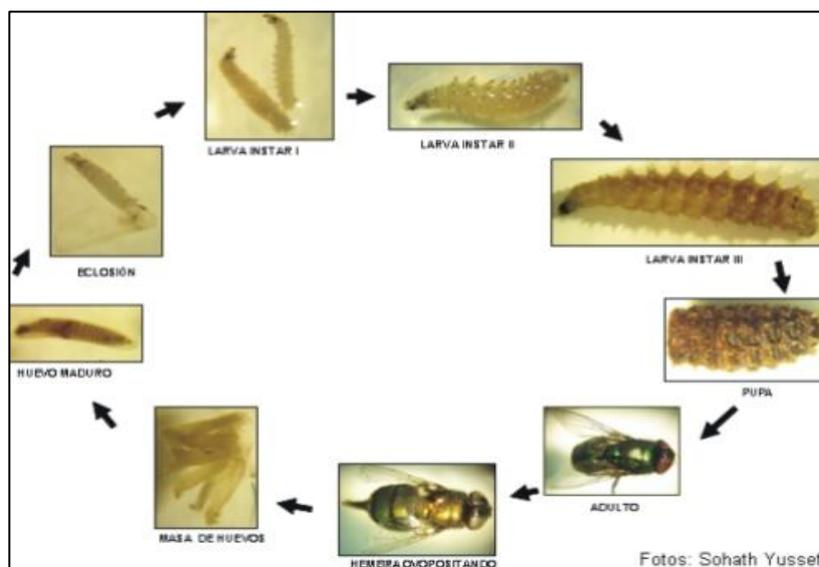
comenzado aún. Una vez atraídas, éstas depositan sus huevos sobre orificios naturales como nariz, boca o los genitales.



Izquierda familia caliphoridae, derecha familia sarcophagidae. Fuente: Torrez J., Zimann S. (2006). *Entomología forense. Revista del Hospital J.M Ramos Mejía*, 6 (1), 9-10.

Metamorfosis de las moscas

El ciclo vital completo consta de cuatro períodos, y el tiempo que demora en pasar de un estado a otro permite determinar el IPM. El huevo es seguido de un período larval de alta actividad metabólica; luego ingresan a uno de inmovilidad y forman un pupario donde se transforman en “pupa”. Pasadas una o dos semanas se convierten en adultas.



Ciclo de vida de la mosca califórida. Fuente: Vanegas Y., Zamira S. (2006). *Entomología forense: los insectos de la escena del crimen. Revista Luna Azul*, 23, 42-49.

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

General

“Dado que todas las muestras estarán sometidas a idénticas condiciones será posible identificar las fases típicas del proceso de descomposición en cada una de ellas”.

Específicas

“El alcohol etílico constituirá un sustituto idóneo del formaldehído para la conservación de material biológico en función de su composición química”.

“La temperatura ambiental promedio y las características propias del medio líquido fomentarán la formación de adipocira en la unidad experimental sujeta a la acción del agua”.

“Tanto el pH altamente ácido como el alcalino actuarán como un factor retardante de la putrefacción de la materia”.

CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO

Esta sección comprende el procedimiento llevado a cabo durante la experimentación, exponiendo de manera detallada la práctica realizada a fines de responder a los objetivos esbozados en un principio. Inmediatamente debajo, se describe de manera individual a través de un cuadro comparativo y una secuencia fotográfica la evolución de cada uno de los medios líquidos a lo largo de los lapsos de tiempo establecidos.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Esta fue segmentada en dos períodos de 14 días cada uno; el primero, consistió en la inmersión de las muestras en un espacio cerrado y en ausencia de oxígeno, mientras que el segundo fue llevado a cabo en la intemperie permitiendo al mismo tiempo el ingreso de aire. Durante 28 días se documentó fotográficamente y por escrito el proceso de degradación para su posterior análisis y comparación.

Para este fin se implementó un modelo experimental con pollos como material biológico y como medios líquidos se escogieron A) agua, B) aceite vegetal, C) ácido acético, D) alcohol etílico al 70 %, E) agua amoniacal al 19 % y F) pintura al agua.

El día 7 de septiembre del año 2022 a las 15:35 horas en una vivienda ubicada en la calle Jujuy 984 en la localidad de Mar de Ajó, partido de la Costa, Provincia de Buenos Aires se dio comienzo a la misma:

Se sacrificaron por lesión con arma blanca a la altura del cuello dos gallinas (*Gallus gallus domesticus*) de la raza New Hampshire de 2,5 kg cada una, ambas procedentes de la misma granja; el ejemplar **1** fue seccionado en cuatro partes mientras que el ejemplar **2** únicamente en dos. (Fig. 1).

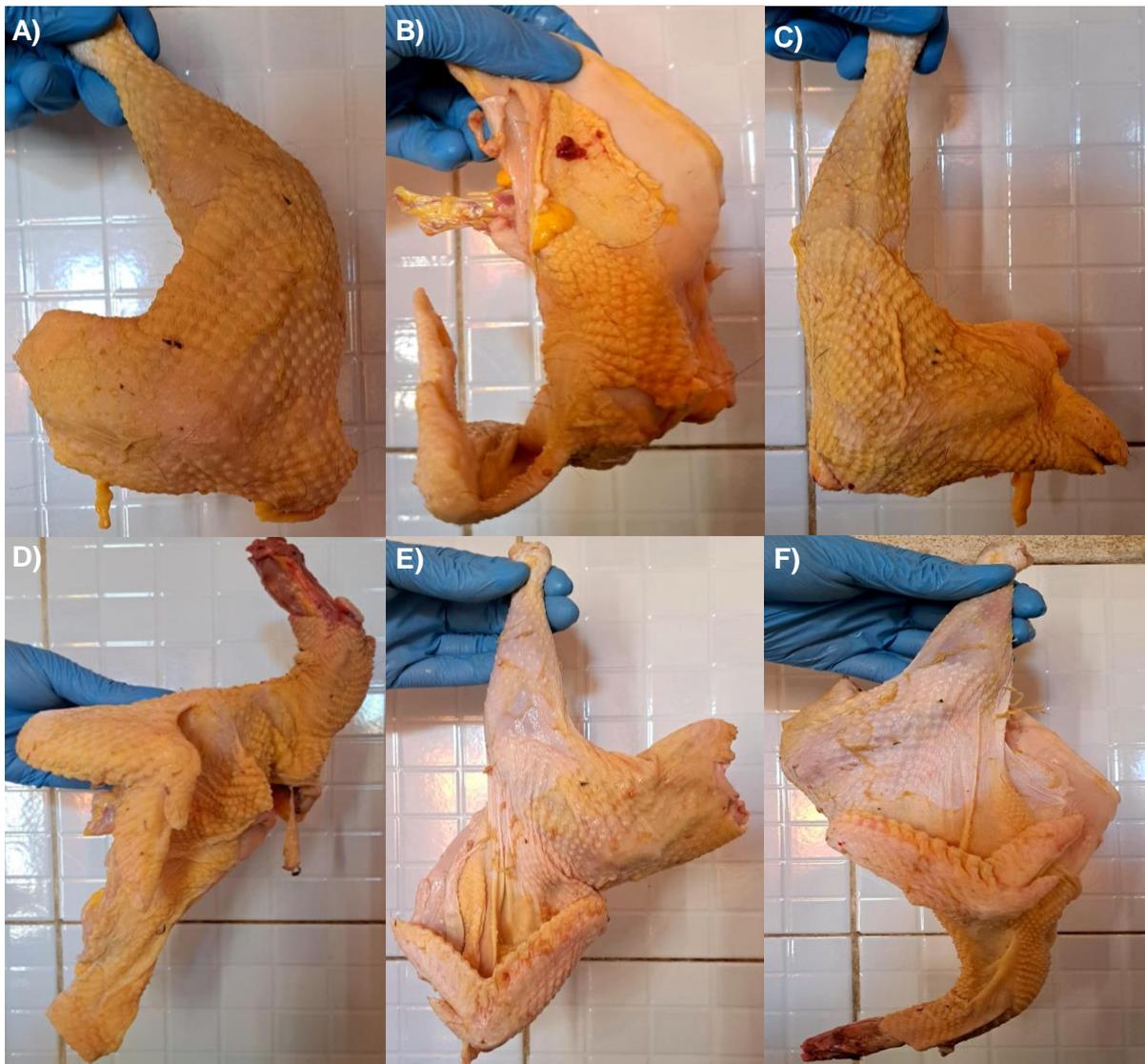


Fig. 1. Muestras A, B, C y D correspondientes al ejemplar 1; muestras E y F al ejemplar 2.

En orden de responder a uno de los principales cuestionamientos de investigación, se realizó en principio la medición nivel de pH del ácido acético (0.83) y del agua amoniacal al 19 % (10.78) utilizando un peachímetro previamente calibrado. Enseguida se colocaron las unidades experimentales en seis frascos herméticos de vidrio de 3000 cc de capacidad conteniendo cada uno en su interior 2000 cc de las sustancias anteriormente enumeradas, y luego fueron llevados al interior de un placard de madera situado en un cuarto en desuso. (fig. 2)



Fig. 2. Placard con estanterías cubiertas de plástico transparente.

Tras concluirse el primer período, los cadáveres fueron sustraídos del medio y dispuestos sobre una bandeja metálica plana de 36 cm x 36 cm con el propósito de obtener una visualización más detallada de las características macroscópicas. (fig. 3)



Fig. 3. Muestra colocada sobre bandeja metálica

Seguidamente se procedió con la siguiente etapa, y para ello los frascos fueron movilizadas al exterior de la vivienda donde permanecieron abiertos otros 14 días (fig. 4)



Fig. 4. De izquierda a derecha: pintura, aceite vegetal, alcohol etílico, ácido acético, agua y agua amoniacal al 19 %

El 5 de octubre del mismo año habiendo transcurrido 28 días desde la inmersión, se efectuó la segunda y última extracción. (*fig. 5*). La muestra sometida a la acción de la pintura debió ser lavada con agua, ya que por su naturaleza no permitía observar el estado actual de los tejidos.



Fig. 5. Último día de inmersión

Todo el procedimiento fue llevado a cabo haciendo uso de los elementos de seguridad pertinentes y tomando los recaudos necesarios para la manipulación de sustancias peligrosas. Respecto al descarte de los residuos líquidos, éste se

realizó a través de las cañerías de la vivienda y en cuanto al material sólido, fue trasladado al hospital de Mar de Ajó y desechado como material biológico.

Propiedades físico- químicas de los líquidos seleccionados

Resulta de utilidad señalar algunas cualidades que los fluidos empleados en la presente investigación guardan en común; en el caso del aceite vegetal, no es posible determinar el nivel de pH puesto que se trata de una sustancia insoluble en el agua.

<i>medio</i>	<i>punto de ebullición</i>	<i>punto de fusión</i>	<i>densidad a 20 °</i>	<i>PH</i>	<i>aspecto</i>	<i>olor</i>	<i>aplicaciones y uso</i>
agua	100° C	100° C	0,9999 g/l	neutro	incoloro	inodoro	uso agrícola, doméstico, industrial, energético, recreativo
aceite vegetal (girasol)	257° C	-16° C	0.918 g/l	-	máximo amarillo	agradable característico de su fruto de origen	empleo culinario e industrial
ácido acético	117.9° C	16.6° C	1049 g/l	fuertemente ácido (0. 83)	incoloro	suave, similar al vino	industria química y textil, alimentos, revelado de fotografías
alcohol etílico	78.3° C	-114° C	0.806 g/l	neutro	incoloro	característico alcohólico	uso médico, recreacional, cuidado personal, alimentos, combustible
amoníaco al 19 %	37.4° C	- 77° C	0.6 g/l	fuertemente alcalino (10. 78)	incoloro	acre	limpieza doméstica, industrial textil, fertilizantes, fármacos

pintura	100° C	-	1.24 g/l	alcalino	líquido viscoso	bajo olor	aplicación doméstica, industrial, química
---------	--------	---	----------	----------	-----------------	-----------	---

ANÁLISIS DE DATOS

Los siguientes cuadros comparativos plasman lo observado a lo largo de la experimentación. Se adjunta además el registro fotográfico de las muestras previo a su inmersión, su evolución a través del tiempo y la posterior extracción al finalizar el intervalo de tiempo establecido.

PRIMER PERÍODO (14 DÍAS)

1) Agua

	TEMPERATURA AMBIENTE	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
<i>DÍA 1</i>	18° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 2</i>	14° C	No se observa	El fondo adquiere una pigmentación rojiza	No se observa
<i>DÍA 3</i>	16° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 4</i>	17° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 5</i>	13° C	No se observa	Tinción del líquido en la superficie	No se observa
<i>DÍA 6</i>	15° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 7</i>	14° C	No se observa	La coloración se unifica y dificulta la visualización de la muestra	No se observa
<i>DÍA 8</i>	13° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 9</i>	16° C	No se observa	No se observa	No se observa

DÍA 10	17° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 11	12° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 12	14° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 13	17° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 14	14° C	No se observa	No se observa	No se observa

Registro fotográfico

MUESTRA

ANTES



DESPUÉS



Observaciones: Ésta sufrió una gran absorción de líquido, de allí el aspecto blanquecino de la piel. Por otra parte, el tejido graso se mantuvo prácticamente intacto, lo cual indicaría un mayor carácter de resistencia.

EVOLUCIÓN

Día 1 (07/09/22): La materia orgánica se encuentra en óptimo estado no advirtiéndose modificación alguna. El medio líquido conserva su aspecto incoloro inicial. No se observan anomalías. (Fig. 1)

Día 7 (13/09/22): El agua adquirió una coloración rojiza y un aspecto turbio, produciéndose además una acumulación de sedimentos en el fondo. La muestra comenzó a desplazarse hacia la superficie debido a la acción de los gases generados por el proceso de putrefacción. (Fig. 2)

Día 14 (20/09/22): La muestra se trasladó aún más hacia la superficie; sin embargo, no hay cambios notables en su morfología. No se aprecian alteraciones en el medio líquido. (Fig. 3)



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

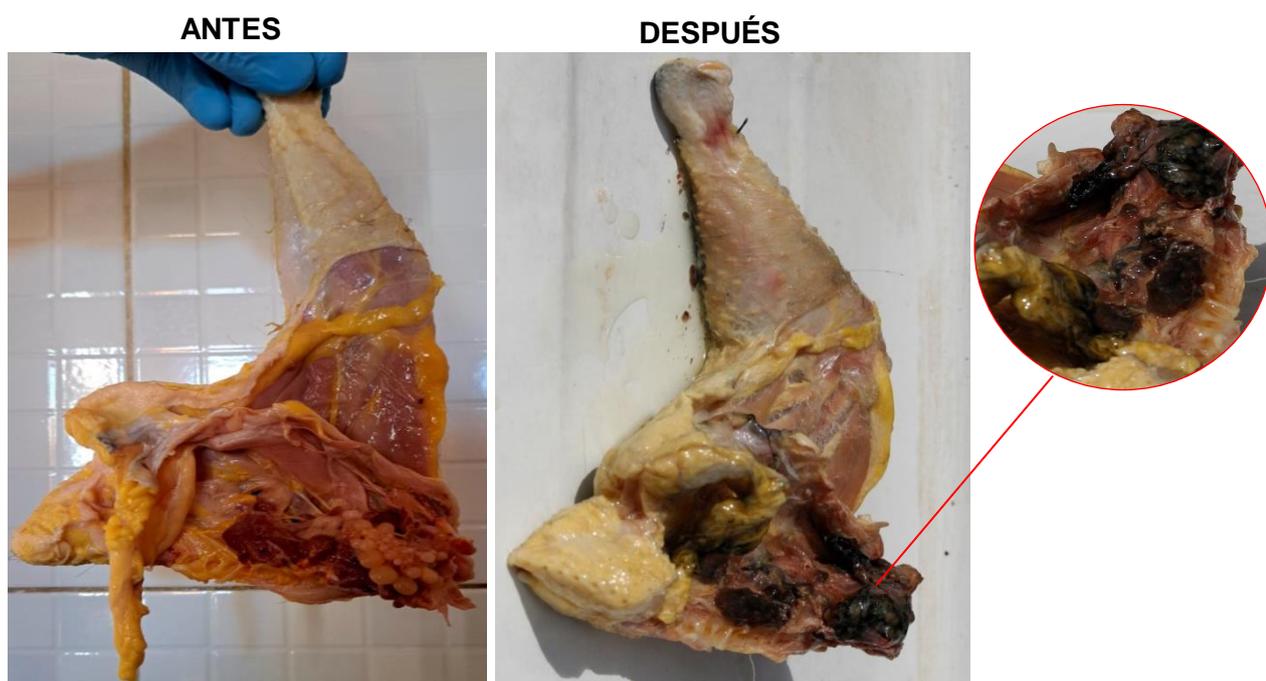
2) Aceite vegetal

	TEMPERATUR A AMBIENTE	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
DÍA 1	18° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 2	14° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 3	16° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 4	17° C	El sector inferior de la muestra adquiere una coloración verdosa	No se observa	No se observa
DÍA 5	13° C	El área que aparentemente corresponde a un órgano interno continúa degradándose	El líquido pierde brillo y claridad	No se observa
DÍA 6	15° C	La muestra abandona el fondo del frasco	No se observa	No se observa
DÍA 7	14° C	El cambio de coloración abarca una mayor superficie del sector inferior	Leve oscurecimiento y aspecto turbio	No se observa
DÍA 8	13° C	Constante desprendimiento del aparente órgano interno	No se observa	No se observa
DÍA 9	16° C	Hinchazón de la muestra consecuencia de la actividad bacteriana	No se observa	No se observa
DÍA 10	17° C	Leve coloración grisácea de la muestra	Formación de sedimentos en el fondo	No se observa
DÍA 11	12° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 12	14° C	No se observa	No se observa	Se aprecia una sutil disminución del volumen
DÍA 13	17° C	Aumento del	No se observa	No se

		volumen de la muestra y coloración parduzca		observa
DÍA 14	14° C	No se observa	No se observa	No se observa

Registro fotográfico

MUESTRA



Observaciones: Se manifiestan los cambios típicos de la putrefacción cadavérica tales como pérdida de líquidos con la consecuente disminución de la masa muscular y el deterioro del tejido cutáneo, observándose éste último en el área remarcada, la cual se tornó de un color pardo-negrusco.

EVOLUCIÓN

Día 1 (07/09/22): La muestra se halla en perfecto estado y el medio líquido conserva su aspecto típico amarillo y límpido. No se observan anomalías. (Fig.1)

Día 7 (13/09/22): El material biológico ha abandonado el fondo del frasco. El sector que corresponde a un órgano interno adquiere una coloración verdosa y a

su vez comienza a desprenderse progresivamente. El medio líquido se opaca y forma sedimentos. (Fig. 2)

Día 14 (20/09/22): La muestra se desplaza aún más hacia la superficie y alcanza una coloración negro-verdosa consecuencia de la actividad microbiana. El medio líquido experimenta una sutil reducción del volumen y un enturbiamiento. (Fig. 3)



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

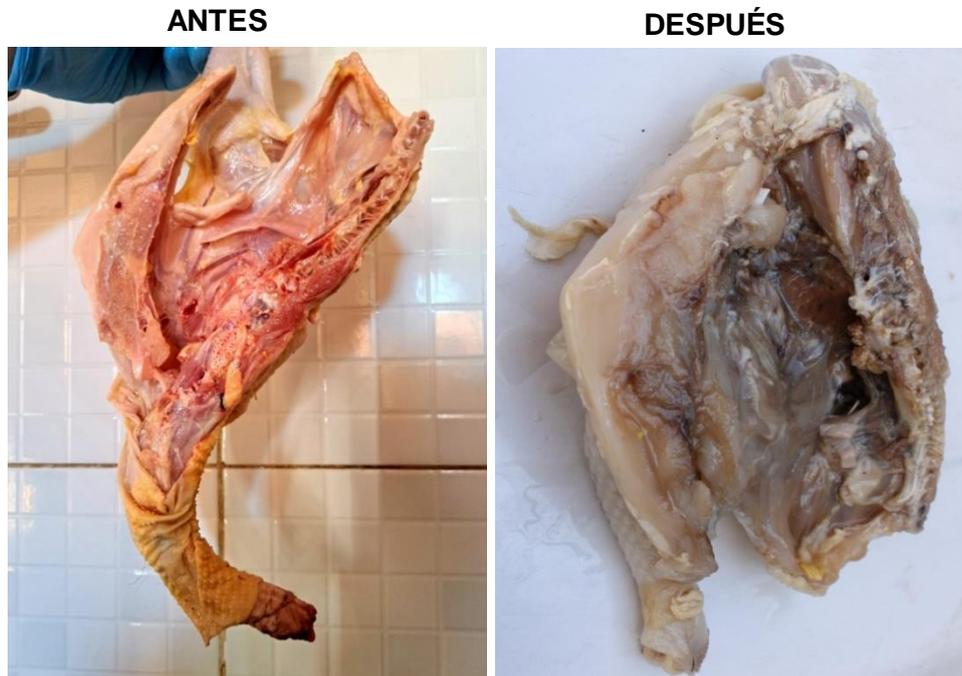
3) **Ácido acético (vinagre)**

	TEMPERATURA AMBIENTE	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
<i>DÍA 1</i>	18° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 2</i>	14° C	No se observa	No se observa	No se observa

<i>DÍA 3</i>	<i>16° C</i>	No se observa	Los tejidos en suspensión provocan el oscurecimiento del líquido	No se observa
<i>DÍA 4</i>	<i>17° C</i>	No se observa	Pérdida del aspecto límpido	No se observa
<i>DÍA 5</i>	<i>13° C</i>	No se observa	Aumento de partículas en suspensión	No se observa
<i>DÍA 6</i>	<i>15° C</i>	No se observa	No se observa	Casi imperceptible
<i>DÍA 7</i>	<i>14° C</i>	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 8</i>	<i>13° C</i>	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 9</i>	<i>16° C</i>	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 10</i>	<i>17° C</i>	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 11</i>	<i>12° C</i>	No se observa	Formación de sedimentos en el fondo	No se observa
<i>DÍA 12</i>	<i>14° C</i>	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 13</i>	<i>17° C</i>	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 14</i>	<i>14° C</i>	No se observa	No se observa	Leve reducción del volumen

Registro fotográfico

MUESTRA



Observaciones: No mostró signos de descomposición, sino que experimentó un cambio en la coloración de la piel, como consecuencia de la acción del ácido acético. Un aspecto a resaltar es que ésta adquirió una consistencia gelatinosa.

EVOLUCIÓN

Día 1 (07/09/22): La muestra se observa intacta, al igual que el medio líquido el cual mantiene su aspecto inicial incoloro. No se aprecian anomalías. (Fig. 1)

Día 7 (13/09/22): La muestra continúa sumergida; se produjo un intenso desprendimiento del tejido cutáneo y un cambio en su coloración, lo que provocó una tinción del medio líquido. (Fig. 2)

Día 14 (20/09/22): No se perciben modificaciones en la muestra. Ínfima reducción del volumen. (Fig. 3)



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

4) Alcohol etílico al 70 %

	TEMPERATURA AMBIENTE	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
DÍA 1	18° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 2	14° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 3	16° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 4	17° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 5	13° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 6	15° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 7	14° C	No se observa	La formación de sedimentos en el fondo tiñe	Ínfima reducción

			sutilmente el líquido	
DÍA 8	13° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 9	16° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 10	17° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 11	12° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 12	14° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 13	17° C	No se observa	No se observa	Mínima reducción
DÍA 14	14° C	No se observa	Dispersión de partículas	No se observa

Registro fotográfico

MUESTRA

ANTES



DESPUÉS



Observaciones: Ésta sufrió una disminución en el nivel de plasticidad (sin llegar a la rigidez) y una apreciable deshidratación, lo que le confirió una apariencia acartonada. Tanto el tejido cutáneo como el graso acabaron inalterados.

EVOLUCIÓN

Día 1 (07/09/22): No se manifiestan anomalías. El medio líquido presenta un aspecto incoloro y sin impurezas. (Fig. 1)

Día 7 (13/09/22): La muestra se conserva en impecable estado, mientras que el medio líquido sufre un discreto cambio en su coloración. En el fondo se produce una creciente acumulación de sedimentos y fragmentos de tejidos varios. (Fig. 2)

Día 14 (20/09/22): La muestra no denota cambios significativos. Se reduce ligeramente el volumen del líquido. (Fig. 3)



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

5) Agua amoniacal al 19 %

	TEMPERATURA AMBIENTE	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
DÍA 1	18° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 2	14° C		No se observa	No se observa
DÍA 3	16° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 4	17° C	No se observa	Coloración rojiza del fondo	No se observa
DÍA 5	13° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 6	15° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 7	14° C	Aparente aumento de volumen de la muestra	Tinción total del líquido	Leve reducción
DÍA 8	13° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 9	16° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 10	17° C	No se observa	Acumulación de tejidos en el fondo	No se observa
DÍA 11	12° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 12	14° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 13	17° C	No se observa	-	No se observa
DÍA 14	14° C	No se observa	Sutil oscurecimiento	No se observa



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

6) Pintura

	TEMPERATURA AMBIENTE	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
<i>DÍA 1</i>	18° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 2</i>	14° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 3</i>	16° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 4</i>	17° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 5</i>	13° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 6</i>	15° C	-	No se observa	Mínima reducción
<i>DÍA 7</i>	14° C	No se observa	Formación de una película translúcida en la superficie	No se observa
<i>DÍA 8</i>	13° C	No se observa	No se observa	No se observa
<i>DÍA 9</i>	16° C	No se observa	No se observa	No se observa

DÍA 10	17° C	La muestra se hincha y se expone a la superficie	No se observa	No se observa
DÍA 11	12° C	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 12	14° C	No se observa	La degradación del tejido graso genera unas manchas de color amarillo en la superficie	No se observa
DÍA 13	17° C	Aparente coloración verdosa	No se observa	No se observa
DÍA 14	14° C	No se observa	No se observa	No se observa

Registro fotográfico

MUESTRA

ANTES



DESPUÉS



Observaciones: Se aprecia una pérdida de la consistencia natural así como también un cambio en su coloración, ambas resultantes de la actividad microbiana. Nuevamente puede advertirse una mayor persistencia del tejido adiposo.

EVOLUCIÓN

Día 1 (07/09/22): La muestra no se encuentra completamente sumergida y el medio líquido presenta un aspecto espeso de color blanco. No se observan anomalías. (Fig. 1)

Día 7 (13/09/22): La pintura sufre una separación de sus fases y conforma una película translúcida en la superficie. En relación a la muestra, ésta continúa parcialmente sumergida y no evidencia signos de descomposición. (Fig. 2)

Día 14 (20/09/22): La muestra adquiere una apariencia hinchada y una coloración verdosa; aparecen en el líquido manchas de color amarillo y aspecto oleoso, procedente de la grasa subcutánea. (Fig. 3)



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

SEGUNDO PERÍODO (14 DÍAS)

1) Agua

	TEMPERATURA AMBIENTE	HUMEDAD	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
DÍA 1	15° C	57, 5 %	No se observa	Considerable alteración del color	No se observa
DÍA 2	17° C	48 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 3	20° C	39 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 4	17° C	52, 5 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 5	18° C	38 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 6	19° C	44 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 7	15° C	51 %	La oviposición fuera del frasco aparenta no afectar la muestra	Se dificulta la visualización de la muestra	Insignificante disminución
DÍA 8	17° C	40 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 9	16° C	48 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 10	19° C	59 %	No se observa	Comienzan a formarse sedimentos en el fondo del frasco	No se observa
DÍA 11	18° C	70 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 12	15° C	57 %	No se observa	No se observa	No se observa

DÍA 13	16° C	66 %	No se observa	El agua se torna turbia y se oscurece	No se observa
DÍA 14	17° C	71 %	No se observa	El líquido se oscurece aún más	No se observa

Registro fotográfico

MUESTRA



Observaciones: La piel se conserva íntegra, al igual que el tejido adiposo. Se advierte también una disminución ulterior de la masa muscular. Se remarcan con un círculo rojo en el margen derecho de la fotografía, dos moscas pequeñas depositadas sobre la muestra.

EVOLUCIÓN

Día 1 (22/09/22): Se aprecia una abrupta modificación en el color del medio líquido. En paralelo, la muestra no denota cambios significativos. (Fig. 1)

Día 7 (28/09/22): El medio líquido experimenta una casi imperceptible reducción del volumen; la muestra continúa trasladándose a la superficie. Aparecen paquetes de huevos de mosca en el exterior del frasco. (Fig. 2)

Día 14 (05/10/22): Se mantiene la oviposición en el exterior del frasco; a pesar de ello, parece no afectar la muestra. El medio líquido se oscurece. (Fig. 3)



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

2) Aceite vegetal

	TEMPERATURA AMBIENTE	HUMEDAD	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
DÍA 1	15° C	57, 5 %	La muestra continua denotando signos de descomposición	No se observa	Mínima reducción
DÍA 2	17° C	48 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 3	20° C	39 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 4	17° C	52, 5 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 5	18° C	38 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 6	19° C	44 %	No se observa	Pérdida de brillo inicial	No se observa
DÍA 7	15° C	51 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 8	17° C	40 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 9	16° C	48 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 10	19° C	59 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 11	18° C	70 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 12	15° C	57 %	No se observa	El líquido se opaca y oscurece	No se observa
DÍA 13	16° C	66 %	No se observa	No se observa	Ínfima reducción del volumen
DÍA 14	17° C	71 %	No se observa	No se observa	No se observa



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

3) *Ácido acético (vinagre)*

	TEMPERATURA AMBIENTE	HUMEDAD	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
DÍA 1	15° C	57, 5 %	No se observa	Los tejidos y partículas provocan que el líquido se opaque	No se observa
DÍA 2	17° C	48 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 3	20° C	39 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 4	17° C	52, 5 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 5	18° C	38 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 6	19° C	44 %	No se observa	Creciente acumulación de sedimentos	No se observa

DÍA 7	15° C	51 %	Si bien la oviposición alcanza el interior del frasco, la muestra se mantiene intacta	No se observa	No se observa
DÍA 8	17° C	40 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 9	16° C	48 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 10	19° C	59 %	No se observa	Coloración grisácea	No se observa
DÍA 11	18° C	70 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 12	15° C	57 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 13	16° C	66 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 14	17° C	71 %	No se observa	No se observa	No se observa

Registro fotográfico

MUESTRA

ANTES



DESPUÉS



Observaciones: Ésta se recubre de un fluido transparente de apariencia viscosa; los huesos se vuelven flexibles al tacto. No se aprecian alteraciones generales en la morfología.

EVOLUCIÓN

Día 1 (22/09/22): La muestra no denota cambios. Por el contrario, el medio líquido se torna opaco y acumula restos de tejido cutáneo. (Fig. 1)

Día 7 (28/09/22): El interior del frasco se recubre de huevos de mosca. (Fig. 2)

Día 14 (05/10/22): Sin alteraciones tanto en el medio como en la muestra. (Fig. 3)



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

4) Alcohol etílico al 70 %

	TEMPERATURA AMBIENTE	HUMEDAD	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
DÍA 1	15° C	57, 5 %	No se observa	Alteración del color en la periferia de la muestra	Mínima reducción
DÍA 2	17° C	48 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 3	20° C	39 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 4	17° C	52, 5 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 5	18° C	38 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 6	19° C	44 %	No se observa	Tinción del líquido en el fondo	No se observa
DÍA 7	15° C	51 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 8	17° C	40 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 9	16° C	48 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 10	19° C	59 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 11	18° C	70 %	No se observa	Unificación del color (amarillento)	Disminución del volumen casi imperceptible
DÍA 12	15° C	57 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 13	16° C	66 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 14	17° C	71 %	No se observa	No se observa	No se observa

Registro fotográfico

MUESTRA

ANTES



DESPUÉS



Observaciones: La rigidez de la muestra persiste, y la piel y los cartílagos se ven secos; hay una notable reducción de la masa muscular.

EVOLUCIÓN

Día 1 (22/09/22): El medio líquido adquirió color; la muestra mantiene su integridad. (Fig. 1)

Día 7 (28/09/22): Se advierte una creciente formación de sedimentos en el medio líquido. (Fig. 2)

Día 14 (05/10/22): Pese a que se observan moscas en suspensión, la materia orgánica no denota cambios significativos. (Fig. 3)



Fig. 1



Fig. 2

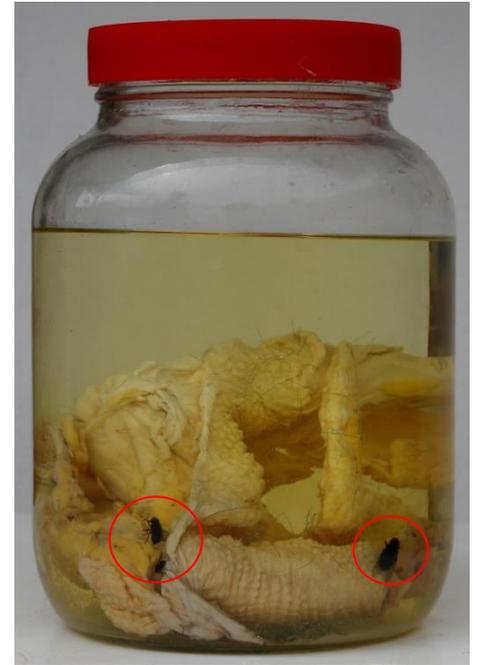


Fig. 3

5) Agua amoniacal al 19 %

	TEMPERATURA AMBIENTE	HUMEDAD	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
DÍA 1	15° C	57, 5 %	Constante desprendimiento de tejidos	El líquido torna de un color "caramelo"	Ínfima reducción
DÍA 2	17° C	48 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 3	20° C	39 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 4	17° C	52, 5 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 5	18° C	38 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 6	19° C	44 %	No se observa	No se observa	El volumen continúa disminuyendo
DÍA 7	15° C	51 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 8	17° C	40 %	No se observa	No se observa	No se observa

DÍA 9	16° C	48 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 10	19° C	59 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 11	18° C	70 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 12	15° C	57 %	No se observa	Se intensifica el color	El volumen se reduce repentinamente
DÍA 13	16° C	66 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 14	17° C	71 %	No se observa	No se observa	No se observa

Registro fotográfico

MUESTRA

ANTES



DESPUÉS



Observaciones: Se mantienen el volumen y la contextura inicial. Es necesario destacar la notable pérdida de tejido cutáneo.

EVOLUCIÓN

Día 1 (22/09/22): El medio líquido (anteriormente rojizo) adquiere una pigmentación caramelo. La descamación de la muestra no cesa. (Fig. 1)

Día 7 (28/09/22): Disminuye el volumen del líquido y se observan restos de tegumento en suspensión. (Fig. 2)

Día 14 (05/10/22): No se observan cambios en la morfología de la pieza. Se aprecia una constante reducción del volumen del medio. (Fig. 3)



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

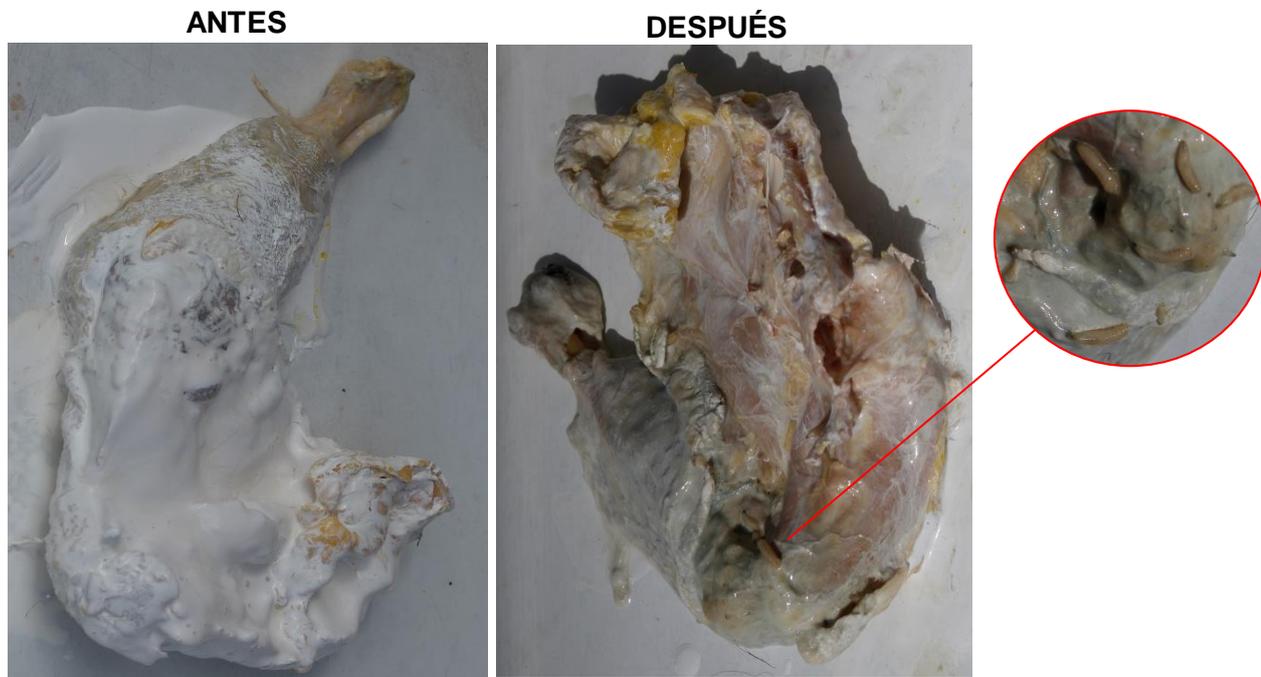
6) Pintura

	TEMPERATURA AMBIENTE	HUMEDAD	DETRIMENTO	CAMBIOS EN LA COLORACIÓN	REDUCCIÓN DEL LÍQUIDO
DÍA 1	15° C	57, 5 %	La pieza se observa hinchada	No se observa	No se observa
DÍA 2	17° C	48	Constante modificación en de la coloración de los tejidos	No se observa	No se observa
DÍA 3	20° C	39 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 4	17° C	52, 5 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 5	18° C	38 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 6	19° C	44 %	Se advierte la presencia de larvas instar I (1° muda) sobre la muestra	La película translúcida formada en la superficie se torna grisácea	No se observa
DÍA 7	15° C	51 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 8	17° C	40 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 9	16° C	48 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 10	19° C	59 %	Las larvas han aumentado su tamaño y se alimentan de los tejidos	Aparecen "lamparones" amarillos, producto de la disociación de la grasa	No se observa
DÍA 11	18° C	70 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 12	15° C	57 %	No se observa	La película de la superficie se oscurece	No se observa

DÍA 13	16° C	66 %	No se observa	No se observa	No se observa
DÍA 14	17° C	71 %	La muestra aparenta haber reducido su espesor	No se observa	No se observa

Registro fotográfico

MUESTRA



Observaciones: El reblandecimiento del tejido subcutáneo denota la consecuente presencia y actividad de insectos necrófagos (larvas).

EVOLUCIÓN

Día 1 (22/09/22): El proceso de putrefacción continúa avanzando sobre la muestra, la cual evidencia una considerable hinchazón. El medio líquido no sufre cambios. (Fig. 1)

Día 7 (28/09/22): La sucesiva degradación de la grasa subcutánea de la muestra genera un cambio en la pigmentación de la película translúcida formada inicialmente en la superficie. En el sexto día se produce la eclosión de los huevos de mosca anteriormente depositados. (Fig. 2)

Día 14 (05/10/22): El aspecto de la película formada en la superficie del medio líquido continúa alterándose; el desarrollo larval afecta la totalidad de la muestra. (Fig. 3)



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

CAPÍTULO III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Este capítulo adjunta la confrontación de los resultados obtenidos con las teorías de referencia contenidas en el marco teórico, y posteriormente las conclusiones a las que se arribaron.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según la bibliografía disponible, el proceso de putrefacción se ralentiza cuando el cadáver se encuentra en un medio líquido; la principal razón por la que esto ocurre, es debido a la reducida exposición al aire, pues el oxígeno y la humedad contribuyen a la formación de microorganismos y la consecuente degradación de la materia orgánica. Otro factor que aparenta detener la descomposición cadavérica resulta ser el pH; de acuerdo a las investigaciones realizadas hasta el momento, cuando el nivel de alcalinidad o acidez es relativamente alto ésta se ve retardada.

Si bien se han registrado excepciones en las que la adipocira comienza a formarse alrededor de las tres semanas en un medio alcalino, el lapso de inmersión aquí establecido no fue suficiente, pues la muestra depositada en agua (pH 7.86) no manifestó alteraciones en el tejido graso ni acabó cubierta de material adipocírico, es decir, del compuesto céreo jabonoso que se asocia inmediatamente con este fenómeno.

El primer período de la experimentación no arrojó ningún hallazgo relevante; tal como era de esperar, la ausencia de oxígeno interrumpe la actividad bacteriana. La entrada de aire permitida en la segunda instancia, por el contrario, facilitó la llegada de moscas y con ello la oviposición (*Fig. 1*); es necesario resaltar que la protección de los frascos contra la pluviosidad, la irradiación solar y la temperatura promedio conformaron un medio favorable para el desarrollo de la entomofauna cadavérica. Esto sólo sucedió en las unidades experimentales sometidas a la pintura, el agua y el ácido acético a partir del tercer día en la intemperie; no obstante, el crecimiento larval tuvo lugar únicamente en el frasco que contenía pintura. (*Fig. 2*).



Fig. 1. Huevos de mosca en la superficie del frasco con agua.

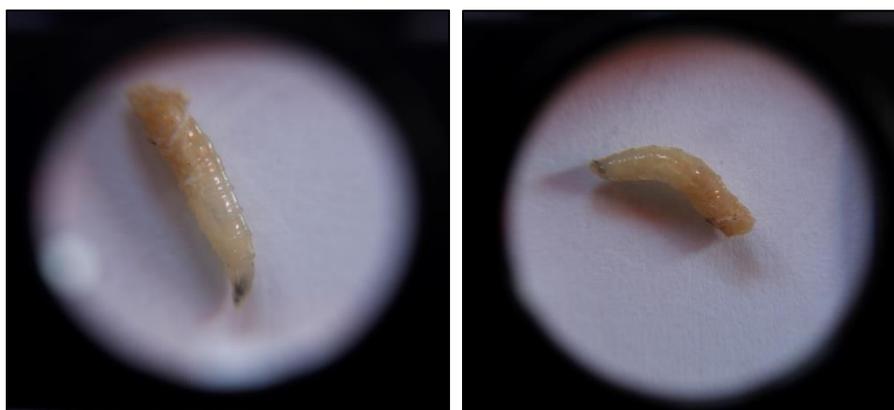


Fig. 2. Izquierda larva en instar II, derecha larva en instar I, ambas recolectadas manualmente del frasco de pintura.

De acuerdo a la bibliografía consultada, los huevos son de un color blanco amarillento, tienen una longitud un tanto mayor que un milímetro y suelen formar “paquetes” de varias decenas o incluso centenares. Luego de un lapso de 24 horas, si la temperatura ambiente ronda entre los 25-28° C, éstos se abren por desprendimiento de una banda longitudinal y se transforman en *larva instar I*. Transcurridas 12 horas, (en condiciones ideales), la larva supera los 5 mm y cambia el exoesqueleto; esta muda recibe el nombre de *larva instar II*. En esta ocasión pudieron observarse larvas de ambos estadios en la superficie superior de la muestra, estimando que la eclosión de los huevos se produjo el día seis con una temperatura promedio de 20 ° C.

Múltiples estudios afirman que los primeros insectos en presentarse en un cuerpo sin vida son los dípteros; en Argentina, las especies más comunes son la *Calliphora vicina* (mosca verde) y la *Sarcophaga (Liopygia) crassipalpis* (mosca negra). En efecto, esto pudo confirmarse tras la recolección manual de algunos ejemplares y observación con lupa. (Fig. 3).

Dado que su desarrollo se rige principalmente por la temperatura, existen colonizadores específicos para cada estación del año; como la práctica se llevó a cabo hacia fines del otoño, pudo advertirse una mayor presencia de la mosca *califórida*.



Fig. 3. Izquierda familia *Sarcophagidae*, derecha familia *Calliphoridae*.

Todas las muestras a excepción de la anteriormente nombrada conservaron su morfología a grandes rasgos, coincidiendo de esta manera con las referencias documentales las cuales sostienen que la degradación de los tejidos es condicionalmente menor cuando se hallan en un medio líquido independientemente de cual sea.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se utilizaron además de agua, cinco líquidos de uso cotidiano en orden de evaluar su capacidad de conservación. En paralelo se pretendieron identificar las fases típicas del proceso de descomposición, analizando conjuntamente la repercusión del oxígeno sobre las muestras y si éste actúa como un agente acelerante durante la inmersión.

En términos generales podría afirmarse que esta abrupta semejanza entre la composición de los líquidos empleados no permitió reconocer las fases propias del proceso. En referencia a la aptitud de conservación, el aceite vegetal, el agua amoniacal al 19 % y el alcohol etílico al 70 % actuaron como agentes selectivos ya que limitaron la colonización larval y detuvieron el deterioro de las muestras, aunque provocaron algunas alteraciones morfológicas; fue el amoníaco el único capaz de mantener el volumen natural del material biológico, afectando solamente la capa superficial de la piel.

De acuerdo con los objetivos específicos, pudo determinarse en primera instancia que las propiedades físicas de los compuestos no tuvieron injerencia en la velocidad de degradación de las muestras. Una de las propiedades principalmente evaluadas fue la fluidez, que no demostró ser un factor categórico; pese a que la pintura sintética y el aceite vegetal son similares en cuanto a viscosidad, esta última impidió la permanencia y el desarrollo de insectos necrófagos.

En torno a la incidencia del pH en la preservación de la materia pudo inferirse que, en contraposición con lo extraído de las fuentes bibliográficas, éste no jugó un papel relevante en la conservación de los cadáveres, ya que no resultaron variaciones significativas entre el medio neutro, el altamente ácido y el altamente básico.

En alusión a la intervención del oxígeno sobre la putrefacción, es correcto sostener que el aire actúa como un acelerante de la actividad de gérmenes aerobios al mismo tiempo que posibilita que los artrópodos se sientan atraídos por el olor de los gases desprendidos.

Como hipótesis general se planteó que la degradación de la materia se manifestaría de manera similar en todas las muestras, dado que se encontrarían en un mismo espacio y serían exhibidas a idénticos parámetros ambientales; esto es negativo, ya que la magnitud del daño resultó ser distinta en cada una de ellas.

Posteriormente se propusieron tres aspectos fundamentales a analizar; en principio, que el alcohol etílico constituiría el mejor sustituto como fijador de tejidos anatómicos, considerando que es comparable al formaldehído en relación a su naturaleza siendo ambos miscibles en agua, volátiles e incoloros; confirmándose lo anterior, pues la pieza sometida a su acción acabó prácticamente inalterada y sin vestigios de oviposición de dípteros en contraste con lo observado en las demás.

En segunda instancia, pudo advertirse que si bien el agua no estimuló el desarrollo del proceso de saponificación, la muestra preservó el tejido cutáneo y de la grasa circundante, denotando únicamente una gran absorción de líquido y el consecuente aumento del volumen/peso.

En consonancia con lo expuesto en la discusión, el pH altamente básico del agua amoniacal preservó el cadáver y actuó como repelente de la entomofauna; por el contrario, el ácido acético mantuvo la integridad de los tejidos, modificando en simultáneo la consistencia de la masa ósea y corporal. Es necesario señalar que si bien este último permitió el ingreso de insectos al frasco, los huevos depositados no lograron eclosionar.

A modo de cierre podría decirse que es posible que los resultados obtenidos estén asociados al tipo de materia orgánica utilizada en el modelo, la cual por prescindir de órganos internos puede haber influido en la velocidad de degradación de la misma; en este sentido, podría haber dilatado el proceso en comparación a lo que ocurriría sobre un ejemplar completo. Se considera pertinente reiterar que este estudio no garantiza precisión, ya que deben tenerse en cuenta las condiciones específicas a las que fueron sometidos los cadáveres (localización, temperatura, humedad).

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco Huanca H. A, Soplapuco Sarmiento C. A. (2020). La criminalística y sus principios científicos en el proceso penal peruano. *Lp, pasión por el derecho*.
- Casas Sánchez J. d D., Sáez A.S, Rodríguez Albarrán S., Albarrán Juan E. (2006). Fenómenos de conservación cadavérica. Saponificación. *Revista de la Escuela de Medicina Legal*.
- Castro Bobadilla D. A., Dickerman Kraunick A. R. (1995). *Compendio de medicina forense*. Editorial Alin.
- Fossi Sosa P. O. (2010). Medicina forense. Alcance y propósito de la medicina legal en Venezuela. *Colección memorias, Ministerio público*.
- Gamarra Viglione G. A. (2015). Las transformaciones cadavéricas y el cronotanatodiagnóstico. *Revista Skopein-criminalística y ciencias forenses*.
- Gisbert Calabuig J. A. (2004). *Medicina legal y toxicología*. Editorial Masson.
- Pérez, R. M. (2013). *Tanatología Forense*. Universitat Oberta de Catalunya.
- Peña J. A., Bustos Saldaña R., Verdín G. O. (2019) Fenómenos cadavéricos y el tanatocronodiagnóstico. *Gac. Int. cienc. forense*.

- Serrano Valenciano M. (2018). La química de los fenómenos cadavéricos. *Gac. Int. cienc. forense*.
- Mego Julca G. (2016). Descomposición cadavérica y determinación del intervalo post-mortem. *Revista Skopein-criminalística y ciencias forenses*.
- Sibón Olano A., Martínez García P., Romero Palanco J.L. (2004). Saponificación cadavérica parcial. *Cuadernos de Medicina Forense*.
- Torrez J., Zimann S. (2006). Entomología forense. *Revista del Hospital J.M Ramos Mejía*, 6 (1), 9-10.
- Vanegas Y., Zamira S. (2006). Entomología forense: los insectos de la escena del crimen. *Revista Luna Azul*, 23, 42-49.

