

DEDICATORIA

A mis hijos, mi razón de ser cada día y quienes me motivan a seguir adelante siempre.

AGRADECIMIENTO

- Al personal administrativo de la Granja Agropecuaria de Yauris de la Universidad Nacional del Centro del Perú, por las facilidades para realizar la presente investigación.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la ejecución de la presente.

PRESENTACIÓN

Los procesos de descomposición cadavérica responden a una serie de cambios de naturaleza biológica que se inician de forma inmediata una vez producida la detención de las funciones vitales del organismo, estos procesos de orden biótico de manera progresiva descomponen un cadáver desde un estado fresco hasta su esqueletización y finalmente su pulverización final.

En el campo de la investigación de carácter forense es importante conocer la cronología de la descomposición de un cadáver dado que con fines de investigación criminalística saber el tiempo transcurrido desde el momento de ocurrida la muerte hasta el descubrimiento de un cadáver y más aún si este se halla en un estado de descomposición avanzado que no permite a simple vista su morfología normal.

Las modificaciones posmortem han sido descritas en numerosos trabajos de investigación básicamente en los campos de la biología y la criminalística, sin embargo, la mayoría de ellos hacen una descripción detallada de estos procesos en medios ambientes a nivel del mar siendo por tanto escasa la información de trabajos similares realizados en condiciones de altura como el que se pone a consideración el cual busca llenar el vacío de información existente en este tema de manera que la información que se obtenga sirva como un referente para la determinación de la data de la muerte en cadáveres hallados en nuestra región en avanzado estado de descomposición.

El Autor

CONTENIDO

	Pag.
I. Dedicatoria.....	ii
II. Agradecimiento.....	iii
III. Presentación.....	iv
IV. Contenido	v
V. Resumen.....	vii
VI. Abstrac.....	ix
VII. Planteamiento del problema.....	11
VIII. Marco Teórico.....	17
IX. Metodología.....	26
X. Resultados.....	30
XI. Análisis y discusión de resultados.....	39
XII. Conclusiones.....	42
XIII. Recomendaciones.....	43
XIV. Referencias Bibliográficas.....	44
XV. Anexos	46

CONTENIDO DE TABLAS

	Pag.
• Tabla N° 1. Cuadro descriptivo de las variaciones morfológicas asociadas a los procesos de descomposición en cadáveres exposición al medio ambiente.....	38

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pag.
• Gráfico N° 1. Curva de variaciones de temperatura ambiental.....	30
• Gráfico N° 2. Curva de variaciones de humedad ambiental.....	31
• Gráfico N° 3. Diagrama de duración por fases de descomposición cadavérica.....	32
• Figura N° 01. Período fresco (día 01).....	33
• Figura N° 02. Período fresco (día 03).....	33
• Figura N° 03. Período cromático (día 04).....	34
• Figura N° 04. Período cromático (día 05).....	34
• Figura N° 05. Período enfisematoso (día 06).....	35
• Figura N° 06. Período enfisematoso (día 10).....	35
• Figura N° 07. Período colicuativo (día 21).....	36
• Figura N° 08. Período colicuativo (día 30).....	36
• Figura N° 09. Período de esqueletización (día 33).....	37
• Figura N° 10. Período de esqueletización (día 45).....	37

RESUMEN

- **Antecedentes:** En la actualidad existe un vacío de información referente a los procesos de descomposición post mortem que se presentan en cadáveres que son hallados en avanzado estado de descomposición expuestos al medio ambiente en condiciones de altura lo cual impide establecer de manera precisa la data de la muerte, procedimiento científico técnico denominado cronotanatodiagnóstico.
- **Objetivo:** Describir las modificaciones post mortem que presenta un cadáver expuesto al medio ambiente en condiciones de altura
- **Metodología:** Investigación de nivel básica, tipo descriptivo observacional prospectiva de corte longitudinal; la población de estudio estará conformada por 05 modelos biológicos de tipo cerdo doméstico los cuales fueron sacrificados con el fin de observar y describir los cambios morfológicos que presenten los cadáveres expuestos al medio ambiente en condiciones de altura. Los datos que se obtengan serán tabulados en una base de datos específica para tal fin.
- **Resultados:** Las fases de modificación post mortem en cadáveres expuestos al medio ambiente en condiciones de altura son: Fase Fresco con duración de 03 días en los cuales no se aprecian alteraciones, Fase Cromática con duración de 03 días en la cual se aprecia una mancha verdosa a nivel abdominal, Fase Enfisematosa con duración de 10 días en los cuales se aprecia un aumento notable del volumen corporal; Fase Colicuativa con duración de 17 días en el cual se aprecia reducción del cadáver por licuefacción de los órganos y la Fase

de Esqueletización con duración de 23 días en la cual el cadáver se reduce a un esqueleto.

- **Conclusiones:** Las modificaciones post mortem que presenta un cadáver expuesto al medio ambiente en condiciones de altura pasa por las siguientes fases: fresco, cromático, enfisematoso, colicuativo y de esqueletización.
- **Palabras claves:** Putrefacción, cronotanodiagnóstico.

ABSTRACT

- **Antecedents:** At present, there is a lack of information regarding post-mortem decomposition processes that occur in corpses that are found in an advanced state of decomposition exposed to the environment in high altitude conditions, which makes it impossible to accurately establish the data of death, scientific technical procedure called chronotanodiagnosis.
- **Objective:** Describe the post-mortem modifications that a corpse exposed to the environment presents in high altitude conditions
- **Methodology:** Basic level research, prospective observational descriptive type of longitudinal section; The study population will consist of 05 biological models of domestic pig type which were sacrificed in order to observe and describe the morphological changes presented by the corpses exposed to the environment in high altitude conditions. The data obtained will be tabulated in a specific database for this purpose.
- **Results:** The phases of post-mortem modification in corpses exposed to the environment in high conditions are: Fresh Phase with duration of 03 days in which no alterations are appreciated, Chromatic Phase with duration of 03 days in which a spot is appreciated greenish at the abdominal level, Phase Emphysematosa lasting 10 days in which there is a noticeable increase in body volume; Colicuativa phase with duration of 17 days in which reduction of the corpse is appreciated by liquefaction of the organs and the Phase of Skeletization with duration of 23 days in which the corpse is reduced to a skeleton.

- **Conclusions:** The post-mortem modifications that a corpse exposed to the environment presents in high altitude conditions go through the following phases: fresh, chromatic, emphysematous, coliculative and skeletal.
- **Key words:** Putrefaction, chronotanatodiagnosis.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La medicina legal constituye una de las ramas especializadas de la medicina la cual brinda información de orden científico técnico, asistiendo y asesorando al derecho con el fin de permitir una adecuada y correcta administración de la justicia, en ese marco una de las más difíciles actividades que debe desarrollar es el establecer con el mayor nivel de certeza posible la data de la muerte en un cadáver que presente un estado de descomposición tal que, a simple vista, resulte imprecisable por el estado en el cual se presenta. (1)

El cronotanatodiagnóstico, entendido como el diagnóstico del tiempo o data de la muerte a partir del estudio pormenorizado (sistemático y detallado) de los cambios y modificaciones que presenta un cadáver el cual se puede ver influenciado por elementos de orden climático así como entomológico (insectos necrófagos) -propios de la región o área en la cual se produzca la muerte- los

cuales al actuar sobre el cadáver modifican –retrasando o acelerando- los procesos de descomposición los cuales deben estar claramente establecidos para cada región de modo que el investigador forense pueda brindar con un profundo rigor científico (basado en la evidencia) la data de la muerte. (1-3)

A la fecha existen numerosos estudios acerca de la data de la muerte los cuales han sido realizados en ambientes a nivel de mar tanto a nivel internacional como nacional, dentro de estos últimos el que se registra como realizado a mayor altura es el desarrollado por Peceros (4) en la localidad de Huarochirí perteneciente a la sierra de Lima y la cual se ubica a 3,146 m.s.n.m., lo que hace que en la actualidad exista un vacío en la información referente a las modificaciones post mortem que se presentan en cadáveres en estado de descomposición que son hallados en localidades de altura como lo es la ciudad de Huancayo - ubicada a 3,259 m.s.n.m.- en la cual se pretende realizar un estudio de naturaleza experimental que nos permita detallar las modificaciones y cambios post mortem que presentan los cadáveres expuestos al medio ambiente en condiciones de altura empleando para ello modelos animales como lo es el cerdo doméstico el cual por sus características orgánicas resulta siendo muy similar al ser humano, resultando por tanto extrapolables las observaciones que se realicen en estos a los procesos de descomposición cadavérica que se dan en el hombre.

1.2. Delimitación del problema

La ciudad de Huancayo se halla ubicada en el Departamento de Junín, Provincia de Huancayo, posee una población censada de 448,355 personas (Censo Nacional 2005), posee una superficie de 3,558.1 Km². (5).

Geográficamente se halla ubicada a una altitud de 3,259 m.s.n.m., a una latitud de 12° 4' S y una longitud de 75° 13' O, su clima es templado y seco durante la mayor parte del año excepto en el verano en el cual se torna lluvioso y frío. (5)

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Cuáles son las modificaciones post mortem que presenta un cadáver expuesto al medio ambiente en condiciones de altura?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la duración de cada una de las fases de descomposición de un cadáver expuesto al medio ambiente en condiciones de altura?
- ¿Cuáles son las modificaciones morfológicas asociadas a los procesos de descomposición que presenta un cadáver expuesto al medio ambiente en condiciones de altura?

1.4 JUSTIFICACIÓN

1.4.1. Social

La mayoría de los estudios referidos a cambios pos mortem y cronotanodiagnóstico disponibles están referidos a las modificaciones y procesos de descomposición que se presentan en ambientes a nivel del mar, existiendo por tanto, un vacío de conocimiento para la comunidad científica en cuanto a la presentación de trabajos referidos a estos temas en condiciones de altura. (6-10)

Los conocimientos que se obtengan a partir de la ejecución de esta investigación podrán ser empleados como datos referenciales para la adecuada interpretación de las modificaciones morfológicas que se observen en cadáveres ubicados en estado de descomposición en ambientes de altura, permitiéndose así un más adecuado establecimiento de la data de la muerte.

1.4.2. Teórica

La muerte representa un estado pero al mismo tiempo constituye un evento, su presentación da origen a una serie de fases de carácter progresivo las cuales conducen a la desintegración del cadáver hasta su esqueletización y pulverización final dando cumplimiento con esto a la cita bíblica que señala "...pues polvo eres y al polvo volverás...".

Las fases de desintegración de un cadáver atraviesa una serie de fases y etapas, cada una de las cuales está determinada por cambios a nivel celular e histológico los cuales -al cesar la vida- inician de manera que generan la descomposición (putrefacción) del organismo, estas modificaciones se traducen en cambios y modificaciones a nivel morfológico los que pueden ser motivo de objetivación y descripción detallada por parte de los investigadores de las ciencias forenses. (2,6-8)

El término "Cronotanodiagnóstico" se compone de los vocablos "cronos" (tiempo), "thanatos" (muerte) y "diagnosis" (conocer), por lo que se puede deducir que esta palabra señala el "conocer el tiempo de la muerte".

Desde el punto de vista médico legal, la determinación del tiempo transcurrido desde el momento de ocurrida la muerte hasta el momento en el cual es evaluado el cadáver en el marco de una evaluación pericial forense, se conoce como Cronotanatodiagnóstico el cual como cualquier técnica semiológica en medicina incluye un conjunto de observaciones y técnicas que permiten señalar con la mayor precisión posible el momento en que se produjo la muerte. (2,6-8)

Determinar la data de muerte a partir de la observación directa de un cadáver es relativamente fácil en periodos de tiempo inmediatos cuando se trata de una muerte reciente, siendo muchos más difícil en el caso de periodos de tiempo mediatos o alejados, cuando la muerte ya tiene varios días, semanas, meses o años de haberse producido y por tanto los procesos de descomposición cadavérica se han instalado. (9)

Establecer de manera precisa el cronotanatodiagnostico de un cadáver en avanzado estado de descomposición permitirá entre otras cosas: orientar las investigaciones a nivel policial y fiscal para determinar cronológicamente el momento de la muerte de un individuo no identificado, además de descartar o confirmar una coartada en el caso de contar con sospechosos de realizar un delito.

1.4.3. Metodológica

Se hace necesario conocer acerca de los cambios morfológicos asociados a los procesos de descomposición cadavérica en ciudades de altura para poder establecer con un alto nivel de precisión –según fuera el caso- un correcto cronotanatodiagnostico frente a un cadáver en avanzado estado de

descomposición, esto debido a que aún no se han realizado estudios acerca de las características que pretendemos investigar, siendo por tal motivo que se planteó la realización del presente estudio.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo General

Describir las modificaciones post mortem que presenta un cadáver expuesto al medio ambiente en condiciones de altura.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Establecer la duración en días de cada una de las fases de descomposición de un cadáver expuesto al medio ambiente en condiciones de altura.
- Identificar las modificaciones morfológicas asociadas a los procesos de descomposición que presenta un cadáver expuesto al medio ambiente en condiciones de altura.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Nacionales

Peceros F. (2011) en su tesis de título profesional de Biólogo con mención en Zoología, cuyo estudio fue realizado en Huarochirí (Lima), trabajo realizado en cadáveres de cerdos domésticos señala como tiempos de descomposición para cadáveres desnudos expuestos al medio ambiente: 02 días para la fase de descomposición inicial, 05 días para la fase de putrefacción activa, 7 días para la fase de putrefacción avanzada, 44 días para la fase de fermentación u 44 días más para la fase de esqueletización. (4)

Sarmiento y Padilla (2014) en su trabajo realizado en la ciudad de Trujillo determinaron en su trabajo en condiciones de campo en cadáveres de conejos un tiempo de descomposición de 02 días para la fase de descomposición inicial, 2días para la fase de putrefacción activa, 04 días para la fase de descomposición

avanzada, 03 días para la fase de fermentación y 11 días para la fase de esqueletización. (11)

Internacionales

Salazar J. (2006) realizó un trabajo de tipo experimental en la ciudad de Carabobo (Venezuela), esta vez en cadáveres de 09 ratas en las cuales evidenció que el proceso de descomposición se empezó a hacer evidente al octavo día en que se hizo evidente la aparición de insectos sobre la superficie de los cadáveres. (12)

Galván E. (2013) en su trabajo realizado en México, describe como tiempos de descomposición cadavérica los siguientes para las diferentes fases que presenta este fenómeno siendo estas: fase fresca (24 horas), fase coagulativa (del 2° al 10° día), fase de descomposición activa (11° al 16° día), fase de descomposición avanzada (del 17° al 42° días), fase seca (del 43° día en adelante) hasta la esqueletización final. (13)

2.2. Bases Teóricas o Científicas

Putrefacción Cadavérica

▪ Definición

El término putrefacción cadavérica se halla referido al conjunto de cambios y modificaciones que se presentan de manera consecutiva en un cadáver; este proceso también se conoce como descomposición cadavérica. (2, 3, 6)

Los cambios que se presentan corresponden a un proceso de fermentación pútrida básicamente de origen bacteriano, en este proceso intervienen

gérmenes externos los cuales hacen su ingreso al cadáver a través de los diferentes orificios naturales del organismo (boca, ano, vía aérea), a estos gérmenes le siguen otros de naturaleza interna entre los cuales se hallan los que de manera natural colonizan el tracto digestivo. (6-11)

Visto así el organismo es atacado inicialmente por gérmenes de naturaleza aerobia los cuales consumen el oxígeno presente en el organismo hasta agotarlo y dar paso a la acción de gérmenes de naturaleza anaerobia.

▪ Fases

La putrefacción cadavérica se halla dividida en cuatro fases:

1. Período Cromático.- Se denomina así por el progresivo cambio de coloración que presenta el cadáver, se inicia por lo general hacia las 24 a 36 horas posteriores a la muerte.

De manera característica se inicia con la aparición progresiva de una mancha verde a nivel abdominal –generalmente a nivel de la fosa iliaca derecha, lugar anatómico donde se ubica el ciego- esta mancha de color verde oscura se extiende progresivamente a todo el organismo dándole una coloración al cuerpo de color pardo-negrusca.

Desde el punto de vista fisiopatológico su origen se halla en la activa proliferación de bacterias de naturaleza anaerobia ubicadas a nivel del colon las cuales se impregnan a nivel de la mucosa intestinal, así como las diferentes capas cutáneas del abdomen y tórax. (1-3, 7-10)

2. Período Enfisematoso.- Período caracterizado por el progresivo incremento de volumen del cadáver, la descomposición instalada a nivel orgánico genera la producción de gases los cuales se infiltran a nivel del

tejido celular subcutáneo dándole un aspecto abombado; en esta etapa además, los trayectos venosos superficiales se ven presionados contra la superficie cutánea por la presión que generan los gases, el aspecto que se obtiene con esto a nivel cutáneo es denominado “marmorización cutánea” por su semejanza con el mármol. Su duración de manera variable dura entre unos 05 días hasta dos semanas. (1-3, 7-10)

3. Período Colicuativo.- En esta etapa el cuerpo se reduce notablemente en sus dimensiones debido a que los gases escapan del cuerpo, esto se debe al reblandecimiento de la piel lo cual hace que la epidermis se desprenda de la dermis. Su duración es variable y se corresponde desde 01 a 10 meses en relación a las condiciones ambientales en que se halle el cadáver. (1-3, 7-10)
4. Período de Esqueletización.- En esta etapa de manera progresiva los tejidos blandos del organismo se va reduciendo hasta su licuefacción total transformándose en una masa pestilente y de aspecto lechoso turbio denominado putrúago. Los tejidos más resistentes lo constituyen los ligamentos y los cartílagos los cuales se hallan adheridos a los elementos óseos del organismo. Su duración es variable también en relación a las condiciones ambientales a las cuales se halle expuesto el cadáver, se considera que para la reducción total del esqueleto hasta su pulverización pueden pasar años. (1-3, 7-10)

▪ **Factores que modifican la putrefacción cadavérica**

Los factores que pueden modificar la putrefacción cadavérica son de tres categorías: (8-13)

1. Factores Individuales

- Edad del occiso, de manera característica los niños presentan una putrefacción cadavérica más acelerada.
- La constitución física, en este caso los cadáveres con una mayor masa corporal tardan más en descomponerse.

2. Factores Patológicos

- La presencia de lesiones a nivel corporal aceleran los procesos de putrefacción corporal.
- La presencia de procesos infecciosos o degenerativos también aceleran la putrefacción corporal

3. Factores Ambientales

- La temperatura ambiental
- La naturaleza del suelo
- La altitud
- La presencia de humedad en el ambiente.

Cronotanatodiagnostico

El cronotanatodiagnóstico constituye una rama de la Tanatología Forense la cual se encarga de determinar la data de la muerte, para ello se basa en la observación y valoración de los fenómenos presentes en un cadáver en estado de descomposición poniendo especial atención en sus modificaciones morfológicas que se presentan de manera sucesiva y los cuales representan un período de tiempo determinado. (12 -16)

Resulta relevante el hecho que la valoración de un cadáver en estado de descomposición requiere de la observación no sólo de un signo en el cadáver,

sino de un conjunto de ellos considerando los posibles factores que puedan alterar su curso normal de presentación.

Los fenómenos que se emplean de manera referencial para establecer la data de la muerte se dividen en: (13-17)

1. Fenómenos Físicos

- Enfriamiento cadavérico
- Livideces cadavéricas
- Deshidratación cadavérica corneal
- Deshidratación cadavérica corporal

2. Fenómenos Químicos

- Autólisis orgánica
- Reducción esquelética del cadáver

3. Fenómenos Biológicos

- Generación y acción de la entomofauna necrófaga

2.3. Marco Conceptual

- Putrefacción: Descomposición de la materia orgánica asociada a diversos factores de orden ambiental, así como a la intervención de determinados microorganismos.
- Enfisema: Incremento de volumen producido por la infiltración de aire en ciertos tejidos del organismo.
- Licuefacción: Término denominado también Licuación; se halla referido al cambio de estado de acontecer cuando una sustancia pasa de un estado

gaseoso al líquido; el proceso ocurre por la acción de la temperatura y el incremento de la presión.

- Esqueletización: Emaciación extrema. Se caracteriza por la separación o desprendimiento de las partes blandas del cuerpo del sostén esquelético.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis General

No aplica por ser una investigación de carácter descriptivo.

3.2. Hipótesis Específicas

No aplica por ser una investigación de carácter descriptivo.

3.3. Variables

Variable	Dimensiones	Definiciones	
		Conceptual	Operacional
Estado Posmortem	Fase Cromática	Progresivo cambio de coloración que presenta el cadáver por lo general hacia las 24 a 36 horas posteriores a la muerte	Aparición de coloración verdosa cutánea a nivel abdominal
	Fase Enfisematosa	Progresivo aumento de volumen del cadáver generado por la producción de gases los cuales se infiltran a nivel del tejido celular	Incremento del volumen del cuerpo a predominio del abdomen

		subcutáneo dándole un aspecto abombado	
	Fase Colicuativa	Etapa en la cual un cadáver se reduce notablemente en sus dimensiones debido a que los gases escapan del cuerpo, esto se debe al reblandecimiento de la piel lo cual hace que la epidermis se despegue de la dermis	Estado de reducción de los órganos intraabdominales
	Fase Esquelética	Etapa en la cual de manera progresiva los tejidos blandos del organismo se va reduciendo hasta su licuefacción total transformándose en una masa pestilente y de aspecto lechoso turbio denominado putrúago exponiendo el esqueleto del cadáver	Perdida del recubrimiento cutáneo del cuerpo con exposición del esqueleto

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de Investigación

Método científico

4.2. Tipo de Investigación

Descriptiva

4.3. Nivel de Investigación

Básico

4.4. Diseño de la Investigación

Experimental

4.5. Población y muestra

- 05 cerdos domésticos (*Sus scrofa* ssp doméstica, *Sus domesticus* o *Sus domestica*) (18)
- Características taxonómicas:
 - ✓ Reino : Animalia
 - ✓ Filo : Chordata
 - ✓ Clase : Mammalia
 - ✓ Orden : Artiodactyla
 - ✓ Familia : Suidae
 - ✓ Género : Sus
 - ✓ Especie : S. Scrofa
 - ✓ Subespecie : S. s. scrofa

4.6. Técnicas y/o Instrumentos de recolección de datos

Se diseñaron fichas de recolección de datos las cuales se adjuntan en la sección de anexos.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Fase de campo:
 - a. Para llevar a cabo la investigación se emplearon 05 modelos animales del tipo cerdo doméstico (*Sus scrofa* ssp.) cada uno de los cuales tenía un peso promedio de 16 a 20 Kg, una vez alcanzado el peso deseado se les trasladó al área donde se desarrolló el experimento.
 - b. Una vez en el área seleccionada se procedió a sacrificar a los modelos animales luego de lo cual se les colocó en una jaula metálica con el fin de

protegerlos de posibles predadores que alteren el desarrollo del experimento.

- c. La jaula metálica fue cubierta con un cobertor de tull de manera que se limite la pérdida de especies de insectos los cuales participan en los procesos de descomposición.
- d. Cada observación fue debidamente registrada con el fin de elaborar los cuadros y gráficos necesarios para detallar es proceso de descomposición de los cadáveres expuestos al medio ambiente.

- Fase de Gabinete

- a. La información colectada de forma progresiva será ingresada a una base de datos para su procesamiento y presentación a través de gráficos y tablas para su adecuada visualización.
- b. Los datos hallados serán contrastados con la evidencia científica existente en la comunidad científica en relación al tema.

Los datos recolectados a partir de las observaciones diarias desde el inicio hasta el final del experimento fueron ingresados a una base de datos en el programa SPSS versión 18; una vez culminado el ingreso de datos se realizó un análisis estadístico de tipo descriptivo elaborándose tablas y gráficos para la presentación de los resultados obtenidos.

4.8. Aspectos éticos de la Investigación

Los aspectos éticos a ser tomados en cuenta para la investigación se ajustaron a las normas y procedimientos que se hallan detallados en los “Procedimientos

para el uso de animales de laboratorio en el Instituto Nacional de Salud” en cuanto a los procedimientos para la conservación de los especímenes animales hasta el momento de su sacrificio (eutanasia) a fin de dar inicio al estudio.

De manera específica la forma en la cual se practicó la eutanasia en los modelos de experimentación se empleó Ketamina; fármaco de tipo anestésico general el cual se empleó en una dosis de 500mg a cada uno de los 05 cerdos domésticos de manera que se indujo en ellos depresión de centro cardiorrespiratorio central produciendo su muerte sin mayor sufrimiento o daño.

CAPITULO V

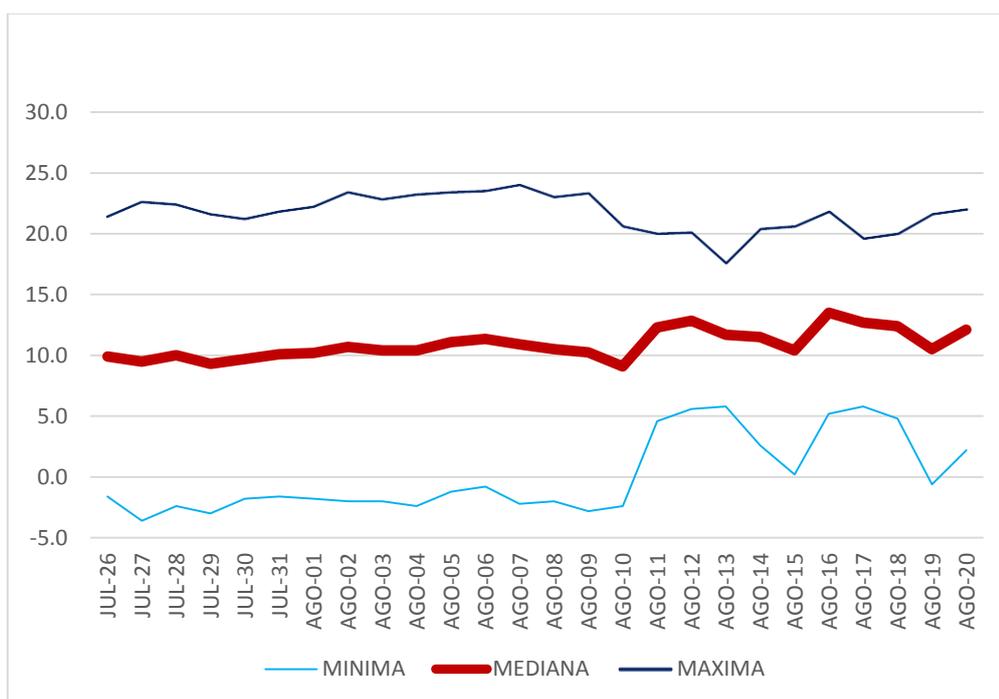
RESULTADOS

5.1. DESCRIPCION DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la investigación realizada en relación a las modificaciones post mortem que presentaron los 05 cadáveres expuestos al medio ambiente en condiciones de altura.

Variaciones de temperatura durante el desarrollo de la investigación

Gráfico N° 1. Curva de variaciones de temperatura ambiental

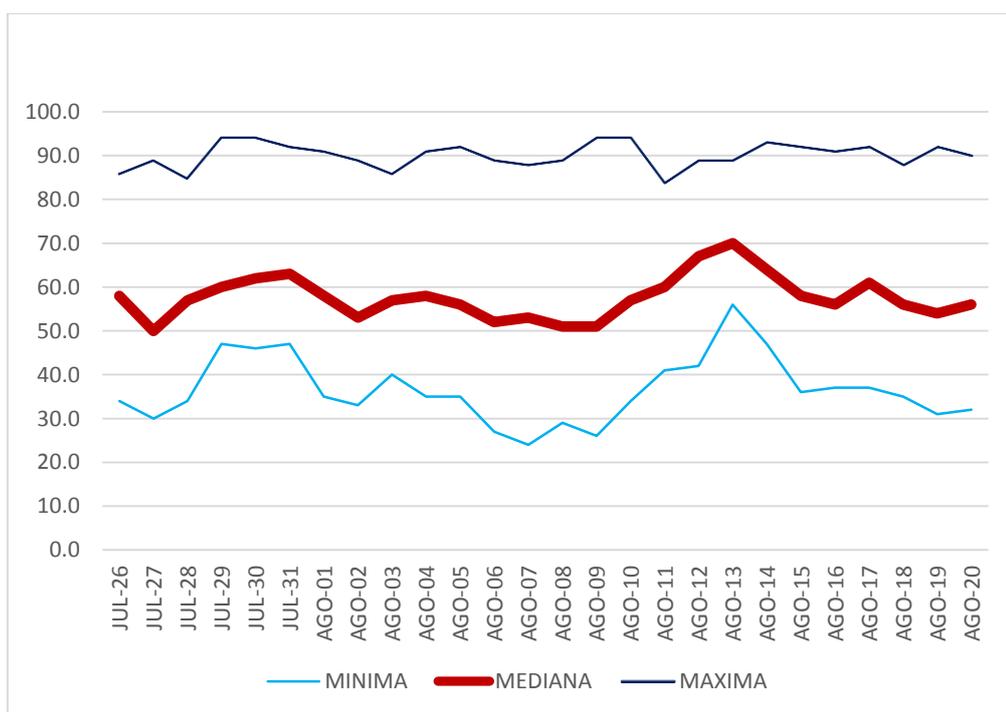


Fuente: SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú)

Interpretación: La duración del experimento fue de 55 días calendario, desde el 26 de julio al 20 de agosto de 2015; durante ese período de tiempo la temperatura promedio ambiental fue de 9.9°, siendo la máxima de -3.0° y la mínima de 23.4°.

Humedad ambiental durante el desarrollo de la investigación

Gráfico N° 2. Curva de variaciones de humedad ambiental

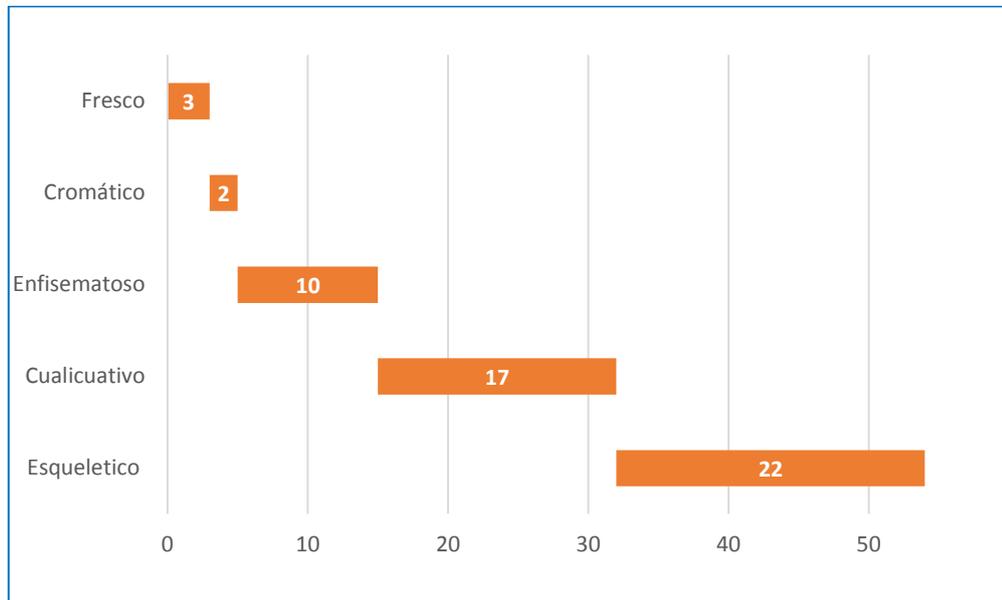


Fuente: SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú)

Interpretación: La duración del experimento fue de 55 días calendario, desde el 26 de julio al 20 de agosto de 2015; durante ese período de tiempo la humedad promedio ambiental fue de 61%, siendo el nivel de humedad máximo de 94% y el mínimo de 24%.

Duración de las fases de descomposición cadavérica en los cadáveres expuestos al medio ambiente

Gráfico N° 3. Diagrama de duración por fases de descomposición cadavérica



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La duración del experimento fue de 55 días calendario, desde el 26 de julio al 20 de agosto de 2015; la fase fresca duró 03 días, la fase cromática 02 días, la fase enfisematosa 10 días, la fase de licuefacción 17 días y la fase de esqueletización 23 días.

Variaciones morfológicas asociadas a descomposición cadavérica en los cadáveres expuestos al medio ambiente

Figura N° 01. Período fresco (día 01)



Fuente: Propia

Figura N° 02. Período fresco (día 03)



Fuente: Propia

Interpretación: Externamente no se aprecian cambios o modificaciones en el cadáver.

Figura N° 03. Período cromático (día 04)



Fuente: Propia

Figura N° 04. Período cromático (día 05)



Fuente: Propia

Interpretación: Se aprecia la denominada “mancha verde” que se inicia en la fosa ilíaca derecha extendiéndose progresivamente por el abdomen y posteriormente a todo el cuerpo lo que le da al cadáver un aspecto pardo negruzco.

Figura N° 05. Período enfisematoso (día 06)



Fuente: Propia

Figura N° 06. Período enfisematoso (día 10)



Fuente: Propia

Interpretación: Se aprecia el cadáver con un aspecto abombado y desfigurado. Se observa en este periodo también la red vascular superficial llena de sangre consecuencia de la presión de los gases a esta característica se le denomina “marmorización cutánea”.

Figura N° 07. Período colicuativo (día 21)



Fuente: Propia

Figura N° 08. Período colicuativo (día 30)



Fuente: Propia

Interpretación: Se aprecia que la epidermis se desprende de la dermis por reblandecimiento del tejido, los gases escapan del cuerpo el cual irá perdiendo el aspecto hinchado que presentaba.

Figura N° 09. Período de esqueletización (día 33)



Fuente: Propia

Figura N° 10. Período de esqueletización (día 45)



Fuente: Propia

Interpretación: Se aprecia que de progresivamente las partes blandas y el cadáver van desapareciendo a través de la licuefacción y transformación de los tejidos en putrúlagos. Los elementos más resistentes son el tejido fibroso, ligamentos y cartílago que es lo último que aparece adherido a los huesos.

Variaciones morfológicas asociadas a descomposición cadavérica en los cadáveres expuestos al medio ambiente

Tabla N° 1. Cuadro descriptivo de las variaciones morfológicas asociadas a los procesos de descomposición en cadáveres exposición al medio ambiente

FASE	DURACIÓN (en días)	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS
Fresco	03	✓ No se presentan modificaciones evidentes en el cadáver
Cromática	02	✓ Se evidencia una mancha verdosa a nivel abdominal (fosas iliacas) ✓ Se aprecia un veteado que reproduce la red venosa superficial del cuerpo (signo de marmorización cutánea)
Enfisematosa	10	✓ Se aprecia un notable incremento del volumen corporal asociado a la producción de gases de descomposición ✓ El abombamiento es más evidente a nivel abdominal
Colicuativo	17	✓ El cadáver adquiere un aspecto color "caramelo" ✓ Se aprecia reducción del volumen corporal debido a que los órganos y tejidos se licuan por el proceso de putrefacción
Esqueletización	23	✓ Los tejidos se desecan y progresivamente se retraen y caen dejando en evidencia el esqueleto del cadáver

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La duración del experimento fue de 55 días calendario, durante ese período los cadáveres pasaron por diferentes fases de descomposición cada una de las cuales presentan características morfológicas que permiten diferenciarlas hasta la reducción esquelética.

5.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

No aplica por ser una investigación de tipo descriptivo.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La descomposición cadavérica es un proceso de orden degenerativo que afecta a la materia orgánica en estado inerte, mediante este proceso un cadáver se reduce de forma progresiva por procesos de biodegradación transformándose en formas más simples de materia.

La descomposición cadavérica se asocia de manera característica a la acción sobre el organismo inerte de agentes de naturaleza abiótica (temperatura ambiental, humedad ambiental, acción de predadores) como de orden biótico (bacterias anaerobias intestinales) los cuales generan cambios progresivos hasta la reducción final del cadáver hasta un estado esquelético antes de su pulverización total.

De forma característica el cadáver en su proceso de descomposición pasa por las siguientes fases, etapas o períodos: fresco, cromático, enfisematoso, colicuativo y de esqueletización.

Las condiciones de altura se hallan intrínsecamente asociadas a niveles de temperatura y humedad ambiental que hace particularmente diferentes la respuesta del organismo a los procesos de descomposición cadavérica; nuestra investigación data el tiempo necesario para la reducción del cadáver en condiciones de exposición ambiental en 55 días, esto asociado a una temperatura ambiental promedio de 9.9° C, la humedad ambiental tuvo una media de 61% durante este período, siendo el tipo de clima despejado y soleado. En contraste con estos resultados, los estudios de Sarmiento V. y Padilla S. (11), Salazar J. (12) y Galván

E. (13) señalaron como necesarios para la reducción de un cadáver a estado esquelético de 40 días en promedio, estos trabajos fueron realizados en las localidades de Trujillo (Perú), Nariño (Colombia) y Vallarta (México) respectivamente las cuales se hallan a nivel del mar y en condiciones de temperatura ambiental promedio de 25.1° C a 35°C y humedad ambiental del 80.1 al 82%; por otro lado el estudio realizado por Peceros en la localidad de Matucana (a 625 m.s.n.m.) señala como tiempo para alcanzar el estado de esqueletización 50 días (el experimentos se extendió hasta los 104 días), tiempo durante el cual la temperatura ambiental fue de 24.67°C, la humedad ambiental del 70.3% y el tipo de clima fue nublado y lluvioso; estos resultados demuestran que las condiciones de orden ambiental asociadas a la altura si afectan los procesos de descomposición cadavérica en condiciones de exposición ambiental.

En cuanto a la duración de cada uno de los períodos de descomposición cadavérica la investigación realizada estableció una duración de 3 días para el período fresco, Sarmiento V. y Padilla S. (11), Salazar J. (12) y Galván E. (13) establecen 2 días, 12 horas y 24 horas para este período, mientras que Peceros señala 2 días; para la etapa cromática nuestra investigación estableció una duración de 2 días mientras que Sarmiento V. y Padilla S. (11), Salazar J. (12) y Galván E. (13) establecen 3 días, 5 días y 4 días para este período, siendo para Peceros de 5 días de duración; en el caso de la etapa enfisematosa nuestra investigación mostró una duración de 10 días, en este caso los estudios de Sarmiento V. y Padilla S. (11), Salazar J. (12) y Galván E. (13) señalaron una duración de 2 días, 4 días y 6 días respectivamente, habiéndose establecido una duración para esta etapa de 7 días en el caso del estudio realizado por Peceros;

para la fase colicuativa nuestra investigación identificó una duración de 17 días, siendo la duración de esta fase de 4 días para Sarmiento V. y Padilla S. (11), 6 días para Salazar J. (12) y 5 días para Galván E. (13), siendo para Peceros de 44 días; por último en el caso de la fase de esqueletización en la investigación realizada duró 23 días mientras que Sarmiento V. y Padilla S. (11), Salazar J. (12) y Galván E. (13) establecen 11, 15 y 40 días para este período, siendo para Peceros de 44 días de duración. Esta cronología confirma la afectación de las condiciones de altura sobre la duración de todas las fases de la descomposición en cadáveres expuestos al medio ambiente.

En cuanto a las características morfológicas de la descomposición cadavérica en cada una de sus etapas o fases, cada una de estas presentó las mismas características morfológicas descritas por diferentes bibliografías y trabajos de investigación como los de Peceros (4), Sarmiento V. y Padilla S. (11), Salazar J. (12) y Galván E. (13) entre otros para cada una de ellas por lo que nuestra descripción se ajusta plenamente a lo señalado por otros estudios.

CONCLUSIONES

1. Las modificaciones post mortem que presenta un cadáver expuesto al medio ambiente en condiciones de altura pasa por las siguientes fases: fresco, cromático, enfisematoso, colicuativo y de esqueletización.
2. La duración en días de cada una de las fases de descomposición de un cadáver expuesto al medio ambiente en condiciones de altura fue de 03 días para el período fresco, 02 días el período cromático, 10 días el período enfisematoso, 17 días el período colicuativo y 23 días el período de esqueletización.
3. Las modificaciones morfológicas asociadas a los procesos de descomposición que presenta un cadáver expuesto al medio ambiente en condiciones de altura, en cada una sus etapas son:
 - Fase Fresco: No presenta modificaciones.
 - Fase Cromática: Se evidenció una mancha verdosa a nivel abdominal (fosas iliacas); se apreció un veteado que reproduce la red venosa superficial del cuerpo (signo de marmorización cutánea).
 - Fase Enfisematosa: Se apreció un notable incremento del volumen corporal asociado a la producción de gases de descomposición; el abombamiento es más evidente a nivel abdominal.
 - Fase Colicuativa: El cadáver adquirió un aspecto color “caramelo”; se aprecia reducción del volumen corporal debido a que los órganos y tejidos se licuan por el proceso de putrefacción.
 - Fase de Esqueletización: Los tejidos se desecaron y progresivamente se retrajeron y cayeron dejando en evidencia el esqueleto del cadáver.

RECOMENDACIONES

1. Gracias al estudio de los fenómenos cadavéricos, el médico legista va a poder establecer un cronotanodiagnóstico a partir de la observación del estado de descomposición de un cadáver y con ello podrá realizar la estimación de tiempo y fecha de deceso.
2. El cronotanodiagnóstico, es una herramienta muy útil en el campo de la investigación criminalística a fin de determinar el tiempo de muerte en casos de avanzados estados de descomposición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gisbert Calabuig, J. Medicina Legal y Toxicología. 10º Edición. Barcelona: Edit. Masson; 2010.
2. Seijas, N. El tanatocronodiagnostico y su importancia en la investigación criminal. Colección memorias del Ministerio Público. Perú. 2014; 1(1): (25-61)
3. Patitó, J. Tratado de Medicina Legal. 8º Edición. Buenos Aires: Edit. Quorum; 2003.
4. Peceros F. Sucesión entomológica asociada a procesos de descomposición de carcasas de cerdo (*Sus scrofa* L.) en la Huarochiri. [Tesis de licenciatura]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2011.
5. Municipalidad de Huancayo: Clima de Huancayo; [consultado el 20 de junio de 2017]. Disponible en: <http://munihuancayo.gob.pe/portal/index.php/nuestra-ciudad/demografia>.
6. Arnaldos, M. Sucesión faunística sarcosaprófaga [material docente] [Murcia]: Universidad de Murcia; 2010 [citado 12 de agosto de 2017]. Recuperado a partir de <https://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/20259/1/EFsucesionfaunistica.pdf>
7. Ministerio de Salud. Procedimiento para el uso de animales de laboratorio en el Instituto Nacional de Salud. Perú. 2012; 1(1): (1-25).
8. Capó, M, Peinado M, Mateos J, Anadón Ma. Entomofauna cadavérica establecida al aire libre. Med. Balear (Barc). 2004; 19 (2): 29 – 38.
9. Magaña, C. La entomología forense y su aplicación a la medicina legal, Data de la muerte. Bol SEA, 2001. 28: 49-57

10. Vergara, C. Los fenómenos cadavéricos que nos ayudan a datar la hora de la muerte en cadáveres recientes y sus posibles modificaciones en relación al entorno y la causa de la muerte. 1° Ed. Barcelona; 2015.
11. Sarmiento V., Padilla S. Sucesión entomológica asociada a procesos de descomposición en cadáveres de *Oryctolagus cuniculus* en condiciones de campo, Trujillo, La Libertad, 2014. *Sciendo* 17 (1), 2014: 134-140.
12. Salazar, J. Estudio de la entomofauna sucesional asociada a la descomposición de un cadáver de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en condiciones de campo. *Universitas scientiarum*. 13, (1):21-32
13. Galván, E. Estudio de la microbiología y entomología forense en la determinación del tiempo de muerte. [tesis para título profesional]. [México]: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013 [citado 02 de setiembre de 2018]. Recuperado a partir de https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/.../qfb/.../tesis_galvan_reyes.pdf

ANEXOS