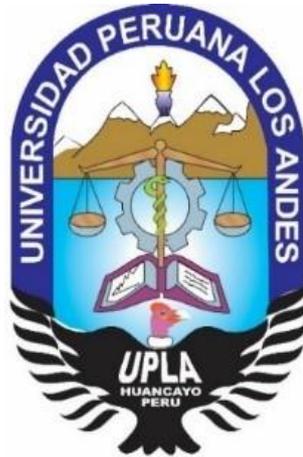


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN MEDICINA



TESIS

Entomofauna forense asociada a la descomposición de biomodelos en condiciones de exposición ambiental y sumersión

Para Optar : El Grado Académico de Doctor en Medicina

Autor : Mg. Santiago Angel Cortez Orellana

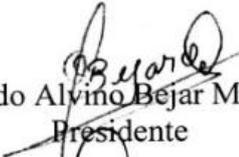
Asesor : Dr. Gustavo Bastidas Párraga

Línea de investigación : Salud y Gestión de la Salud

Institucional : Salud y Gestión de la Salud
Fecha de inicio / término : Octubre 2017 – marzo 2019

**Huancayo – Perú
2021**

JURADOS DE SUSTENTACIÓN



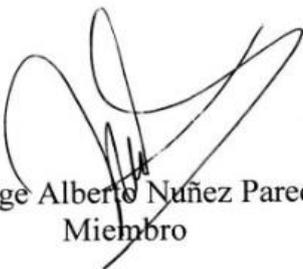
Dr. Aguedo Alviño Bejar Mormontoy
Presidente



Dr. Miguel Paul Mercado Rey
Miembro



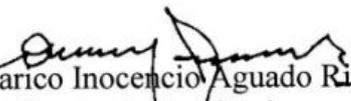
Dr. Roberto Jesús Bernardo Cangahuala
Miembro



Dr. Jorge Alberto Nuñez Paredes
Miembro



Dr. Milton Antonio Tello Cruz
Miembro



Dr. Uldarico Inocencio Aguado Riveros
Secretario Académico

Dr. Gustavo Bastidas Párraga

ASESOR

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico con todo mi amor a mis hijos, a los que día a día miro a través de mis ojos convertirse en personas de bien para dicha de quien les ama, su padre.

Para y por ustedes.... mis hijos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Peruana Los Andes y a la Facultad de Medicina por permitirme ser parte de ella y darme la oportunidad de alcanzar esta meta.

Al Centro de Investigación Experimental de la Universidad Nacional de Centro del Perú, así como al Laboratorio de Biología del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses por su apoyo desinteresado para el desarrollo de la presente investigación.

PRESENTACIÓN

La entomología forense o médico legal es el estudio de los insectos asociados con asuntos legales. La principal aplicación de esta ciencia es la determinación del intervalo postmortem (IPM) o periodo de tiempo transcurrido entre la muerte y el hallazgo del cadáver. Cuando el descubrimiento de un cuerpo ocurre poco antes de la muerte los parámetros medico legales pueden usarse para determinar el IPM. Sin embargo, después de 72 horas, la entomología forense es usualmente el método más exacto y a veces el único en el cálculo de este intervalo. (1-4)

En nuestro país son varios los trabajos que se han realizado sobre entomología forense y en especial sobre sucesión entomológica, pero son muy pocos los estudios que posean dos características que distinguen esta investigación: la primera haberse realizado a una altitud por encima de los 2,500 m.s.n.m. y la segunda comparar estos procesos en condiciones de exposición ambiental y sumersión de manera que permitan no solo detallar la sucesión de insectos que arriban sobre un cadáver en ambas condiciones, sino además comparar estadísticamente el comportamiento de las especies de insectos frente a estas dos condiciones las cuales por su forma de presentación afectarán los procesos de descomposición (5-8).

Lo mencionado líneas arriba, demuestra que en la actualidad existe un vacío de conocimiento el cual en la práctica afecta de manera importante la capacidad de actuación de los entes de investigación criminal para actuar de manera eficiente en la administración de justicia, esclareciendo de manera oportuna no sólo las causas, sino además la data y el lugar del deceso de la víctima de un probable crimen, siendo esto aún más relevante cuando recordamos la sentencia de Edmond Locard cuando

nos dice: “...*el transcurso del tiempo juega en contra del esclarecimiento de un caso...*” o dicho de otra forma; “*el tiempo que pasa es la verdad que huye*”. (1,2)

Siendo así, esta investigación pretende mostrar las diferencias entre las fases de sucesión entomológica que se presenta en biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión, comparando al mismo tiempo las diferencias que existen en cuanto a la presentación de estas especies en ambas condiciones.

En el primer capítulo se presenta el problema de investigación, así como la justificación y los objetivos de la investigación, en el segundo los aspectos teóricos necesarios para entender la investigación realizada, en el tercer capítulo se hallan las hipótesis y las variables de investigación, en el cuarto capítulo los aspectos metodológicos de la investigación para en el quinto capítulo presentar los resultados de la investigación antes de finalizar con los resultados y las recomendaciones que se desprenden de la misma.

Espero que la presente abra una nueva línea de investigación en el campo de la medicina legal.

El autor

CONTENIDO

	Pág.
CARÁTULA	i
JURADOS DE SUSTENTACIÓN	ii
ASESOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
PRESENTACIÓN.....	vi
CONTENIDO	viii
CONTENIDO DE TABLAS	xi
CONTENIDO DE GRÁFICOS	xvi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
SINTESI.....	xx

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática	21
1.2 Delimitación del problema	22
1.2.1 Delimitación Espacial	22
1.2.2 Delimitación Temporal	23
1.2.3 Delimitación Conceptual.....	23
1.3 Formulación del problema	24
1.3.1 Problema General.....	24
1.3.2 Problemas Específicos	24

1.4 Justificación.....	26
1.4.1 Social.....	26
1.4.2 Teórica	27
1.4.3 Metodológica	28
1.5 Objetivos	29
1.5.1 Objetivo General	29
1.5.2 Objetivos Específicos.....	30

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Internacionales y Nacionales	33
2.1.1 Antecedentes Nacionales	33
2.1.2 Antecedentes Internacionales.....	34
2.2 Bases Teóricas o Científicas	39
2.3 Marco Conceptual	47

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis General.....	48
3.2. Hipótesis Específicas	48
3.3. Variables	49

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Método de Investigación.....	51
4.2 Tipo de Investigación.....	51
4.3 Nivel de Investigación.....	51

4.4 Diseño de la investigación	51
4.5 Población y muestra	52
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
4.7 Procedimientos de investigación.....	54
4.8 Técnicas y análisis de datos	56
4.9 Aspectos éticos de la investigación.....	56

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Descripción de resultados	59
5.2 Contrastación de la hipótesis.....	68
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	102
CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES	121
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
ANEXOS	133
ANEXO N° 01: FOTOGRAFÍAS.....	134
ANEXO N° 02: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	146
ANEXO N° 03:	147
ANEXO N° 04:	148
ANEXO N° 05	149
ANEXO N° 06	150
ANEXO N° 07	151
ANEXO N° 08	152
ANEXO N° 09	153

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 01. Características morfológicas de los modelos de experimentación animal según tipo de exposición	58
Tabla N° 02. Medias de desarrollo de las especies de entomofauna de interés forense en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	59
Tabla N° 03. Medias de desarrollo de la especie <i>Hydrotaea SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	60
Tabla N° 04. Medias de desarrollo de la especie <i>Musca Domestica</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	60
Tabla N° 05. Medias de desarrollo de la especie <i>Synthesiomyia Nudiseta</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	61
Tabla N° 06. Medias de desarrollo de la especie <i>Correntosia SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	61
Tabla N° 07. Medias de desarrollo de la especie <i>Euryomma SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	62

Tabla N° 08. Medias de desarrollo de la especie <i>Piophilha Casei</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	62
Tabla N° 09. Medias de desarrollo de la especie <i>Eristalis Bogotensis</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	63
Tabla N° 10. Medias de desarrollo de la especie <i>Thaumasiochaeta</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	63
Tabla N° 11. Medias de desarrollo de la especie <i>Ophyra SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	64
Tabla N° 12. Medias de desarrollo de la especie <i>Lispe SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	64
Tabla N° 13. Duración en días de los períodos de descomposición de los modelos de experimentación animal según tipo de exposición	65
Tabla N° 14. Orden cronológico de la entomoafuna de interés forense en cerdos (sus scrofa) en descomposición según tipo de tratamiento	67
Tabla N° 15. Análisis multivariante del desarrollo de las especies de entomofauna de interés forense en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	69

Tabla N° 16. Prueba de efectos inter-sujetos de las especies de entomofauna de interés forense en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	70
Tabla N° 17. Análisis mutivariante de la especie <i>Hidrotaea SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	72
Tabla N° 18. Prueba de efectos inter-sujetos de la especie <i>Hidrotaea SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	73
Tabla N° 19. Análisis mutivariante de la especie <i>Musca Domestica</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	75
Tabla N° 20. Prueba de efectos inter-sujetos de la especie <i>Musca Domestica</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	76
Tabla N° 21. Análisis mutivariante de la especie <i>Synthesiomyia Nudiseta</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	78
Tabla N° 22. Prueba de efectos inter-sujetos de la especie <i>Synthesiomyia Nudiseta</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	79
Tabla N° 23. Análisis mutivariante de la especie <i>Correntosia SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	81

Tabla N° 24. Prueba de efectos inter-sujetos de la especie <i>Correntosia SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	82
Tabla N° 25. Análisis mutivariante de la especie <i>Euryomma SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	84
Tabla N° 26. Prueba de efectos inter-sujetos de la especie <i>Euryomma SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	85
Tabla N° 27. Análisis mutivariante de la especie <i>Phiopila Casei</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	87
Tabla N° 28. Prueba de efectos inter-sujetos de la especie <i>Phiopila Casei</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	88
Tabla N° 29. Análisis mutivariante de la especie <i>Eristalis Bogotensis</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	90
Tabla N° 30. Prueba de efectos inter-sujetos de la especie <i>Eristalis Bogotensis</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	91
Tabla N° 31. Análisis mutivariante de la especie <i>Thaumasiochaeta</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	93

Tabla N° 32. Prueba de efectos inter-sujetos de la especie <i>Thaumasiochaeta</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	94
Tabla N°33. Análisis mutivariante de la especie <i>Ophyra SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	96
Tabla N° 34. Prueba de efectos inter-sujetos de la especie <i>Ophyra SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	97
Tabla N° 35. Análisis mutivariante de la especie <i>Lispe SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	99
Tabla N° 36. Prueba de efectos inter-sujetos de la especie <i>Lispe SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental y sumersión	100

CONTENIDO DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N° 01. Duración de los períodos de putrefacción cadavérica en cadáveres de biomodelos animales expuestos a tratamiento 1 (exposición ambiental y tratamiento 2 (sumersión)	66
Gráfico N° 02. Gráfico de medias marginales estimadas para el desarrollo de las especies de interés forense en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental (tratamiento 1) y sumersión (tratamiento 2	71
Gráfico N° 03. Gráfico de medias marginales estimadas para el desarrollo de la especie <i>Hydrotaea SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental (tratamiento 1 y sumersión (tratamiento 2)	74
Gráfico N° 04. Gráfico de medias marginales estimadas para el desarrollo de la especie <i>Musca Domestica</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental (tratamiento 1 y sumersión (tratamiento 2)	77
Gráfico N° 05. Gráfico de medias marginales estimadas para el desarrollo de la especie <i>Synthesiomyia Nudiseta</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental (tratamiento 1 y sumersión (tratamiento 2)	80
Gráfico N° 06. Gráfico de medias marginales estimadas para el desarrollo de la especie <i>Correntosia SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental (tratamiento 1 y sumersión (tratamiento 2)	83

Gráfico N° 07. Gráfico de medias marginales estimadas para el desarrollo de la especie <i>Euryomma SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental (tratamiento 1 y sumersión (tratamiento 2)	86
Gráfico N° 08. Gráfico de medias marginales estimadas para el desarrollo de la especie <i>Piophila Casei</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental (tratamiento 1 y sumersión (tratamiento 2)	89
Gráfico N° 09. Gráfico de medias marginales estimadas para el desarrollo de la especie <i>Eristalis Bogotensis</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental (tratamiento 1 y sumersión (tratamiento 2)	92
Gráfico N° 10. Gráfico de medias marginales estimadas para el desarrollo de la especie <i>Thaumasiochaeta</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental (tratamiento 1 y sumersión (tratamiento 2)	95
Gráfico N° 11. Gráfico de medias marginales estimadas para el desarrollo de la especie <i>Ophyra SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental (tratamiento 1 y sumersión (tratamiento 2)	98
Gráfico N° 12. Gráfico de medias marginales estimadas para el desarrollo de la especie <i>Lispe SP</i> en cadáveres de biomodelos animales expuestos a condiciones de exposición ambiental (tratamiento 1 y sumersión (tratamiento 2)	101

RESUMEN

Objetivo: Demostrar la existencia de diferencias en el desarrollo de especies de entomofauna forense que se presenta en biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión en Huancayo 2017. **Materiales y métodos:** La investigación se desarrolló en el centro experimental de la Universidad Nacional del Centro del Perú en Huancayo, el periodo de recolección de datos comprendió 55 días. La población de estudio estuvo conformada por cinco cadáveres de biomodelos en condiciones de exposición ambiental y cinco en condiciones de sumersión en cada uno de los cuales se evaluó la evolución de la entomofauna de interés forense. Los resultados se presentan para las estadísticas descriptivas en cuadros y tablas, mientras que para el análisis de la relación entre las variables de estudio se empleó el estadístico ANOVA mixto intra e intersujetos para la evaluación de grupos paralelos. **Resultados:** En los cadáveres en exposición ambiental se desarrollaron 32 tipos de especies durante el experimento, mientras que en los cadáveres en estado de sumersión 11 especies, en ambas se desarrollaron de manera común 10 especies: *Hydrotaea Sp*, *Musca Domestica*, *Synthesiomyia Nudiseta*, *Correntosia Sp*, *Euryomma Sp*, *Piophila Casei*, *Eristalis Bogotensis*, *Thaumasiochaeta*, *Ophyra Sp*, *Lispe Sp*, existiendo diferencias significativas ($p= 0.0000$) tanto en el tiempo de presentación como en el número de especies desarrolladas. **Conclusiones:** Se ha comprobado la existencia de diferencias en el desarrollo de especies de entomofauna forense en biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión en Huancayo 2017.

Palabras Clave: entomología forense, tanatología, muerte, cadáver.

ABSTRACT

Objective: To demonstrate the existence of dissimilarities in the development of different species of forensic entomofauna that take place in animal biomodels (Sus scrofa) in a state of decomposition under conditions of environmental exposure and submersion in Huancayo 2017. **Materials and methods:** The research was developed in the experimental center of “Universidad Nacional del Centro del Peru” in Huancayo, the research period was held during 55 days. The study population consisted of five biomodel corpses under environmental exposure conditions and five under submersion conditions, in each of which the evolution of the entomofauna of forensic interest was evaluated. The results are presented for the descriptive statistics in charts and spreadsheets, meanwhile for the analysis of the relationship between the study variables, the ANOVA statistic was used for the evaluation of parallel groups. **Results:** In the corpses in environmental exposure, 32 types of species were developed during the experiment, while in the corpses in a state of submersion there were 11 species, in both cases 10 species were developed in a common way: *Hydrotaea Sp*, *Musca Domestica*, *Synthesiomia Nudiseta*, *Correntosia Sp*, *Euryomma Sp*, *Piophila Casei*, *Eristalis Bogotensis*, *Thaumasiochaeta*, *Ophyra Sp*, *Lispe Sp*, with significant differences ($p = 0.0000$) both in the presentation time and in the number of developed species. **Conclusions:** The existence of dissimilarities in the development of forensic entomofauna spaces in animal biomodels (Their Scorfa) in a state of decomposition has been verified, under conditions of environmental exposure and submersion in Huancayo 2017.

Key Words: forensic entomology, thanatology, death, corpse

SINTESI

Obiettivo: Dimostrare l'esistenza di differenze nello sviluppo di specie di entomofauna forense che si presenta in biomodegli animali (*Sus scrofa*) in stato di decomposizione in condizioni di esposizione ambientale e immersione in Huancayo 2017. **Materiali e metodi:** La ricerca si è svolta presso il centro sperimentale dell'Università Nazionale del Centro del Perù a Huancayo, il periodo di raccolta dei dati ha compreso 55 giorni. La popolazione dello studio era costituita da cinque cadaveri di biomodeli in condizioni di esposizione ambientale e da cinque in condizioni di immersione in ciascuno dei quali è stata valutata l'evoluzione dell'entomofauna di interesse forense. I risultati sono presentati per le statistiche descrittive in tabelle e tabelle, mentre per l'analisi il rapporto tra le variabili di studio è stato utilizzato per la valutazione di gruppi paralleli il statistico ANOVA misto intra e interservizi. **Risultati:** Sui cadaveri in esposizione ambientale sono stati sviluppati 32 tipi di specie durante l'esperimento, mentre sui cadaveri in stato di immersione 11 specie, in entrambe si sono sviluppate in modo comune 10 specie: *Hydrotaea Sp*, *Musca Domestica*, *Synthesiomyia Nudiseta*, *Correntosia Sp*, *Euryomma Sp*, *Piophilha Casei*, *Eristalis Bogotensis*, *Thaumasiochaeta*, *Ophyra Sp*, *Lispe Sp*, vi sono differenze significative ($p= 0.0000$) sia nel tempo di presentazione che nel numero di specie sviluppate. **Conclusioni:** sono state riscontrate differenze nello sviluppo di spazi di entomofauna forense in biomodeli animali (*Sus scrofa*) in stato di decomposizione in condizioni di esposizione ambientale e immersione in Huancayo 2017.

Parole chiave: entomologia forense, tanatologia, morte, cadavere.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Los procesos de putrefacción cadavérica plantean a la criminalística una de sus más difíciles tareas como lo es la determinación del tiempo transcurrido entre el momento en que se produce el deceso y el momento en el cual es hallado el cadáver; así planteadas las cosas se debe entender que la muerte como proceso dinámico genera una serie de modificaciones de orden abiótico –inicialmente- y biótico –en fases más avanzadas- las cuales al ejercer acción sobre el cuerpo inerte lo descomponen progresivamente reduciendo sus partes blandas hasta un nivel de esqueletización.(1, 9-12)

Gran parte del proceso de descomposición cadavérica se halla asociada a la acción reductora que ejerce la denominada entomofauna forense, conformada por una serie de insectos los cuales al alimentarse de los elementos que componen el organismo en descomposición, lo reducen progresivamente respetando un patrón sucesional el cual puede ser identificado con el fin de establecer la relación que existe entre la presencia de cierta especie con un determinado período de tiempo de manera que el médico legista a partir de esta identificación pueda asistir a la administración de justicia señalando un tiempo aproximado de muerte lo más cercano a la realidad. (3-7, 13)

Establecer el cronotanodiagnóstico es de vital importancia en el campo de la criminalística sobre todo en casos asociados a cadáveres en avanzado

estado de descomposición, siendo la identificación precisa de la entomofauna forense crucial para establecer el intervalo de muerte con el mayor grado de precisión posible dada su cualidad de presentarse de manera secuencial conforme progresa la putrefacción cadavérica la cual es diferente y en muchos casos incluso específica para cada región o lugar, por lo que estudios de este nivel y especificidad se hacen necesarios. (14-17)

En la actualidad se han realizado muy pocas investigaciones sobre cronotanodiagnóstico y entomofauna forense en localidades ubicadas por encima de los 3,000 m.s.n.m., existiendo pues un vacío de conocimiento que esta tesis pretende cubrir estableciendo la relación que existe entre la presencia de una determinada especie de entomofauna forense y la etapa o período de descomposición en cadáveres en condiciones de exposición ambiental y sumersión, para llevar a cabo esta investigación por tanto se realizará el método experimental a fin de alcanzar los objetivos que se plantean. (18-28)

1.2 Delimitación del problema

1.2.1 Delimitación Espacial

La investigación se desarrolló en el Centro de investigación experimental de la Universidad Nacional del Centro del Perú en Huancayo, ubicado en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, departamento de Junín.

Geográficamente, el Centro de investigación experimental de la Universidad Nacional del Centro del Perú se ubica de la siguiente manera: (29)

- Latitud: 12,06491
- Longitud: 75,22969
- Precisión: 24 ft
- Altitud: 3,250 m.s.n.m.

1.2.2 Delimitación Temporal

La investigación se realizó en el período de tiempo de octubre de 2017 a marzo de 2019.

1.2.3 Delimitación Conceptual

La investigación realizada se halla referida a la forma en que se desarrollan las especies entomológicas asociadas a la putrefacción de cadáveres de cerdos domésticos (especie *Sus scrofa*) sometidos a condiciones de exposición ambiental y sumersión; se procedió a la identificación de las especies y posteriormente a su comparación empleando métodos estadísticos para este fin. (8-15, 30-34)

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema General

¿Existen diferencias en el desarrollo de especies de entomofauna forense que se presenta en biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión en Huancayo de octubre de 2017 a marzo de 2019?

1.3.2 Problemas Específicos

1. ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Hidrotaea sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?
2. ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Musca doméstica* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?
3. ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Synthesiomyia nudiseta* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?
4. ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Correntosia sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*)

en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?

5. ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Euryomma sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?
6. ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Piophilha casei* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?
7. ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Eristalis bogotensis* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?
8. ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Thaumasiochaeta* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?
9. ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Ophyra sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?
10. ¿Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Lispe sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado

de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?

11. ¿Existe variación en la duración de las fases de descomposición cadavérica en biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?
12. ¿Existen variaciones en el orden cronológico con que se presenta la sucesión de insectos necrófagos que participan en los procesos de descomposición cadavérica de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión?

1.4 Justificación

1.4.1 Social

El conocimiento de la composición faunística y los patrones de sucesión de artrópodos en cadáveres de mamíferos y su vinculación con los diferentes estados de descomposición del cuerpo resultan de gran utilidad en los estudios forenses, tal como lo afirmó Goff citado por Iannacone (6), en cuanto a que establecen la línea de base a partir de la cual se puede calcular el Intervalo Postmortem (IPM) de un cuerpo en casos criminales. (35)

Sin embargo, existen dentro de la sucesión entomológica de interés forense variantes para su aparición en relación sobre todo a las

condiciones ambientales que pueden alterar el curso natural de su presentación; el Valle del Mantaro específicamente presenta diferentes zonas donde -por su difícil acceso- es factible abandonar un cadáver por lo que se hace necesario contar con información en relación a la sucesión de la entomofauna cadavérica en cadáveres en condiciones de exposición al medio ambiente y sumersión; de manera que se contribuya de forma efectiva con la determinación de tiempo aproximado de muerte lo que a su vez contribuirá a la investigación que realizan los diferentes órganos jurisdiccionales administradores de justicia.

1.4.2 Teórica

La muerte de un ser vivo lleva consigo una serie de cambios y transformaciones fisicoquímicas que hacen de este cuerpo sin vida un ecosistema dinámico y único, dicho fenómeno provee un microhábitat temporario y un recurso alimentario, a una gran variedad de organismos, desde bacterias, hongos, invertebrados y además de vertebrados, siendo los artrópodos los principales involucrados, y dentro de éstos, los insectos los más numerosos. (6-9, 31-33)

El conjunto de agentes biológicos que actúan sobre un cadáver han sido también llamados “escuadrillas de la muerte”, las cuales son atraídas de una forma selectiva y con un orden preciso: tanto que una determinada población de insectos sobre el cadáver indica el tiempo transcurrido desde el fallecimiento; sin embargo, estudios posteriores han demostrado que esto no es tan exacto como se pensaba, siendo así que el

problema debe ser tratado con cautela, pues existen con frecuencia diversos factores que hacen difícil llegar a conclusiones definitivas, siendo uno de ellos la presencia de diversas situaciones de carácter ambiental que pueden alterar el ciclo biológico de los insectos. (36-39)

1.4.3 Metodológica

Es factible la ejecución de este trabajo desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo para el cual se registrará la sucesión de la entomofauna cadavérica colectada en diez cerdos (*Sus scrofa*) cinco expuestos a condiciones ambientales y cinco sumergidos a lo largo de 55 días que duró la etapa de recolección de datos de la investigación.

Los datos útiles para la consecución de los objetivos de la investigación se registrarán en instrumentos diseñados especialmente para tal fin, los cadáveres serán seguidos a lo largo de sus diferentes fases de descomposición hasta llegar a ser restos secos (período de esqueletización).

Para generar nuevos conocimientos con la investigación a realizar se aplicará el método científico, técnicas e instrumentos para recolectar la información, los instrumentos serán validados para garantizar los conocimientos nuevos que genera la investigación.

Actualmente en el Perú son muy escasos los trabajos de Entomología Forense que se centran en la descripción de los patrones de sucesión y ecológicos de la entomofauna presente durante la

descomposición cadavérica en distintos ecosistemas y lugares del país lo cual hace necesario más estudios en este campo de las ciencias forenses, pues en muchas ocasiones aún para un profesional entrenado es muy difícil establecer una relación de insectos propios de cada región debido principalmente a la gran diversidad de especies y hábitats de nuestro país. (34,38,40)

Por lo expuesto, este trabajo tuvo como objetivo principal analizar la ecología y sucesión entomológica de poblaciones asociadas a cadáveres en descomposición de cerdos domésticos (*Sus scrofa*) en condiciones de exposición ambiental y sumersión, para poder posibilitar la mejor comprensión de la entomofauna necrófaga e identificar las diferencias que existen en la sucesión entomológica en el proceso de descomposición cadavérica en un ambiente de altura (3,250 m.s.n.m.).

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Demostrar si existen diferencias en el desarrollo de especies de entomofauna forense que se presenta en biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Determinar si existe diferencia en el desarrollo de la especie *Hidrotaea sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
1. Identificar si existe diferencia en el desarrollo de la especie *Musca doméstica* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
2. Establecer si existe diferencia en el desarrollo de la especie *Synthesiomyia nudiseta* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
3. Determinar si existe diferencia en el desarrollo de la especie *Correntosia sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
4. Identificar si existe diferencia en el desarrollo de la especie *Euryomma sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
5. Establecer si existe diferencia en el desarrollo de la especie *Piophilila casei* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en

- estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
6. Determinar si existe diferencia en el desarrollo de la especie *Eristalis bogotensis* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
 7. Identificar si existe diferencia en el desarrollo de la especie *Thaumasiochaeta* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
 8. Establecer si existe diferencia en el desarrollo de la especie *Ophyra sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
 9. Determinar si existe diferencia en el desarrollo de la especie *Lispe sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
 10. Determinar si existen variaciones en la duración de las fases de descomposición cadavérica que existe en biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.

11. Establecer si existen variaciones en el orden cronológico con que se presenta la sucesión de insectos necrófagos que participan en los procesos de descomposición cadavérica de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Internacionales y Nacionales

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Peceros F. en su estudio realizado en Huarochirí (Lima) 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. (5)

En la investigación “Antropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callao, Perú”, se determinó que los Calliphoridae y los Dermestidae son los necrófagos con mayor importancia forense, siendo el primero más abundante durante la fase de putrefacción fresca (hinchazón y putrefacción activa); en cambio los segundos incrementan durante la fase seca (putrefacción avanzada y restos esqueléticos). La familia Calliphoridae es capaz de colonizar ambientes internos e inclusive acuáticos principalmente en épocas de verano. (6)

Salazar, J. determinó que se pueden presentar diferencias apreciables en el proceso de reducción de dos cadáveres, aunque estén en condiciones muy similares, a lo cual agregan la colonización de insectos de carroña depende de muchos factores siendo los más importantes: la

región geográfica y el ambiente en la cual los cadáveres son encontrados.

(9)

Sarmiento V. y Padilla S. en su trabajo realizado en condiciones de campo en cadáveres de conejos estableció un tiempo de descomposición de 02 días para la fase de descomposición inicial, 2 días 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.

(20)

Zamora L. y col. en un experimento con dos cerdos identificó como variables asociadas al desarrollo de las especies de entomofauna de interés forense la temperatura y humedad ambiental, se determinó también que la exposición a una mayor temperatura favorece la proliferación de diversas larvas. (58)

2.1.2 Antecedentes Internacionales

En la investigación de Galván E. en México se determinó que se hace necesario contar con estudios concretos para cada zona o región climática para conocer a fondo la entomofauna carroñera si se desea aplicar estos conocimientos de entomología a las ciencias forenses. (10)

Salazar J. señala en su investigación que observó en cuanto al desarrollo de entomofauna de interés forense la participación de los géneros Calliphora, Paralucilia y Chloroprocta, los cuales no aparecen en zonas bajas y podrían ser propios de zonas altas; así mismo no se

presentaron grupos exclusivos para cada fase del proceso, aunque la presencia y abundancia de Diptera fue mayor al inicio de la descomposición, mientras que Coleoptera (exceptuando Silphidae) fue más abundante y activo al final del proceso. (13)

Mariani R., Varela G. y Demaria M. han establecido que el estudio de la entomofauna de interés forense de una región o área geográfica brinda valiosa información a la investigación policial por su aporte en las causas judiciales por homicidio, muertes dudosas, abandono de personas u otras figuras jurídicas, ya que posibilita la estimación de la data de muerte o PMI, la estación del año en la que se produjo la muerte, establecer si un cuerpo ha sido trasladado o no y dar fiabilidad y apoyo a otros medios de datación forense, datos que permiten reconstruir la cronología del evento. (15)

Castillo M., evidenció que el proceso de descomposición cadavérica se empieza a hacer evidente al octavo día con la aparición de insectos sobre la superficie de los cadáveres. (18)

Las fases de descomposición cadavérica han sido motivo de estudios para determinar su duración estableciéndose de la siguiente manera: fase fresca (24 horas), fase colicuativa (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. (22)

El estudio de la entomofauna de interés forense ha demostrado que la población de insectos asociados a la descomposición cadavérica varía en las diferentes etapas de descomposición que atraviesa un cadáver, predominando la variación de especies en la etapa de fresco frente a las sucesivas etapas de descomposición. (23)

La investigación criminal moderna señala que la identificación de la entomofauna forense se ha constituido en una importante herramienta en las investigaciones de carácter legal sobre todo en la estimación del tiempo de la muerte (44)

La entomología en la actualidad constituye un importante apoyo técnico y científico para la investigación en el campo de la criminalística señalando de manera muy precisa la data de la muerte a partir de la sucesión de las especies de insectos que desarrollan asociados a la descomposición de un cadáver. (43)

En la actualidad aún existe un notable vacío de conocimiento acerca de las especies de insectos que en cada localidad participan de manera activa en la reducción de un cadáver, siendo esto más clamoroso por las variaciones que puedan presentar estos procesos sobre todo por las variantes geográficas y climáticas que pueden presentarse en un mismo país. (46)

Existen notables variaciones en el desarrollo de la entomofauna de interés forense la cual es factible estudiar mediante el empleo de

biomodelos de experimentación, siendo las carcasas de cerdo las más idóneas para este fin. (39)

El papel de los insectos necrófagos es innegable en los procesos de descomposición cadavérica, sobre todo en los que se corresponden a los estados avanzados de putrefacción donde la identificación de una determinada especie se corresponde con un determinado número de días con lo cual se establece el denominado cronotanodiagnóstico (47)

Para Gonzales A. y col. en los casos asociados a cadáveres en avanzado estado de descomposición la entomología podría contribuir a la determinación de las causas de muerte, sin embargo, su mayor aporte radicaría en la utilidad de la información que brinda en cuanto al intervalo postmortem mínimo (IPM). (48)

Para Armani AP. y col., el estudio de la entomofauna de una región o área geográfica en específico aporta valiosa información a ser empleada en casos de crímenes asociados a cadáveres en avanzado estado de descomposición, por lo que su ejecución es de relevante importancia para la resolución de estos casos. (49)

La sucesión entomológica asociada a cada etapa de descomposición de un cadáver aunado a las condiciones climáticas y de altitud de un ambiente natural ayuda en gran medida a determinar el intervalo posmortem (IPM) en el caso de cadáveres en avanzado estado de descomposición. (50)

Para Vasconcelos SD., en muchas ocasiones la distribución de los hábitats de las diferentes especies de insectos de interés forense no se conoce de manera adecuada a pesar de su importancia y relevancia en el campo de la criminalística. (51)

Yat A. en su tesis de licenciatura resalta el hecho que en muchas ocasiones la variabilidad climática de una región o zona geográfica de un país influye en los procesos de descomposición de un cadáver y con ello la posibilidad de desarrollo de la entomofauna forense asociada (52)

Igareta A. y col. detallan en su investigación que la presencia de pupas y puparios en botellas del siglo XIX sugeriría que existen numerosos factores que favorecerían el desarrollo de estos en el caso de materia orgánica en descomposición. (53)

Padonou G. y col. identificó en su estudio que la temperatura del aire y la humedad del ambiente son factores de primer orden que intervienen en la generación de entomofauna de interés forense (54)

Grisales D. y col. detallan que el registro de las especies de entomofauna de interés forense es de gran utilidad para estimar el intervalo postmortem, es en razón de esto que se debe contar con claves y listados actualizados aplicables a cada región o área geográfica de un país. (55)

Campos-Granados P. y col. identificaron cinco etapas de descomposición, empezando por el estado fresco, cromático, enfisematoso, licuefacción (descomposición avanzada) hasta el de

esqueletización en cadáveres de cerdos blancos expuestos al medio ambiente. (56)

Montenegro V. en su tesis de licenciatura detalla un tiempo de reducción de un cadáver en exposición ambiental de 71 días, atravesando éste por cinco períodos consecutivos de descomposición cadavérica. (57)

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-negrizca.

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 putrúlagos. 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 acelera 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: (1-4, 15-17)

1. Fenómenos Físicos

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

2. Fenómenos Químicos

- Autolisis orgánica
- Reducción esquelética del cadáver

3. Fenómenos Biológicos

- Generación y acción de la entomofauna necrófaga

Entomología

Es el estudio de los insectos relacionados con los campos médico, agrícola, alimenticio, ecológico y de biodiversidad.

Entomología forense

La entomología forense o médico legal es el estudio de los insectos asociados con asuntos legales. La principal aplicación de esta ciencia es la determinación del intervalo postmortem (IPM), o periodo de tiempo transcurrido entre la muerte y el hallazgo del cadáver. Cuando el

descubrimiento de un cuerpo ocurre poco antes de la muerte los parámetros medico legales pueden usarse para determinar el IPM. Sin embargo, después de 72 horas, la entomología forense es usualmente el método más exacto y a veces el único en el cálculo de este intervalo. (1-3)

La ecología y el comportamiento general de las moscas de importancia forense fueron tratados extensamente por Greenberg, Putman y Hanski y Rautatiekatu y la sucesión de fauna fue estudiada en varias regiones en cadáveres no humanos, desde lagartos hasta cerdos, entregando información en la estructura de la comunidad, orden de colonización, estacionalidad y preferencias de ovoposición de moscas de carroña. (2-4,15-17)

Por otro lado, los resultados no pueden extrapolarse de uno a otro experimento ni en relación con los casos humanos de investigación criminal, dado que los cadáveres de animales pequeños tales como los de lagartos, sapos, ratones y otros rededores se caracterizan por su descomposición rápida; así que el tipo de cuerpo y su tamaño pueden tener un efecto en la tasa de desarrollo y en la sucesión de insectos.

El modelo animal más aproximado para investigación forense relacionada con los fenómenos de descomposición cadavérica y la entomofauna relacionada con estos, es el cerdo blanco desnudo (*Sus scrofa*); este modelo es adecuado para este tipo de estudio por que se asemeja al ser humano en cantidad de vello, tamaño del torso, fauna intestinal, hábitos alimenticios y procesos de descomposición.

La entomología forense progresivamente ha entrado en una fase de rápido crecimiento y desarrollo a partir de las reseñas de Leclercq, Nourteva y Smith -tal cual lo señala Magaña- convirtiéndose así en una disciplina dentro de la teoría y la práctica forense, así con sus trabajos donde supieron conjugar entomología y ciencia forense los criminólogos modernos han rescatado muchos detalles hasta obtener conclusiones útiles y una visión holística del tema. (18)

Estimación del tiempo de muerte utilizando estados de sucesión de insectos

Es necesario tener en cuenta que la muerte de un ser vivo lleva consigo una serie de cambios y transformaciones físico químicas que hacen de este cuerpo sin vida un ecosistema dinámico y único al que van asociados una serie de organismos necrófagos, depredadores, omnívoros y oportunistas que se van sucediendo en el tiempo dependiendo del estado de descomposición del cadáver.

El número de especies de artrópodos colectados en un cuerpo pueden llegar a centenares y el número de individuos de las especies más comunes puede llegar fácilmente a diez mil. Además, muchas pueden ser ecológicamente incidentales, y otras pueden visitar y salir del cuerpo muchas veces, siendo considerados indicadores, relativamente pobres, del tiempo de muerte.

Schoenly (citado por Latorre) introdujo el concepto de “matriz de ocurrencia”, generando un sistema donde se puede apreciar las especies o

estados de los insectos asociados a los procesos de descomposición, de manera que se pueden aproximar intervalos postmortem al estar presentes o ausentes en un punto dado de tiempo de muerte. Utilizando este sistema, la reunión de especies colectadas de una víctima es comparada con la matriz de ocurrencia, de manera que se pueda identificar el intervalos postmortem para las cuales se encontrarían los insectos identificados. (19)

Sucesión entomológica

Rol ecológico (12-14)

Usualmente se usan cuatro categorías ecológicas para los insectos de importancia forense. Siendo estas las siguientes:

- 1. Necrófagos:** corresponde a las especies que se alimentan del cuerpo en descomposición. Incluye a algunos *Diptera* y *Coleoptera* (especialmente *Silphidae* y *Dermestidae*). La determinación de las edades de estos insectos usualmente son las bases para las estimaciones del IPM.
- 2. Omnívoros:** Especies que se alimentan tanto del cuerpo como de su fauna asociada (algunos escarabajos están en esta categoría). Grandes poblaciones de estas especies pueden retardar la tasa de descomposición del cadáver al reducir poblaciones de especies necrófagas.
- 3. Parásitas y Predadoras:** se puede considerar como el segundo grupo de importancia forense después de los necrófagos. Están aquí muchos coleópteros (*silphidos*, *estafilínidos* e *histéridos*), dípteros e himenópteros.

Algunas especies que son necrófagas durante su estadio larval se vuelven predatoras durante instares posteriores.

- 4. Incidentales:** son aquellos artrópodos que usan el cadáver como una extensión concentrada de recursos de su hábitat usual.

2.3 Marco Conceptual

- Entomofauna forense: Es la fauna compuesta por insectos y, por extensión, los demás artrópodos). La entomología se encarga de su estudio y clasificación. Este término deriva del griego εντομος, *insecto*. (1-3)
- Exposición ambiental: Estado por el cual un elemento, agente o sustancia se halla expuesta al medio ambiente de manera tal que se ve afectado por las condiciones de este. (1)
- Sumersión: Acción y efecto de sumergir o sumergirse. En medicina legal se usa el término "sumersión" cuando se presenta ahogamiento en agua u otro líquido, causando la muerte por asfixia aguda debido al anegamiento o inundación bronco-alveolar para la posterior flotación del cadáver sobre la superficie del medio líquido. (1-3)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis General

Existen diferencias en el desarrollo de especies de entomofauna forense que se presenta en biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión en condiciones de altura.

3.2. Hipótesis Específicas

1. Existe diferencia en el desarrollo de la especie *Hidrotaea sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
2. Existe diferencia en el desarrollo de la especie *Musca doméstica* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
3. Existe diferencia en el desarrollo de la especie *Synthesiomyia nudiseta* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
4. Existe diferencia en el desarrollo de la especie *Correntosia sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.

5. Existe diferencia en el desarrollo de la especie *Euryomma sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
6. Existe diferencia en el desarrollo de la especie *Piophila casei* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
7. Existe diferencia en el desarrollo de la especie *Eristalis bogotensis* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
8. Existe diferencia en el desarrollo de la especie *Thaumasiochaeta* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
9. Existe diferencia en el desarrollo de la especie *Ophyra sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.
10. Existe diferencia en el desarrollo de la especie *Lispe sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión.

3.3. Variables

Operacionalización de Variables

X = Variable Dependiente = Desarrollo de las especies de interés forense

Y = Variables Independiente = Exposición (ambiental y sumersión)

La operacionalización de las variables de estudio se presenta en la sección de anexos de la presente investigación.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Método de Investigación

Método científico, porque se sigue un proceso de tipo metódico y sistemático diseñado para dar solución a una interrogante la cual busca generar nuevos conocimientos a partir de la solución a los problemas planteados. (59)

4.2 Tipo de Investigación

Investigación aplicada, ya que los resultados de la investigación podrán ser empleados en la resolución de problemas prácticos siendo por tanto de aplicación directa los resultados de la investigación. (59)

4.3 Nivel de Investigación

Nivel Experimental, ya que estudia un fenómeno o problema de investigación en un ambiente de laboratorio, generando condiciones particulares para el estudio que permitan determinar la influencia o no de las variables de manera que generen cambio substancial al objeto del experimento. (59).

4.4 Diseño de la investigación

Diseño Longitudinal, prospectivo dado que las mediciones u observaciones del experimento se realizó en diferentes momentos de su

desarrollo de manera que se puedan apreciar los cambios y/o modificaciones que se producen en los sujetos de experimentación luego de aplicado un tratamiento (59).

4.5 Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por diez biomodelos animales muertos los cuales serán observados con el fin de evaluar la evolución de la entomofauna forense en cada uno de ellos; para esta investigación cinco de los biomodelos fueron observados en condiciones de exposición ambiental y cinco en condiciones de sumersión.

La investigación se realizó con diez biomodelos animales seleccionados para realizar la investigación los cuales se ajustaron a los siguientes parámetros:

- Reino : *Animalia*
- Filo : *Chordata*
- Clase : *Mammalia*
- Orden : *Artiodactyla*
- Familia : *Suidae*
- Género : *Sus*
- Especie : *Sus scrofa*
- Subespecie : *S. s. scrofa*
- Edad : 4 meses
- Peso : Entre 4.5 y 5 kilogramos

Con el fin de homogenizar las unidades de investigación las cuales para este trabajo estuvieron constituidas por biomodelos animales de la especie *Sus scrofa* (cerdo común), se tomaron las siguientes previsiones:

- Las unidades correspondieron a una misma camada parida por una cerda.
- Las unidades fueron criadas por un espacio de dos meses en un corral de cerdos aislado de otras camadas y/o animales domésticos siendo amamantados de manera artificial mediante fórmula láctea hasta alcanzar los 15 días de edad.
- Al cumplir los 15 días de edad se inició su alimentación empleando para ello alimento balanceado para cerdos elaborado por la Planta de Alimentos Balanceados de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de La Molina.
- La alimentación balanceada se mantuvo hasta que los lechones alcancen los 5 Kg. de peso, luego de lo cual se procedió a su sacrificio respetando los aspectos éticos para el manejo de animales que se detallan más adelante.

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la fase de Campo de la Investigación con los modelos animales se empleó las siguientes técnicas:

- Observación para la cuantificación de individuos de las especies que se desarrollaron.

- Ficha de recolección de datos para la determinación de la especie precisa que se desarrolló.

4.7 Procedimientos de investigación

Los datos para la consecución de los objetivos planteados, así como la comprobación de las hipótesis establecidas, se obtuvieron de la siguiente manera:

Fase de Campo

- a. Preparación del ambiente: Se procedió a construir jaulas metálicas de exclusión con el fin de aislar a los biomodelos de los predadores ambientales; estas jaulas tendrán una cobertura externa de malla con el fin de que sea más fácil la captura y recolección de las especies entomológicas de interés forense.
- b. Procedimiento de sacrificio de los biomodelos: Se procedió a sacrificar a los cerdos de manera no traumática, para ello se les anestesió con Ketamina en dosis de 15 mg/Kg; luego de ello se les administró una solución de Sulfato de Magnesio sobresaturada; esto se realizará con el fin de evitar las preferencias de oviposición de las especies de interés forense. (60)
- c. Análisis de los datos meteorológicos: se procedió a medir de forma permanente (diaria) la temperatura, así como la humedad ambiental, factores ambos que pueden alterar el comportamiento de la entomofauna de interés forense.

- d. Recolección y conservación de las especies de entomofauna: La recolección de la especies larvarias se realizó de la superficie de las unidades con pinzas, luego de ello se les colocó en envases de plástico que contenían carne molida de res como sustrato alimenticio a razón de 1 gr por larva donde completarán su desarrollo ontogenico hasta alcanzar la fase de pupa, luego de ello se continuó con un monitoreo periódico de desarrollo hasta la emergencia de las especies lo cual permitió su identificación positiva.
- e. Recolección de los datos: Los datos a ser colectados fueron plasmados en tablas de observación diseñadas para registrar cada uno de los cambios y características que presenten tanto los cadáveres de los biomodelos como las especies entomológicas de interés forense.

Fase de laboratorio

- a. Crianza de las especies: Se procedió a colectar las especies entomológicas en estado de huevecillos, así como larvario con el fin de ser conservados hasta el desarrollo y emergencia del adulto; luego de esto se procedió a sacrificarlos y montarlos en alfileres para su evaluación y determinación taxonómica.
- b. Morfometría larval: Se realizaron mediciones con el fin de establecer los estadios de las especies larvarias colectadas en la fase de campo.
- c. Determinación taxonómica: las larvas obtenidas y sacrificadas durante la fase de colecta fueron evaluadas en el laboratorio de biología del Instituto

de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Perú para su identificación por especies y familias.

4.8 Técnicas y análisis de datos

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 Excel Microsoft 2010; una vez culminado el ingreso de datos se realizó un análisis estadístico descriptivo elaborándose tablas y gráficos para la presentación de los resultados obtenidos utilizando el software SPSS V22. El análisis inferencial para establecer la semejanza o diferencia entre los dos grupos se realizó empleando el programa de análisis estadístico ANOVA mixto intra e intersujetos. (61)

4.9 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. (62)

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.

En razón de lo expuesto líneas arriba, los principios éticos que se siguieron en la investigación realizada incluyeron:

- Justicia: En la medida que la distribución de las unidades de análisis se realizó de forma aleatorizada para su distribución y exposición a las condiciones de estudio.
- Beneficencia: En la medida que se procuró minimizar el daño y perjuicio a las unidades de análisis sometidos al proceso de experimentación.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS MODELOS DE EXPERIMENTACIÓN

La investigación se desarrolló en diez modelos animales que presentaron características generales que se presentan en la Tabla 1.

Las unidades de análisis una vez caracterizadas (rotulados del 1 al 10) se aleatorizaron a través de la técnica simple (lanzamiento de moneda) para ser colocados en el grupo 1 (cara=exposición ambiental) o grupo 2 (sello=sumersión).

TABLA N° 01

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS MODELOS DE EXPERIMENTACIÓN ANIMAL SEGÚN TIPO DE EXPOSICIÓN

	Exposición ambiental			Sumersión			
	Peso Kg	Talla Cm	Edad Meses	Peso Kg	Talla Cm	Edad meses	
s1	4.50	45	4	s6	4.65	46	4
s2	4.51	45	4	s7	4.70	46	4
s3	4.80	44	4	s8	4.80	45	4
s4	4.70	45	4	s9	4.80	47	4
s5	4.90	46	4	s10	4.90	46	4
M	4.68	45		M	4.75	46	

Fuente: Base de datos

Los modelos de experimentación animal (unidades de análisis) poseían un peso y tamaño cuyas medias no poseen diferencias significativas (prueba $T=0.174662173$), así mismo todos ellos poseían 4 meses de edad; cabe precisar

que todos ellos pertenecían a la misma camada de nacimiento, habiendo sido alimentados en el mismo momento y empleando el mismo alimento balanceado.

5.1 Descripción de resultados

Se presentan a continuación los resultados descriptivos de cada una de las especies que se presentaron en ambos tratamientos.

RESULTADOS DESCRIPTIVOS POR ESPECIES

TABLA N° 02

**MEDIAS DE DESARROLLO DE LAS ESPECIES DE ENTOMOFAUNA
DE INTERÉS FORENSE EN CADÁVERES DE BIOMODELOS
ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN
AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Medio Ambiente			n	Sumersión	
	N	M	SD		M	SD
Fase 1	5	8.4	0.9	5	6.8	1.1
Fase 2	5	22.6	7.8	5	12.8	2.8
Fase 3	5	190	36.3	5	64.4	15.6
Fase 4	5	125	45.8	5	56.8	13.1

La diferencia de medias y desviación estándar muestra que el desarrollo de las diferentes especies de entomofauna de interés forense fue mayor en los cadáveres que se dejaron en exposición ambiental.

TABLA N° 03

**MEDIAS DE DESARROLLO DE LA ESPECIE *HIDROTAEA SP* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Medio Ambiente			n	Sumersión	
	N	M	SD		M	SD
Fase 1	5	0.6	0.55	5	0.4	0.55
Fase 2	5	1.4	0.89	5	0.6	0.55
Fase 3	5	9.4	3.65	5	2.2	0.84
Fase 4	5	2.2	1.3	5	2.8	0.84

Fuente: Base de datos

La diferencia de medias y desviación estándar muestra que el desarrollo de la especie fue mayor en los cadáveres que se dejaron en exposición ambiental.

TABLA N° 04

**MEDIAS DE DESARROLLO DE LA ESPECIE *MUSCA DOMESTICA* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Medio Ambiente			n	Sumersión	
	N	M	SD		M	SD
Fase 1	5	0.8	0.84	5	0.6	0.55
Fase 2	5	3.4	2.30	5	4.6	0.55
Fase 3	5	24.6	14.94	5	6.6	5.32
Fase 4	5	31.4	36.16	5	5.4	3.78

Fuente: Base de datos

La diferencia de medias y desviación estándar muestra que el desarrollo de la especie fue mayor en los cadáveres que se dejaron en exposición ambiental.

TABLA N° 05

MEDIAS DE DESARROLLO DE LA ESPECIE *SYNTHESIOMYIA NUDISETA* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

Fases	Medio Ambiente			Sumersión		
	N	M	SD	n	M	SD
Fase 1	5	0.4	0.55	5	0.6	0.55
Fase 2	5	2.8	2.28	5	0.6	0.55
Fase 3	5	10.8	3.11	5	4.0	2.00
Fase 4	5	4.2	2.49	5	2.8	3.84

Fuente: Base de datos

La diferencia de medias y desviación estándar muestra que el desarrollo de la especie fue mayor en los cadáveres que se dejaron en exposición ambiental.

TABLA N° 06

MEDIAS DE DESARROLLO DE LA ESPECIE *CORRENTOSIA SP* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

Fases	Medio Ambiente			Sumersión		
	n	M	SD	n	M	SD
Fase 1	5	0.4	0.55	5	0.8	0.84
Fase 2	5	3.2	1.30	5	1.4	0.89
Fase 3	5	43.8	19.04	5	10.4	3.85
Fase 4	5	5.4	2.61	5	4.6	1.67

Fuente: Base de datos

La diferencia de medias y desviación estándar muestra que el desarrollo de la especie fue mayor en los cadáveres que se dejaron en exposición ambiental.

TABLA N° 07

**MEDIAS DE DESARROLLO DE LA ESPECIE *EURYOMMA SP* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Medio Ambiente			Sumersión		
	n	M	SD	n	M	SD
Fase 1	5	0.4	0.55	5	0.6	0.55
Fase 2	5	1.4	0.89	5	0.6	0.55
Fase 3	5	18.8	7.29	5	4.0	2.00
Fase 4	5	16.8	7.82	5	12.6	5.55

Fuente: Base de datos

La diferencia de medias y desviación estándar muestra que el desarrollo de la especie fue mayor en los cadáveres que se dejaron en exposición ambiental.

TABLA N° 08

**MEDIAS DE DESARROLLO DE LA ESPECIE *PIOPHILA CASEI* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Medio Ambiente			Sumersión		
	n	M	SD	n	M	SD
Fase 1	5	0.8	0.45	5	0.6	0.55
Fase 2	5	1.2	0.84	5	0.8	0.45
Fase 3	5	4.2	2.39	5	3.8	1.30
Fase 4	5	0.40	0.55	5	0.80	0.84

Fuente: Base de datos

La diferencia de medias y desviación estándar muestra que el desarrollo de la especie fue mayor en los cadáveres que se dejaron en exposición ambiental en las dos primeras fases para luego aumentar en los cadáveres en estado de sumersión.

TABLA N° 09

**MEDIAS DE DESARROLLO DE LA ESPECIE *ERISTALIS BOGOTENSIS*
EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Medio Ambiente			Sumersión		
	n	M	SD	n	M	SD
Fase 1	5	0.8	0.45	5	0.6	0.55
Fase 2	5	1.2	0.84	5	0.6	0.55
Fase 3	5	25.2	15.69	5	11.0	5.61
Fase 4	5	25.8	11.28	5	11.60	5.68

Fuente: Base de datos

La diferencia de medias y desviación estándar muestra que el desarrollo de la especie fue mayor en los cadáveres que se dejaron en exposición ambiental.

TABLA N° 10

**MEDIAS DE DESARROLLO DE LA ESPECIE *THAUMASIOCHAETA* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICION AMBIENTAL Y SUMERSION**

Fases	Medio Ambiente			Sumersión		
	n	M	SD	n	M	SD
Fase 1	5	0.8	0.45	5	0.6	0.55
Fase 2	5	2.6	1.67	5	1.0	0.71
Fase 3	5	25.0	12.71	5	12.8	5.67
Fase 4	5	27.6	17.05	5	10.80	3.11

Fuente: Base de datos

La diferencia de medias y desviación estándar muestra que el desarrollo de la especie fue mayor en los cadáveres que se dejaron en exposición ambiental.

TABLA N° 11

**MEDIAS DE DESARROLLO DE LA ESPECIE *OPHYRA SP* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Medio Ambiente			Sumersión		
	n	M	SD	n	M	SD
Fase 1	5	0.8	0.45	5	0.6	0.55
Fase 2	5	1.2	0.84	5	0.7	0.55
Fase 3	5	2.8	0.84	5	0.6	0.55
Fase 4	5	3.8	1.48	5	0.60	0.89

Fuente: Base de datos

La diferencia de medias y desviación estándar muestra que el desarrollo de la especie fue mayor en los cadáveres que se dejaron en exposición ambiental.

TABLA N° 12

**MEDIAS DE DESARROLLO DE LA ESPECIE *LISPE SP* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Medio Ambiente			Sumersión		
	n	M	SD	N	M	SD
Fase 1	5	1.0	0.71	5	0.4	0.55
Fase 2	5	1.4	0.89	5	1.0	0.71
Fase 3	5	8.4	2.88	5	2.2	1.30
Fase 4	5	2.6	1.14	5	1.00	1.00

Fuente: Base de datos

La diferencia de medias y desviación estándar muestra que el desarrollo de la especie fue mayor en los cadáveres que se dejaron en exposición ambiental.

RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LAS FASES DE DESCOMPOSICIÓN PRESENTES EN LOS CADÁVERES DE CERDOS (*SUS SCROFA*) EN DESCOMPOSICIÓN EN ESTADO DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

La duración de las diferentes fases de descomposición cadavérica se detalla a continuación a manera de tabla y gráfico a fin de presentar la manera en que se sucedieron.

TABLA N° 13

DURACIÓN EN DÍAS DE LOS PERÍODOS DE DESCOMPOSICIÓN DE LOS MODELOS DE EXPERIMENTACIÓN ANIMAL SEGÚN TIPO DE EXPOSICIÓN

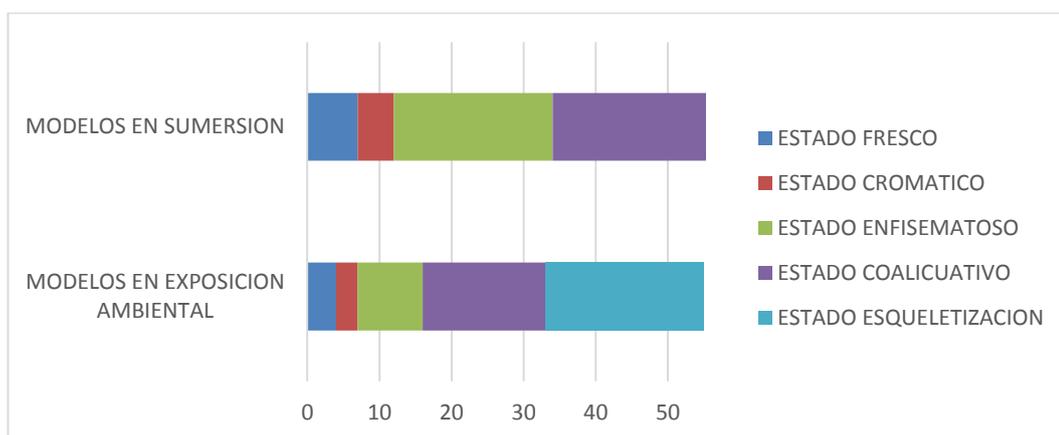
Fase	Exposición ambiental	Sumersión
	Días	Días
Fresco	4	7
Cromático	3	5
Enfisematoso	9	22
Coalicuativo	17	Hasta el fin del experimento
De esqueletización	22	*

Fuente: Base de datos

*Los sujetos en estado de sumersión persistieron en estado cualicuativo hasta el final del experimento, no llegando al estado de esqueletización.

GRÁFICO N° 01

DURACIÓN DE LOS PERÍODOS DE PUTREFACCIÓN CADAVERICA EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A TRATAMIENTO 1 (EXPOSICIÓN AMBIENTAL) Y TRATAMIENTO 2 (SUMERSIÓN)



Fuente: Base de datos

Se aprecia de manera gráfica que en los cadáveres en condiciones de exposición ambiental se presentaron 5 fases o estados de descomposición: fresco, cromático, enfisematoso, coalicuativo y de esqueletización; por el contrario en los cadáveres expuestos a condiciones de sumersión de presentaron solo 4 fases o estados de descomposición: fresco, cromático, enfisematoso y coalicuativo.

RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA SUCESIÓN ENTOMOLÓGICA PRESENTE EN LOS CADÁVERES DE CERDOS (*SUS SCROFA*) EN DESCOMPOSICIÓN EN ESTADO DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

TABLA N° 14

ORDEN CRONOLÓGICO DE LA ENTOMOFAUNA DE INTERÉS FORENSE EN CERDOS (*SUS SCROFA*) EN DESCOMPOSICIÓN SEGÚN TIPO DE TRATAMIENTO

PATRON SUCECIONAL DE LAS ESPECIES	
TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2
EXPOSICION AMBIENTAL	SUMERSIÓN
CALIPHORA NIGRIBASIS	HYDROTAEA SP
CHYSOMYA ALBICEPS	MUSCA DOMESTICA
COMPSOMYIOPS VERENA	SYNTHESIOMYIA NUDISETA
LUCILA SERICATA	CORRENTOSIA SP
SARCONESIA CHLOROGASTER	EURYOMMA SP
SARCONESIOPSIS MAGELLANICA	PIOPHILA CASEI
HYDROTAEA SP	ERISTALIS BOGOTENSIS
MUSCA DOMESTICA	THAUMASIOCHAETA
SYNTHESIOMYIA NUDISETA	OPHYRA SP
FANNIA ALBITARSIS	LISPE SP
CORRENTOSIA SP	STATHIPHEROMYIA SP
OPHYRA LEUCOSTOMA	
EURYOMMA SP	
HYPPODAMIA CONVERGENS	
PIOPHILA CASEI	
ERISTALIS BOGOTENSIS	
THAUMASIOCHAETA COMPRESSITARSIS	
FANNIA SP	
LIMNOPHORA SP	
OPHYRA SP	
DOLICHOPHAONIA SP	
OPHYRA AENESCENS	
RHABDOTOPTERA SP	
CREOPHILUS MAXILLOSUS	
STOMOXYS SP	
MESEMBRINELLINAE	
OPHYRA ALBUQUERQUEI	

NECROBIA RUFIPES

LISPE SP

MUSCINA SP

EUSPILOTUS SP

EPILACHNIA SP

Fuente: Base de datos

Se aprecia que aun cuando existen coincidencias en cuanto a la presentación de algunas especies que forman parte de la antropofauna forense en ambos tratamientos (resaltadas en negritas), sin embargo, estas se presentan en diferentes momentos del proceso de descomposición, esto en relación a las diferencias que existen en la duración de los procesos de descomposición cadavérica tal cual se mostró en la tabla N° 13 así como el grafico 01.

5.2 Contrastación de la hipótesis

Se presentan a continuación los resultados inferenciales de la investigación, en este análisis se presenta la diferencia de comportamiento en cuanto a la evolución de las especies dependiendo del tipo de exposición que tuvieron (exposición ambiental y sumersión)

TABLA N° 15

ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL DESARROLLO DE LAS ESPECIES DE ENTOMOFAUNA DE INTERÉS FORENSE EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

Fases		Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
	Lamba de Wilks	0.031	62.148	0.000	0.969

Fases de grupo		Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
	Lamba de Wilks	0.116	15.194	0.003	0.884

Fuente: Base de datos

En el análisis de varianza intra-sujetos se estableció un efecto substancial en las fases de descomposición expresado en un valor de Lambda de Wilks de 0.031, un valor de F= 62.148, una significancia estadística expresada en un valor de P= 0.000 y un Eta parcial al cuadrado= 0.969, esto demuestra que en ambos medios de exposición se presentó un incremento en el desarrollo de las especies de interés forense a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica.

El análisis de varianza mixto inter-sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de tratamiento (exposición ambiental y sumersión) en el desarrollo de las especies de interés forense a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica, en este caso se aprecia que no existe una interacción significativa entre los tratamientos y los períodos de

descomposición cadavérica, expresado en un Lambda de Wilk de 0.116, un valor de $F= 15.194$, una significancia estadística expresada en $p= 0.003$ y un $\text{Eta parcial cuadrada}= 0.884$.

TABLA N° 16

PRUEBA DE EFECTOS INTER-SUJETOS DE LAS ESPECIES DE ENTOMOFAUNA DE INTERÉS FORENSE EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

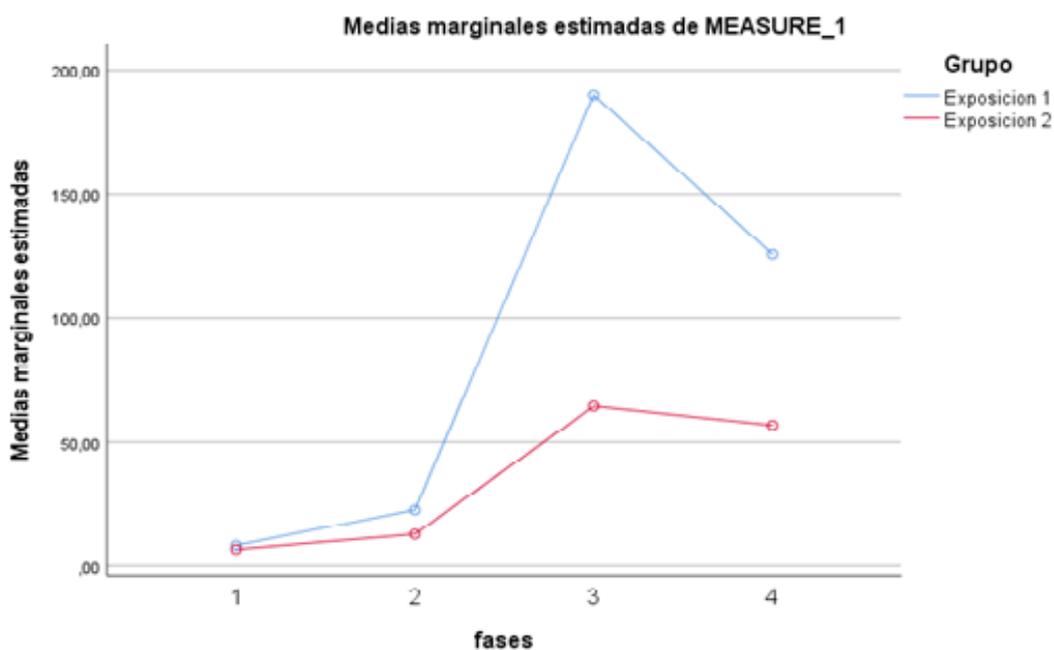
Origen	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Grupo	47.231	0.000	0.855

Fuente: Base de datos

Comparando los dos tratamientos (exposición ambiental y sumersión) se aprecia que la diferencia en el desarrollo de las especies de entomofauna de interés forense fue significativa expresado en un valor $F= 47.231$, una significancia estadística con valor de $p= 0.000$ y un $\text{Eta parcial al cuadrado}= 0.855$, lo que muestra una diferencia estadística en el efecto sobre los sujetos expuestos a diferentes tratamientos.

GRÁFICO N° 02

GRAFICO DE MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS PARA EL DESARROLLO DE LAS ESPECIES DE INTERÉS FORENSE EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL (TRATAMIENTO 1) Y SUMERSIÓN (TRATAMIENTO 2)



Se aprecia un mayor desarrollo de las especies de entomofauna de interés forense en los cadáveres en exposición ambiental frente a los que se pusieron en estado de sumersión.

TABLA N° 17

**ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LA ESPECIE *HIDROTAEA SP* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.125	13.97	0.004	0.875

Fases de grupo	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.322	4.22	0.063	0.678

Fuente: Base de datos

En el análisis de varianza intra-sujetos se estableció un efecto substancial en las fases de descomposición expresado en un valor de Lambda de Wilks de 0.125, un valor de F= 13.97, una significancia estadística expresada en un valor de P= 0.004 y un Eta parcial al cuadrado= 0.875, esto demuestra que en ambos medios se presentó un incremento en el desarrollo de la especie *Hidrotaea sp* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica.

El análisis de varianza mixto inter-sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de tratamiento (exposición ambiental y sumersión) en el desarrollo de la especie *Hidrotaea sp* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica, en este caso se aprecia que no existe una interacción significativa entre los tratamientos y los períodos de

descomposición cadavérica, expresado en un Lambda de Wilk de 0.322, un valor de $F= 4.22$, una significancia estadística expresada en $p= 0.063$ y un Eta parcial cuadrada= 0.678.

TABLA N° 18

PRUEBA DE EFECTOS INTER-SUJETOS DE LA ESPECIE *HIDROTAEA SP* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

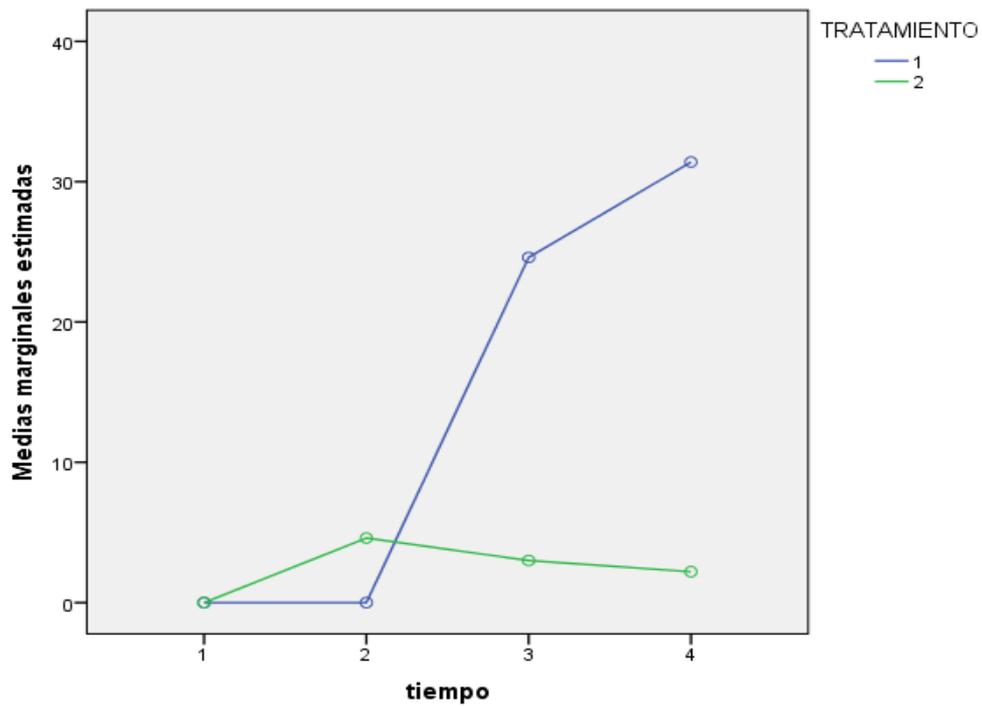
Origen	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Grupo	26.741	0.001	0.77

Fuente: Base de datos

Comparando los dos tratamientos (exposición ambiental y sumersión) se aprecia que la diferencia en el desarrollo de las especies fue significativa expresado en un valor $F= 26.741$, una significancia estadística con valor de $p= 0.001$ y un Eta parcial al cuadrado= 0.77, lo que muestra una diferencia estadística en el efecto sobre los sujetos expuestos a diferentes tratamientos.

GRÁFICO N° 03

GRAFICO DE MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS PARA EL DESARROLLO DE LA ESPECIE *HIDROTAEA SP* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL (TRATAMIENTO 1) Y SUMERSIÓN (TRATAMIENTO 2)



Fuente: Base de datos propia

Se aprecia un mayor desarrollo en cuanto a la media de individuos de la especie *Hidrotaea sp* en los cadáveres en exposición ambiental.

TABLA N° 19

**ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LA ESPECIE *MUSCA DOMESTICA* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.065	28.92	0.001	0.935

Fases de grupo	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.296	4.77	0.050	0.704

Fuente: Base de datos

En el análisis de varianza intra-sujetos se estableció un efecto substancial en las fases de descomposición expresado en un valor de Lambda de Wilks de 0.065, un valor de F= 28.92, una significancia estadística expresada en un valor de P= 0.001 y un Eta parcial al cuadrado= 0.935, esto demuestra que en ambos medios se presentó un incremento en el desarrollo de la especie *Musca domestica* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica.

El análisis de varianza mixto inter-sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de tratamiento (exposición ambiental y sumersión) en el desarrollo de la especie *Musca domestica* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica, en este caso se aprecia que no existe una interacción significativa entre los tratamientos y los períodos de descomposición cadavérica, expresado en un Lambda de Wilk de 0.296, un

valor de $F= 4.77$, una significancia estadística expresada en $p= 0.050$ y un Eta parcial cuadrada= 0.704.

TABLA N° 20

PRUEBA DE EFECTOS INTER-SUJETOS DE LA ESPECIE *MUSCA DOMESTICA* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

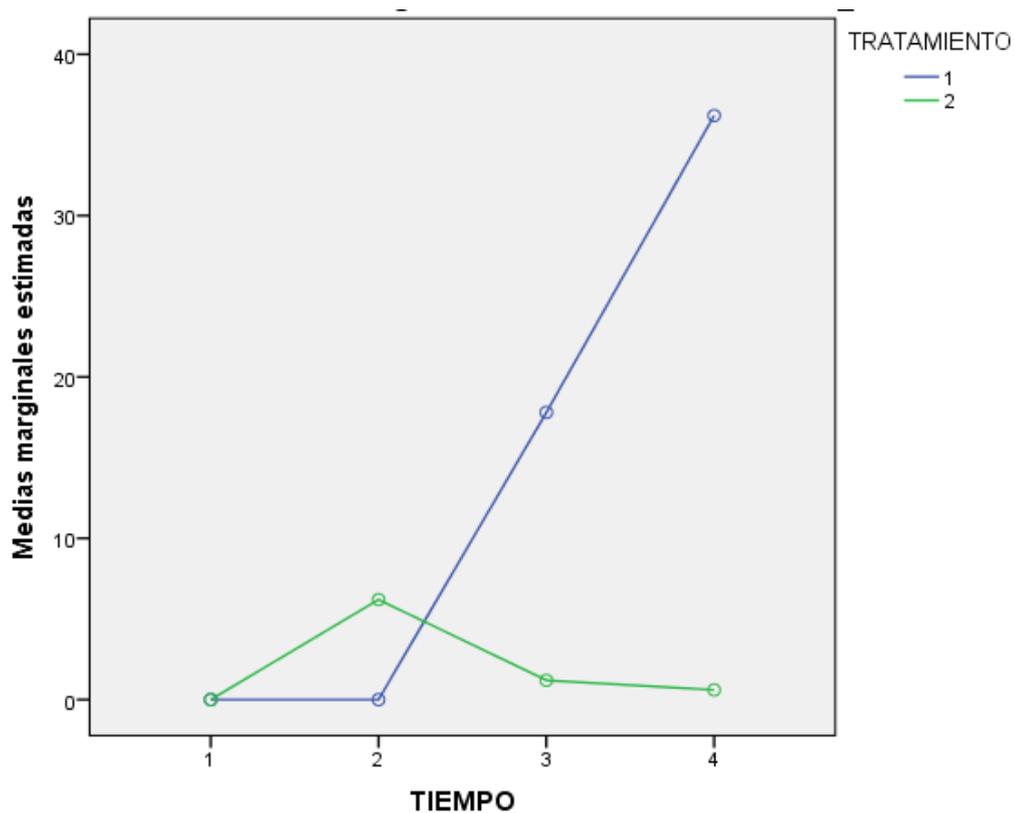
Origen	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Grupo	11.317	0.010	0.59

Fuente: Base de datos

Comparando los dos tratamientos (exposición ambiental y sumersión) se aprecia que la diferencia en el desarrollo de las especies fue significativa expresado en un valor $F= 11.317$, una significancia estadística con valor de $p= 0.010$ y un Eta parcial al cuadrado= 0.59, lo que muestra una diferencia estadística en el efecto sobre los sujetos expuestos a diferentes tratamientos.

GRÁFICO N° 04

GRAFICO DE MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS PARA EL DESARROLLO DE LA ESPECIE *MUSCA DOMESTICA* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL (TRATAMIENTO 1) Y SUMERSIÓN (TRATAMIENTO 2)



Fuente: Base de datos propia

Se aprecia un mayor desarrollo en cuanto a la media de individuos de la especie *Musca doméstica* en los cadáveres en exposición ambiental.

TABLA N° 21

ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LA ESPECIE *SYNTHESIOMYIA NUDISETA* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

Fases	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.085	21.58	0.001	0.915

Fases de grupo	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.300	4.67	0.052	0.700

Fuente: Base de datos

En el análisis de varianza intra-sujetos se estableció un efecto substancial en las fases de descomposición expresado en un valor de Lambda de Wilks de 0.085, un valor de F= 21.58, una significancia estadística expresada en un valor de P= 0.001 y un Eta parcial al cuadrado= 0.915, esto demuestra que en ambos medios se presentó un incremento en el desarrollo de la especie *Synthesiomyia nudiseta* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica.

El análisis de varianza mixto inter-sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de tratamiento (exposición ambiental y sumersión) en el desarrollo de la especie *Synthesiomyia nudiseta* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica, en este caso se aprecia que no existe una interacción significativa entre los tratamientos y los períodos de descomposición cadavérica, expresado en un Lambda de Wilk de 0.300, un

valor de $F= 4.67$, una significancia estadística expresada en $p= 0.052$ y un Eta parcial cuadrada= 0.700.

TABLA N° 22

**PRUEBA DE EFECTOS INTER-SUJETOS DE LA ESPECIE
SYNTHESIOMYIA NUDISETA EN CADÁVERES DE BIOMODELOS
ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN
AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

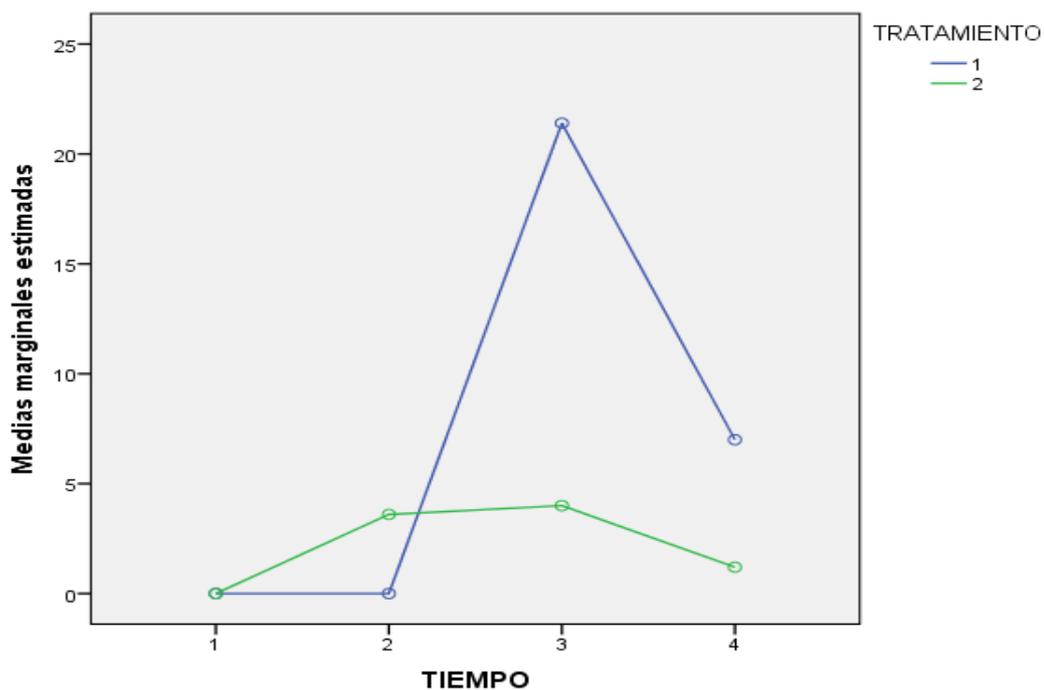
Origen	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Grupo	10.260	0.013	0.56

Fuente: Base de datos

Comparando los dos tratamientos (exposición ambiental y sumersión) se aprecia que la diferencia en el desarrollo de la especie *Synthesiomyia nudiseta* fue significativa expresado en un valor $F= 10.260$, una significancia estadística con valor de $p= 0.013$ y un Eta parcial al cuadrado= 0.56, lo que muestra una diferencia estadística en el efecto sobre los sujetos expuestos a diferentes tratamientos.

GRÁFICO N° 05

GRAFICO DE MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS PARA EL DESARROLLO DE LA ESPECIE *SYNTHESIOMYIA NUDISETA* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL (TRATAMIENTO 1) Y SUMERSIÓN (TRATAMIENTO 2)



Fuente: Base de datos propia

Se aprecia un mayor desarrollo en cuanto a la media de individuos de la especie *Synthesiomyia nudiseta* en los cadáveres en exposición ambiental.

TABLA N° 23

**ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LA ESPECIE *CORRENTOSIA SP* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.089	20.59	0.001	0.911

Fases de grupo	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.299	4.69	0.052	0.701

Fuente: Base de datos

En el análisis de varianza intra-sujetos se estableció un efecto substancial en las fases de descomposición expresado en un valor de Lambda de Wilks de 0.089, un valor de F= 20.59, una significancia estadística expresada en un valor de P= 0.001 y un Eta parcial al cuadrado= 0.911, esto demuestra que en ambos medios se presentó un incremento en el desarrollo de la especie *Correntosia sp* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica.

El análisis de varianza mixto inter-sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de tratamiento (exposición ambiental y sumersión) en el desarrollo de la especie *Correntosia sp* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica, en este caso se aprecia que no existe una interacción significativa entre los tratamientos y los períodos de descomposición cadavérica, expresado en un Lambda de Wilk de 0.299, un

valor de $F= 4.69$, una significancia estadística expresada en $p= 0.052$ y un Eta parcial cuadrada= 0.701.

TABLA N° 24

**PRUEBA DE EFECTOS INTER-SUJETOS DE LA ESPECIE
CORRENTOSIA SP EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES
EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y
SUMERSIÓN**

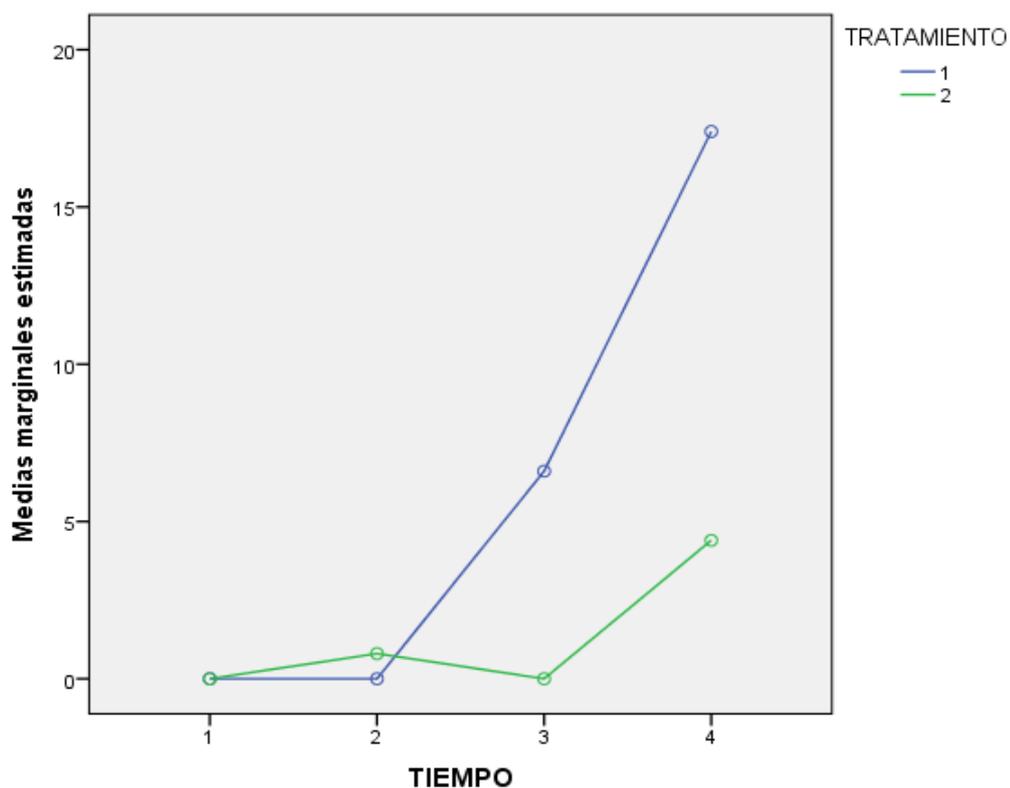
Origen	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Grupo	16.680	0.004	0.68

Fuente: Base de datos

Comparando los dos tratamientos (exposición ambiental y sumersión) se aprecia que la diferencia en el desarrollo de la especie *Correntosia sp* no fue significativa expresado en un valor $F= 16.680$, una significancia estadística con valor de $p= 0.004$ y un Eta parcial al cuadrado= 0.68, lo que muestra que no existió diferencia estadística en el efecto sobre los sujetos expuestos a diferentes tratamientos.

GRÁFICO N° 06

GRAFICO DE MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS PARA EL DESARROLLO DE LA ESPECIE *CORRENTOSIA SP* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL (TRATAMIENTO 1) Y SUMERSIÓN (TRATAMIENTO 2)



Fuente: Base de datos propia

Se aprecia un mayor desarrollo en cuanto a la media de individuos de la especie *Correntosia sp* en los cadáveres en exposición ambiental.

TABLA N° 25

**ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LA ESPECIE *EURYOMMA SP* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases		Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
	Lamba de Wilks	0.124	14.070	0.004	0.876
Fases grupo	de	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
	Lamba de Wilks	0.298	4.72	0.051	0.702

Fuente: Base de datos

En el análisis de varianza intra- sujetos se estableció un efecto substancial en las fases de descomposición expresado en un valor de Lambda de Wilks de 0.124, un valor de F= 14.07, una significancia estadística expresada en un valor de P= 0.004 y un Eta parcial al cuadrado= 0.876, esto demuestra que en ambos medios se presentó un incremento en el desarrollo de la especie *Euryomma sp* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica.

El análisis de varianza mixto inter-sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de tratamiento (exposición ambiental y sumersión) en el desarrollo de la especie *Euryomma sp* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica, en este caso se aprecia que no existe una interacción significativa entre los tratamientos y los períodos de descomposición cadavérica, expresado en un Lambda de Wilk de 0.298, un

valor de $F= 4.72$, una significancia estadística expresada en $p= 0.051$ y un Eta parcial cuadrada= 0.702.

TABLA N° 26

PRUEBA DE EFECTOS INTER-SUJETOS DE LA ESPECIE *EURYOMMA SP* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

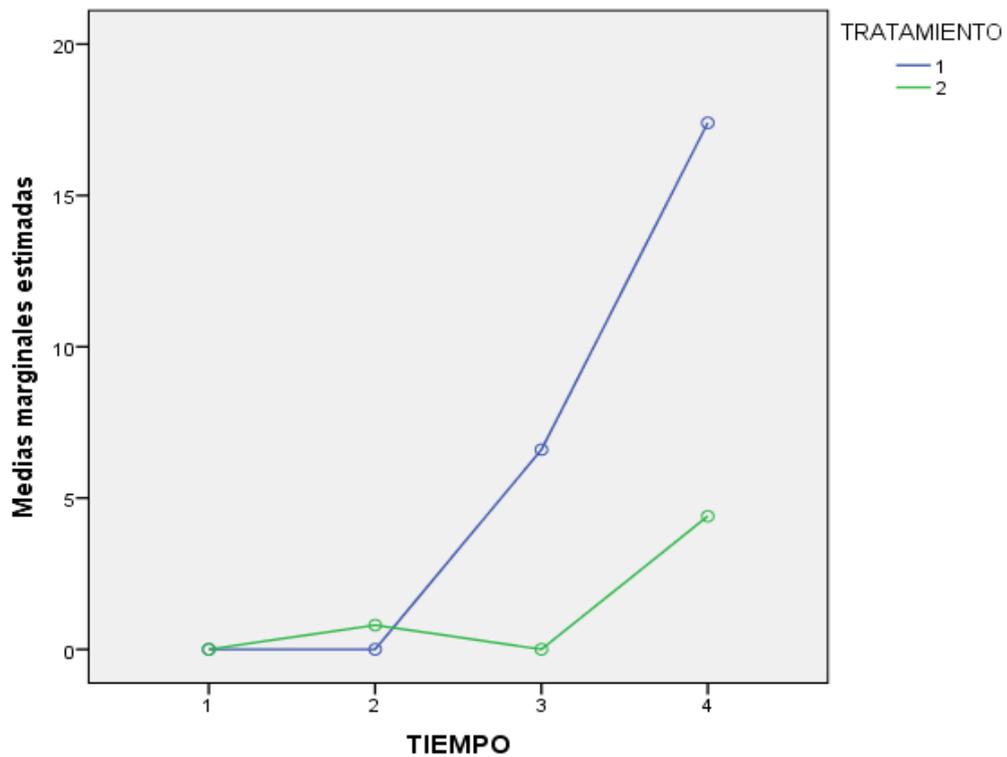
Origen	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Grupo	10.109	0.013	0.56

Fuente: Base de datos

Comparando los dos tratamientos (exposición ambiental y sumersión) se aprecia que la diferencia en el desarrollo de la especie *Euryomma sp* no fue significativa expresado en un valor $F= 10.109$, una significancia estadística con valor de $p= 0.013$ y un Eta parcial al cuadrado= 0.56, lo que muestra que no existió diferencia estadística en el efecto sobre los sujetos expuestos a diferentes tratamientos.

GRÁFICO N° 07

GRAFICO DE MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS PARA EL DESARROLLO DE LA ESPECIE *EURYOMMA SP* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL (TRATAMIENTO 1) Y SUMERSIÓN (TRATAMIENTO 2)



Fuente: Base de datos propia

Se aprecia un mayor desarrollo en cuanto a la media de individuos de la especie *Euryomma sp* en los cadáveres en exposición ambiental.

TABLA N° 27

**ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LA ESPECIE *PIOPHILA CASEI* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.199	8.050	0.016	0.801

Fases de grupo	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.722	0.769	0.552	0.278

Fuente: Base de datos

En el análisis de varianza intra-sujetos se estableció un efecto substancial en las fases de descomposición expresado en un valor de Lambda de Wilks de 0.199, un valor de F= 8.050, una significancia estadística expresada en un valor de P= 0.016 y un Eta parcial al cuadrado= 0.801, esto demuestra que en ambos medios se presentó un incremento en el desarrollo de la especie *Piophila casei* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica.

El análisis de varianza mixto inter-sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de tratamiento (exposición ambiental y sumersión) en el desarrollo de la especie *Piophila casei* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica, en este caso se aprecia que no existe una interacción significativa entre los tratamientos y los períodos de descomposición cadavérica, expresado en un Lambda de Wilk de 0.722, un

valor de $F= 0.769$, una significancia estadística expresada en $p= 0.552$ y un Eta parcial cuadrada= 0.278.

TABLA N° 28

PRUEBA DE EFECTOS INTER-SUJETOS DE LA ESPECIE *PIOPHILA CASEI* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

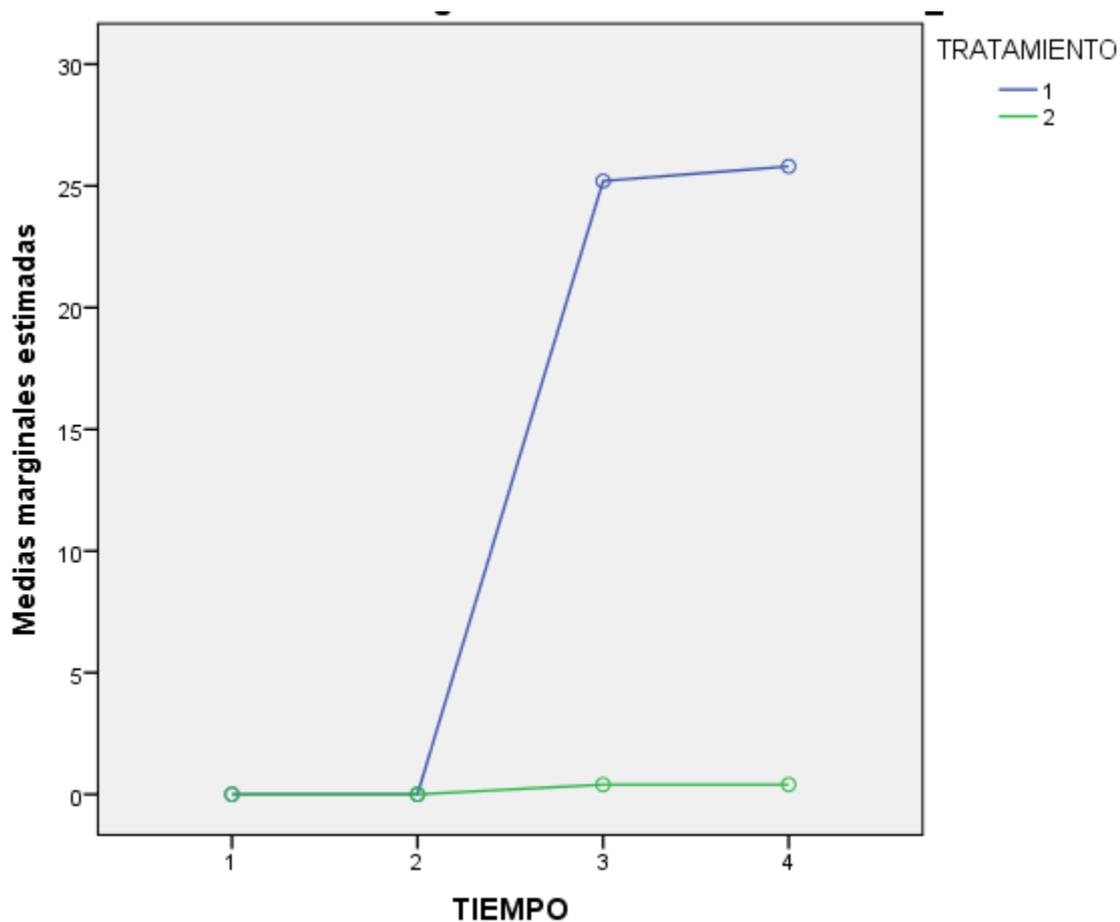
Origen	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Grupo	0.153	0.706	0.019

Fuente: Base de datos

Comparando los dos tratamientos (exposición ambiental y sumersión) se aprecia que la diferencia en el desarrollo de la especie *Piophila casei* no fue significativa expresado en un valor $F= 0.153$, una significancia estadística con valor de $p= 0.706$ y un Eta parcial al cuadrado= 0.019, lo que muestra que no existió diferencia estadística en el efecto sobre los sujetos expuestos a diferentes tratamientos.

GRÁFICO N° 08

GRAFICO DE MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS PARA EL DESARROLLO DE LA ESPECIE *PIOPHILA CASEI* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL (TRATAMIENTO 1) Y SUMERSIÓN (TRATAMIENTO 2)



Fuente: Base de datos propia

Se aprecia un mayor desarrollo en cuanto a la media de individuos de la especie *Piophilha casei* en los cadáveres en exposición ambiental.

TABLA N° 29

ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LA ESPECIE *ERISTALIS BOGOTENSIS* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

Fases	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.133	13.078	0.005	0.867

Fases de grupo	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.504	1.969	0.220	0.496

Fuente: Base de datos

En el análisis de varianza intra-sujetos se estableció un efecto substancial en las fases de descomposición expresado en un valor de Lambda de Wilks de 0.133, un valor de F= 13.078, una significancia estadística expresada en un valor de P= 0.005 y un Eta parcial al cuadrado= 0.867, esto demuestra que en ambos medios se presentó un incremento en el desarrollo de la especie *Eristalis bogotensis* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica.

El análisis de varianza mixto inter-sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de tratamiento (exposición ambiental y sumersión) en el desarrollo de la especie *Eristalis bogotensis* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica, en este caso se aprecia que no existe una interacción significativa entre los tratamientos y los períodos de

descomposición cadavérica, expresado en un Lambda de Wilk de 0.504, un valor de $F= 1.969$, una significancia estadística expresada en $p= 0.220$ y un Eta parcial cuadrada= 0.496.

TABLA N° 30

PRUEBA DE EFECTOS INTER-SUJETOS DE LA ESPECIE *ERISTALIS BOGOTENSIS* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

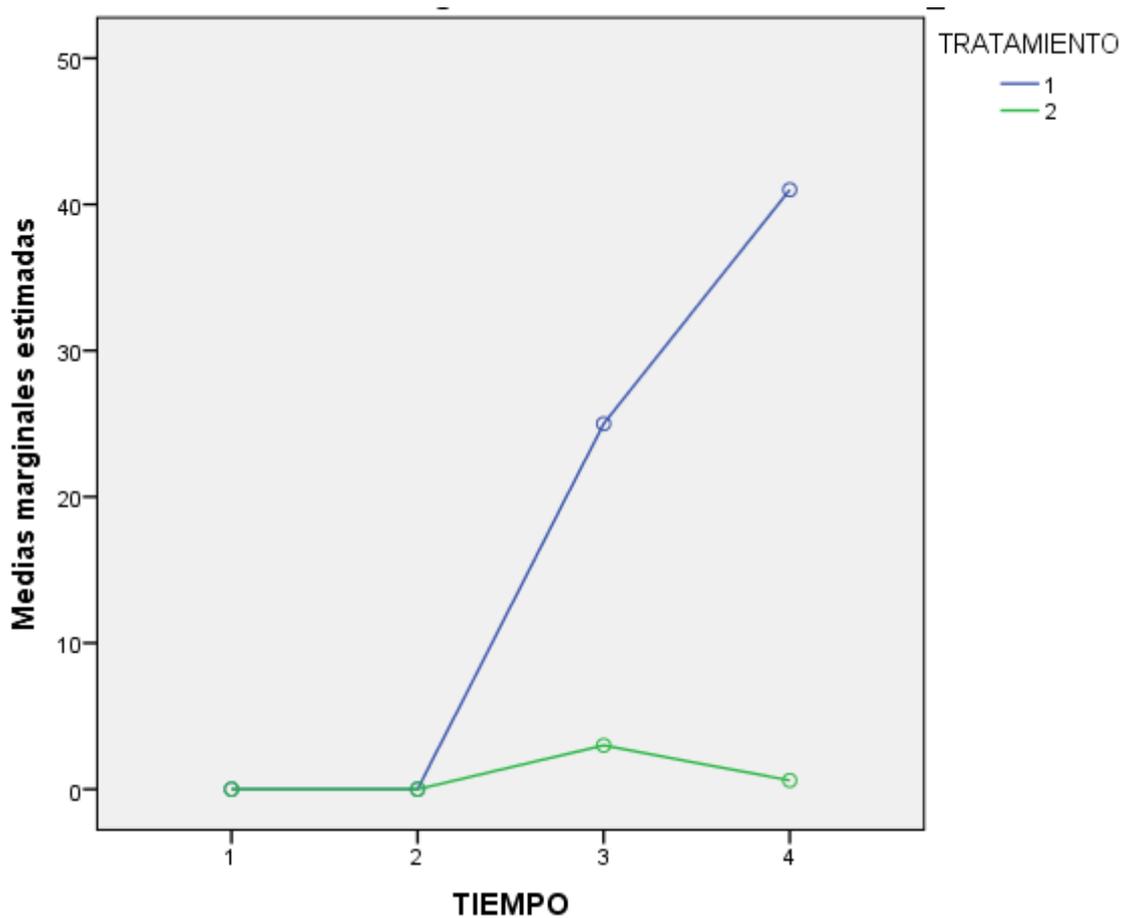
Origen	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Grupo	8.626	0.019	0.519

Fuente: Base de datos

Comparando los dos tratamientos (exposición ambiental y sumersión) se aprecia que la diferencia en el desarrollo de la especie *Eristalis bogotensis* no fue significativa expresado en un valor $F= 8.626$, una significancia estadística con valor de $p= 0.019$ y un Eta parcial al cuadrado= 0.519, lo que muestra que no existió diferencia estadística en el efecto sobre los sujetos expuestos a diferentes tratamientos.

GRÁFICO N° 09

GRAFICO DE MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS PARA EL DESARROLLO DE LA ESPECIE *ERISTALIS BOGOTENSIS* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL (TRATAMIENTO 1) Y SUMERSIÓN (TRATAMIENTO 2)



Fuente: Base de datos propia

Se aprecia un mayor desarrollo en cuanto a la media de individuos de la especie *Eristalis bogotensis* en los cadáveres en exposición ambiental.

TABLA N° 31

**ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LA ESPECIE *THAUMASIOCHAETA*
EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.109	16.404	0.003	0.891

Fases de grupo	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.422	2.742	0.135	0.578

Fuente: Base de datos

En el análisis de varianza intra-sujetos se estableció un efecto substancial en las fases de descomposición expresado en un valor de Lambda de Wilks de 0.109, un valor de F= 16.404, una significancia estadística expresada en un valor de P= 0.003 y un Eta parcial al cuadrado= 0.891, esto demuestra que en ambos medios se presentó un incremento en el desarrollo de la especie *Thaumasiochaeta* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica.

El análisis de varianza mixto inter-sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de tratamiento (exposición ambiental y sumersión) en el desarrollo de la especie *Thaumasiochaeta* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica, en este caso se aprecia que no existe una interacción significativa entre los tratamientos y los períodos de

descomposición cadavérica, expresado en un Lambda de Wilk de 0.422, un valor de $F= 2.742$, una significancia estadística expresada en $p= 0.135$ y un Eta parcial cuadrada= 0.578.

TABLA N° 32

**PRUEBA DE EFECTOS INTER-SUJETOS DE LA ESPECIE
THAUMASIOCHAETA EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES
 EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y
 SUMERSIÓN**

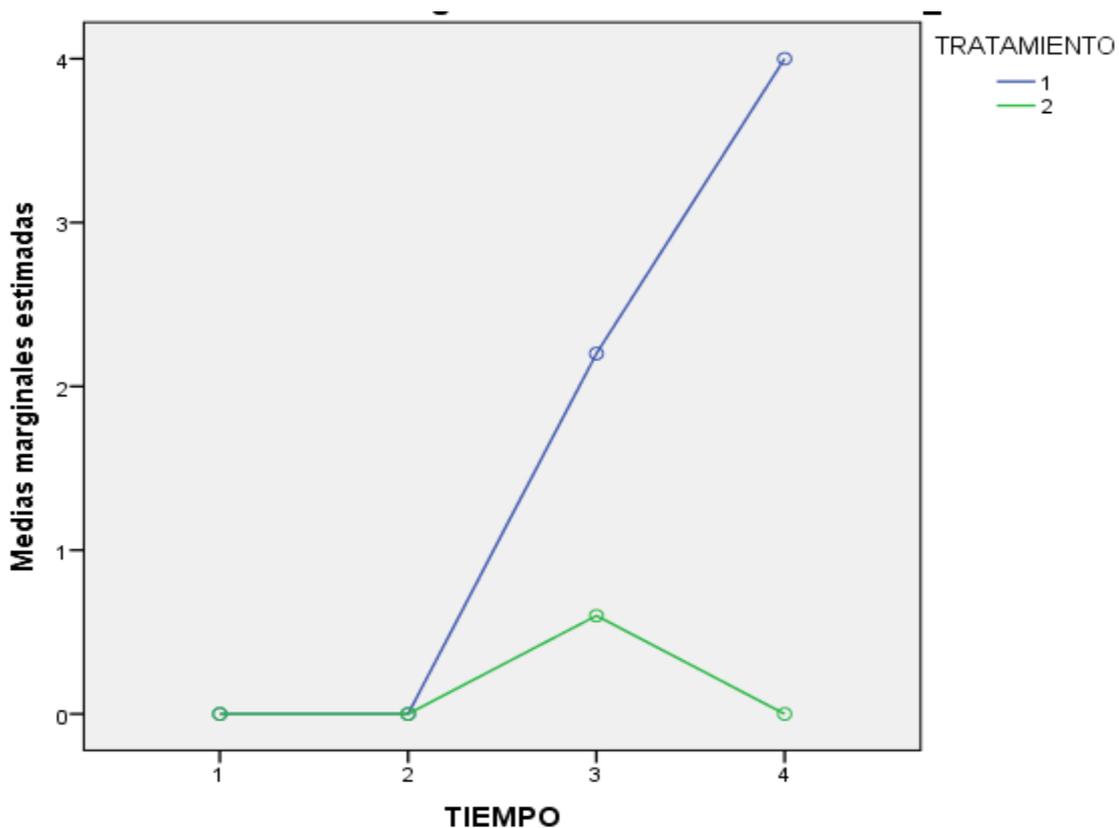
Origen	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Grupo	12.250	0.008	0.605

Fuente: Base de datos

Comparando los dos tratamientos (exposición ambiental y sumersión) se aprecia que la diferencia en el desarrollo de la especie *Thaumasiochaeta* no fue significativa expresado en un valor $F= 12.250$, una significancia estadística con valor de $p= 0.008$ y un Eta parcial al cuadrado= 0.605, lo que muestra que no existió diferencia estadística en el efecto sobre los sujetos expuestos a diferentes tratamientos.

GRÁFICO N° 10

GRAFICO DE MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS PARA EL DESARROLLO DE LA ESPECIE *THAUMASIOCHAETA* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL (TRATAMIENTO 1) Y SUMERSIÓN (TRATAMIENTO 2)



Fuente: Base de datos propia

Se aprecia un mayor desarrollo en cuanto a la media de individuos de la especie *Thaumasiochaeta* en los cadáveres en exposición ambiental.

TABLA N° 33

**ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LA ESPECIE *OPHYRA SP* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.308	4.499	0.056	0.692

Fases de grupo	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.308	4.499	0.056	0.692

Fuente: Base de datos

En el análisis de varianza intra-sujetos se estableció un efecto substancial en las fases de descomposición expresado en un valor de Lambda de Wilks de 0.308, un valor de F= 4.499, una significancia estadística expresada en un valor de P= 0.056 y un Eta parcial al cuadrado= 0.692, esto demuestra que en ambos medios se presentó un incremento en el desarrollo de la especie *Ophyra sp* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica.

El análisis de varianza mixto inter-sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de tratamiento (exposición ambiental y sumersión) en el desarrollo de la especie *Ophyra sp* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica, en este caso se aprecia que no existe una interacción significativa entre los tratamientos y los períodos de descomposición cadavérica, expresado en un Lambda de Wilk de 0.308, un

valor de $F= 4.499$, una significancia estadística expresada en $p= 0.056$ y un Eta parcial cuadrada= 0.692.

TABLA N° 34

PRUEBA DE EFECTOS INTER-SUJETOS DE LA ESPECIE *OPHYRA SP* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

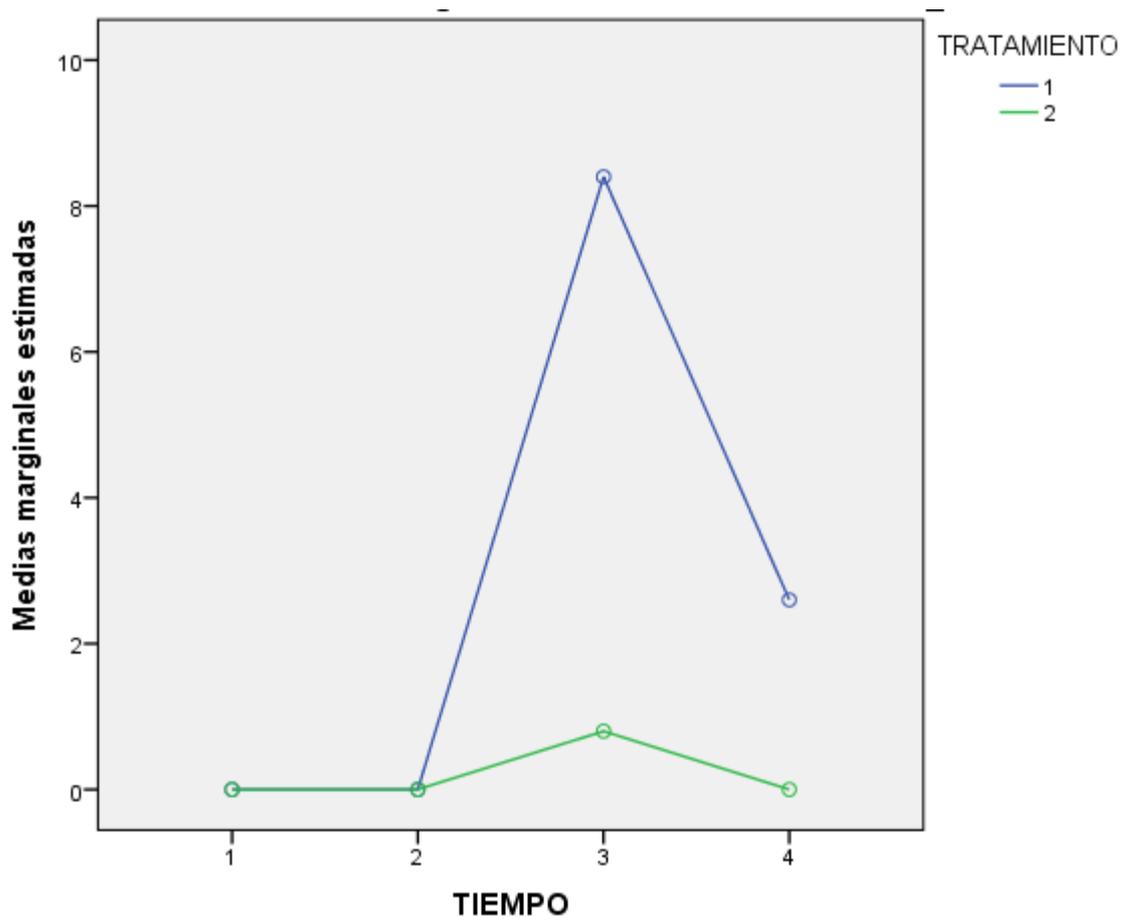
Origen	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Grupo	19.030	0.002	0.704

Fuente: Base de datos

Comparando los dos tratamientos (exposición ambiental y sumersión) se aprecia que la diferencia en el desarrollo de la especie *Ophyra sp* no fue significativa expresado en un valor $F= 19.030$, una significancia estadística con valor de $p= 0.002$ y un Eta parcial al cuadrado= 0.704, lo que muestra que no existió diferencia estadística en el efecto sobre los sujetos expuestos a diferentes tratamientos.

GRÁFICO N° 11

GRAFICO DE MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS PARA EL DESARROLLO DE LA ESPECIE *OPHYRA SP* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL (TRATAMIENTO 1) Y SUMERSIÓN (TRATAMIENTO 2)



Fuente: Base de datos propia

Se aprecia un mayor desarrollo en cuanto a la media de individuos de la especie *Ophyra sp* en los cadáveres en exposición ambiental.

TABLA N° 35

**ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LA ESPECIE *LISPE SP* EN
CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A
CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN**

Fases	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.178	9.246	0.011	0.822

Fases de grupo	Valor	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Lamba de Wilks	0.302	4.620	0.053	0.698

Fuente: Base de datos

En el análisis de varianza intra-sujetos se estableció un efecto substancial en las fases de descomposición expresado en un valor de Lambda de Wilks de 0.178, un valor de F= 9.246, una significancia estadística expresada en un valor de P= 0.011 y un Eta parcial al cuadrado= 0.822, esto demuestra que en ambos medios se presentó un incremento en el desarrollo de la especie *Lispe sp* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica.

El análisis de varianza mixto inter-sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de tratamiento (exposición ambiental y sumersión) en el desarrollo de la especie *Lispe sp* a través de las diferentes fases de descomposición cadavérica, en este caso se aprecia que no existe una interacción significativa entre los tratamientos y los períodos de descomposición cadavérica, expresado en un Lambda de Wilk de 0.302, un

valor de $F= 4.620$, una significancia estadística expresada en $p= 0.053$ y un Eta parcial cuadrada= 0.698.

TABLA N° 36

PRUEBA DE EFECTOS INTER-SUJETOS DE LA ESPECIE *LISPE SP* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

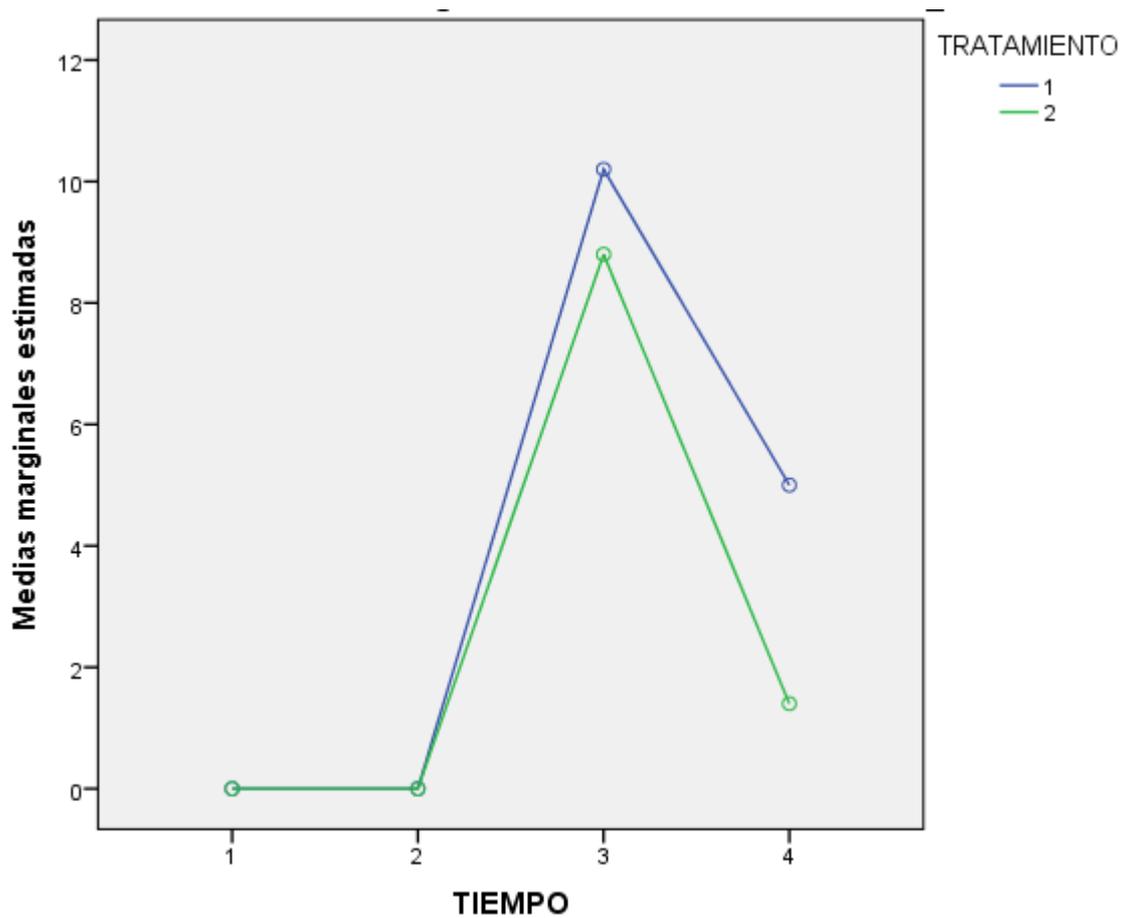
Origen	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Grupo	24.821	0.001	0.756

Fuente: Base de datos

Comparando los dos tratamientos (exposición ambiental y sumersión) se aprecia que la diferencia en el desarrollo de la especie *Lispe sp* no fue significativa expresado en un valor $F= 24.821$, una significancia estadística con valor de $p= 0.001$ y un Eta parcial al cuadrado= 0.756, lo que muestra que no existió diferencia estadística en el efecto sobre los sujetos expuestos a diferentes tratamientos.

GRÁFICO N° 12

GRAFICO DE MEDIAS MARGINALES ESTIMADAS PARA EL DESARROLLO DE LA ESPECIE *LISPE SP* EN CADÁVERES DE BIOMODELOS ANIMALES EXPUESTOS A CONDICIONES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL (TRATAMIENTO 1) Y SUMERSIÓN (TRATAMIENTO 2)



Fuente: Base de datos propia

Se aprecia un mayor desarrollo en cuanto a la media de individuos de la especie *Lispe sp* en los cadáveres en exposición ambiental.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

I. DIFERENCIAS ESTADÍSTICAS DE LAS ESPECIES DE INTERÉS FORENSE PRESENTES EN LOS CADÁVERES DE CERDOS (*SUS SCROFA*) EN DESCOMPOSICIÓN EN ESTADO DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y SUMERSIÓN

Los procesos de descomposición en las dos condiciones propuestas se estudiaron mediante el análisis de la varianza de cada una de las especies que se presentaron, este análisis busca comparar la forma en que las especies se distribuyeron empleando como parámetro básico de comparación el número de individuos que se presentaron en cada una de las unidades de análisis.

Siendo así, las especies que se presentaron de manera común fueron:

- **DIFERENCIAS EN EL DESARROLLO DE LOS SUJETOS SEGÚN TIPO DE EXPOSICIÓN:** En la investigación demostró que el desarrollo de las especies de entomofauna de interés forense se presentó en mayor número en los sujetos (biomodelos) puestos en exposición ambiental; así se obtuvo medias muy superiores en este grupo frente a los sujetos que fueron puestos en sumersión.

El análisis de varianza mixto inter-intra sujetos se realizó para evaluar el efecto de los dos tipos de exposición (medio ambiente y sumersión) en el desarrollo de entomofauna, a través de las diferentes fases de descomposición (fase 1, fase 2, fase 3 y fase4), en este caso existe una interacción significativa entre los periodos de descomposición y los medios

de exposición ya que en ambos casos el incremento en el número de especies se dio de manera sucesiva a lo largo de los procesos de descomposición cadavérica existiendo un mayor desarrollo de especies en los sujetos dejados en exposición ambiental; datos que son congruentes con numerosos estudios sobre todo en relación a desarrollo de la entomofauna forense tal cual lo detallan investigadores como Linares (25), Pizango y Cachi (40), Montenegro (57), Villada y col (66).

- **DIFERENCIAS EN LA ESPECIE *HIDROTAEA SP*:** Esta especie se presentó de manera similar en los cerdos sometidos a ambas condiciones en el período enfisematoso, en los cerdos sometidos a la condición de exposición ambiental el número de individuos fue mayor, para este caso los sujetos 9 y 10 tuvieron el mayor número de individuos (15 y 11 respectivamente) mientras que para los cerdos en estado de sumersión el número de individuos fue mucho menor, en este caso los sujetos 2 y 3 tuvieron el mayor número de individuos siendo igual en cuanto a su número (3 en cada sujeto).

Realizado el análisis de la varianza para cada situación se presenta una significancia estadística de 0.000 lo que revela la consistencia estadística de los datos obtenidos y el nivel de significancia de los resultados, en referencia a estos datos Salazar (13), Ivorra (16), Domínguez (24) y Núñez (43) señalan la importancia de las condiciones ambientales como elementos intervinientes en el desarrollo de la entomofauna forense, por ello el número de insectos de la especie *Hidrotaea sp* identificados según el tipo de

tratamiento estaría en relación a que esta especie posee una mayor afinidad por la humedad del ambiente en el cual se colocaron los sujetos en estado de sumersión.

- **DIFERENCIAS EN LA ESPECIE *MUSCA DOMESTICA*:** Esta especie se presentó de manera similar en los cerdos sometidos a ambas condiciones en el período enfisematoso, sin embargo, de manera previa la mosca doméstica se presentó en la fase cromática en los cerdos sometidos a la exposición ambiental en este caso los sujetos 6 y 8 (7 individuos en cada uno), posteriormente la forma de presentación de esta especie se revierte según la condición en que fueron sometidos los sujetos, así en la fase enfisematosa la especie *Musca doméstica* se presentó en un mayor número en los sujetos sometidos a un estado de sumersión en forma importante de forma que los sujetos 5 y 1 el número de individuos fue de 31 y 22 para cada uno; por otro lado en los cerdos sometidos a la condición de exposición ambiental el número de individuos fue menor, para este caso los sujetos 7 y 10 tuvieron el mismo número de individuos (2).

Realizado el análisis de la varianza para cada situación se presenta una significancia estadística de 0.000 lo que revela la consistencia estadística de los datos obtenidos y el nivel de significancia de los resultados, Campos-Granados (56), Amézquita (64), Carvalho (67) y Aguilar (72) señalan la importancia de las condiciones de ambientales como elementos intervinientes en la desarrollo de la entomofauna forenses, por tanto, se plantea como explicación al mayor desarrollo de insectos en el tratamiento

de exposición ambiental estaría en relación a las condiciones de mayor conservación de los cadáveres en condiciones de sumersión.

- **DIFERENCIAS EN LA ESPECIE *SYNTHESIOMYIA NUDISETA*:**

Esta especie se presentó de manera similar en los cerdos sometidos a ambas condiciones en el período enfisematoso, sin embargo, de manera previa la mosca doméstica se presentó en la fase cromática en los cerdos sometidos a la exposición ambiental en este caso los sujetos 6, 7 y 9 (4 individuos en cada uno), posteriormente la forma de presentación de esta especie se revierte según la condición en que fueron sometidos los sujetos, así en la fase enfisematosa la especie *Synthesiomyia nudiseta* se presentó en un mayor número en los sujetos sometidos a un estado de sumersión en forma importante de forma que los sujetos 1 y 3 el número de individuos fue de 44 y 40 para cada uno; por otro lado en los cerdos sometidos a la condición de exposición ambiental el número de individuos fue menor, para este caso los sujetos 8 y 9 tuvieron un número de individuos de 6 y 5 respectivamente.

Realizado el análisis de la varianza para cada situación presenta una significancia estadística de 0.000 lo que revela la consistencia estadística de los datos obtenidos y el nivel de significancia de los resultados, las investigaciones de Elizondo-Delgado, Troyo y Calderón-Arguedas (35), Castro (36), Remedios (46) y Vasconcelos, Moura y Barreto (51) indicarían que, las diferencias en cuanto al número de insectos en menor número para el caso de los sujetos en estado de sumersión estaría en relación al enlentecimiento de la descomposición cadavérica asociada a la mayor

conservación del cadáver por el estado de humedad y baja temperatura que le brinda el agua fría.

- **DIFERENCIAS EN LA ESPECIE *CORRENTOSIA SP*:** Esta especie se presentó de manera similar en los cerdos sometidos a ambas condiciones en el período enfisematoso y coalicuativo, sin embargo, de manera previa la especie *Correntosia sp* se presentó en la fase cromática en los cerdos sometidos a la exposición ambiental en este caso los sujetos 6, 7, 8 y 10 (1 individuo en cada uno), posteriormente la forma de presentación de esta especie se revierte según la condición en que fueron sometidos los sujetos, así en la fase enfisematosa y coalicuativo la especie incrementó su presentación.

Correntosia sp se presentó en un mayor número en los sujetos sometidos a un estado de sumersión en forma importante de forma que los sujetos 3 y 5 el número de individuos fue de 12 y 10 para cada uno para la fase enfisematosa, esta misma especie en la fase coalicuativa se eleva a 26 y 18 individuos en los sujetos 5 y 2; por otro lado en los cerdos sometidos a la condición de exposición ambiental el número de individuos fue menor en número, para este caso los sujetos 6,7,8 y 10 tuvieron un número de individuos de 1 encada uno de ellos, esta especie no presentó ningún individuo en la fase enfisematosa para volver a presentarse en la fase coalicuativa pero en menor número de individuos ya que solo se identificaron 5 individuos en los sujetos 6,8 y 9.

Realizado el análisis de la varianza para cada situación se presenta una significancia estadística de 0.001 lo que revela la consistencia estadística de los datos obtenidos y el nivel de significancia de los resultados, para este caso el menor número de insectos que se observaron en los sujetos en estado de sumersión también estarían en relación al ambiente de baja temperatura y humedad que el propio tratamiento le brinda, resultados que guardan relación a los resultados de otras investigaciones como las de Yat (52), Montenegro (57), Villada y col. (66), así como Stanford (70).

- **DIFERENCIAS EN LA ESPECIE *EURYOMMA SP*:** Esta especie se presentó de manera similar en los cerdos sometidos a ambas condiciones en el período enfisematoso y coalicuativo, sin embargo, de manera previa la especie *Euryomma sp* se presentó en la fase cromática en los cerdos sometidos a la exposición ambiental en este caso los sujetos 6, 7, 8 y 10 (1 individuo en cada uno), posteriormente la forma de presentación de esta especie se revierte según la condición en que fueron sometidos los sujetos, así en la fase enfisematosa y coalicuativo la especie *Euryomma sp* se presentó en un mayor número en los sujetos sometidos a un estado de sumersión en forma importante de forma que los sujetos 3 y 5 el número de individuos fue de 12 y 10 para cada uno para la fase enfisematosa, esta misma especie en la fase coalicuativa se eleva a 18 y 26 individuos en los sujetos 2 y 5; por otro lado en los cerdos sometidos a la condición de exposición ambiental el número de individuos fue menor en número, para este caso en la fase cromática los sujetos 6,7,8 y 10 tuvieron un número de

individuos de 1 encada uno de ellos, esta especie no presentó ningún individuo en la fase enfisematosa para volver a presentarse en la fase coalicuativa pero en menor número de individuos ya que solo se identificaron 5 individuos en los sujetos 6,8 y 9.

Realizado el análisis de la varianza para cada situación se presenta una significancia estadística de 0.001 lo que revela la consistencia estadística de los datos obtenidos y el nivel de significancia de los resultados, comparando el número de insectos presentes en ambos tratamientos se aprecia que estos se presentaron en mayor número en los sujetos expuestos al medio ambiente, estudios en relación al desarrollo de esta especie entre los que se encuentran los de Latorre (22), Díaz-Martín y Saloña-Bordas (23) y Olea (27) indicarían que esta situación estaría en relación a la exposición al sol lo que generaba unas condiciones de temperatura más elevadas en relación a los sujetos en estado de sumersión lo que aceleró los procesos de descomposición y con ello la proliferación de los insectos.

- **DIFERENCIAS EN LA ESPECIE *PIOPHILA CASEI*:** Esta especie se presentó de manera similar en los cerdos sometidos a ambas condiciones en el período enfisematoso y coalicuativo, en la fase enfisematosa y coalicuativo la especie *Piophila casei* se presentó en un mayor número en los sujetos sometidos a un estado de sumersión en forma importante sobre todo en los sujetos 4 y 1 el número de individuos fue de 45 y 35 para cada uno para la fase enfisematosa, esta misma especie en la fase coalicuativa registra 42 y 32 individuos en los sujetos 1 y 2; por otro lado en los cerdos

sometidos a la condición de exposición ambiental el número de individuos fue menor en número, para este caso en la fase enfisematosa solo presenta 1 individuo en los cerdos 1 y 2 para mantener el mismo número de individuos en los sujetos 6 y 9.

Realizado el análisis de la varianza para cada situación se presenta una significancia estadística de 0.001 lo que revela la consistencia estadística de los datos obtenidos y el nivel de significancia de los resultados, estos resultados en cuanto al menor número de insectos para los sujetos en estado de sumersión se hallarían en relación al estado de conservación que le brinda la temperatura en la cual se halla el agua en el medio ambiente el que actuaría como un sistema de refrigeración natural cuya actividad es la de retrasar los procesos de descomposición datos comparables a los obtenidos por Andrade-Herrera y col (8), Mariani, Varel y DEmaria (15), Linares (25) y Firmino y col (37).

- **DIFERENCIAS EN LA ESPECIE *ERISTALIS BOGOTENSIS*:** Esta especie se presentó de manera similar en los cerdos sometidos a ambas condiciones en el período enfisematoso y coalicuativo, en la fase enfisematosa y coalicuativo la especie *Eristalis bogotensis* se presentó en un mayor número en los sujetos sometidos a un estado de sumersión en forma importante sobre todo en los sujetos 2 y 5 el número de individuos fue de 44 y 28 para cada uno para la fase enfisematosa, esta misma especie en la fase coalicuativa registra 71 y 46 individuos en los sujetos 3 y 5; por otro lado en los cerdos sometidos a la condición de exposición ambiental el

número de individuos fue menor en número, para este caso en la fase enfisematosa solo presenta 5 individuos en el cerdo 10 y 3 individuos en los cerdos 6, 8 y 9 para luego disminuir a 1 individuo en los sujetos 6, 7 y 10.

Realizado el análisis de la varianza para cada situación se presenta una significancia estadística de 0.001 lo que revela la consistencia estadística de los datos obtenidos y el nivel de significancia de los resultados, estos resultados muestran una correlación en cuanto a sus datos con los de Pizango y col (40), Ramos y col (45), Castillo y col (50), así como Arbeláez (71) donde en ambos tratamientos se presentaron los mismos insectos, sin embargo, el mayor número de las mismas se aprecia en los sujetos de exposición ambiente por la mayor velocidad de descomposición que les brindo la exposición a un medio ambiente seco y con alta temperatura el cual incremento la descomposición de los cadáveres respecto a los sometidos a sumersión.

- **DIFERENCIAS EN LA ESPECIE *THAUMASIOCHAETA*:** Esta especie se presentó de manera similar en los cerdos sometidos a ambas condiciones en el período enfisematoso y coalicuativo, en la fase enfisematosa y coalicuativo la especie *Thaumasiochaeta* se presentó en un mayor número en los sujetos sometidos a un estado de sumersión donde en los sujetos 2 y 5 el número de individuos fue de 3 para cada uno para la fase enfisematosa, esta misma especie en la fase coalicuativa registra 6 individuos en el sujeto 3 y 4 individuos en los sujetos 1 y 2; por otro lado en los cerdos sometidos a la condición de exposición ambiental el número de

individuos fue menor en número, para este caso en la fase enfisematosa solo presenta 1 individuo en el cerdo 6,8 y 10 para luego no presentarse ninguno en la fase coalicuativa.

Realizado el análisis de la varianza para cada situación se presenta una significancia estadística de 0.001 lo que revela la consistencia estadística de los datos obtenidos y el nivel de significancia de los resultados lo mismo que se sugiere en las investigaciones de Grisales y col (55) y Armani y col (49).

- **DIFERENCIAS EN LA ESPECIE *OPHYRA SP*:** Esta especie se presentó de manera similar en los cerdos sometidos a ambas condiciones en el período enfisematoso y coalicuativo, en la fase enfisematosa y coalicuativo la especie *Ophyra sp* se presentó en un mayor número en los sujetos sometidos a un estado de sumersión donde en los sujetos 2 y 5 el número de individuos fue de 3 para cada uno para la fase enfisematosa, esta misma especie en la fase coalicuativa registra 6 individuos en el sujeto 2, mientras que 4 individuos en los sujetos 1 y 2; por otro lado en los cerdos sometidos a la condición de exposición ambiental el número de individuos fue menor en número, para este caso en la fase enfisematosa solo presenta 1 individuo en el cerdo 6,8 y 10 para luego no presentarse ninguno en la fase coalicuativa.

Realizado el análisis de la varianza para cada situación se presenta una significancia estadística de 0.001 lo que revela la consistencia estadística de los datos obtenidos y el nivel de significancia de los resultados, este análisis

muestra un mayor número de individuos (insectos) en los sujetos (cerdos) expuestos al medio ambiente, los cuales como ya se mencionó se hallaban a mayor temperatura ambiente frente a los sujetos en estado de sumersión, algo que se considera también como factor a considerarse para el desarrollo de la entomofauna forense por Ramos y Wolff (47), Battan y col (68), así como Centeno (73).

- **DIFERENCIAS EN LA ESPECIE *LISPE SP*:** Esta especie se presentó de manera similar en los cerdos sometidos a ambas condiciones en el período enfisematoso y coalicuativo, en la fase enfisematosa y coalicuativo la especie *Lispe sp* se presentó en un mayor número en los sujetos sometidos a un estado de sumersión donde en los sujetos 1 y 3 el número de individuos fue de 12 y 11 para cada uno de ellos para la fase enfisematosa, esta misma especie en la fase coalicuativa registra 4 individuos en el sujeto 1, mientras que 3 individuos en los sujetos 2 y 5; por otro lado en los cerdos sometidos a la condición de exposición ambiental el número de individuos fue menor en número, para este caso en la fase enfisematosa solo presenta 1 individuo en el cerdo 6,7, 9 y 10 para luego no presentarse ninguno en la fase coalicuativa.

Realizado el análisis de la varianza para cada situación se presenta una significancia estadística de 0.001 lo que revela la consistencia estadística de los datos obtenidos y el nivel de significancia de los resultados, para esta especie de insectos también el comportamiento fue similar a los casos anteriores, esto es, un mayor número de insectos en favor de los sujetos que

se colocaron en exposición ambiental por la condición de mayor velocidad de descomposición en comparación con los sujetos en estado de sumersión lo que guarda relación con lo descrito por Iannacone (6), Andrade-Herrera (8), Magaña (14) y Núñez (36).

II. DURACIÓN DE LAS FASES DE DESCOMPOSICIÓN CADAVÉRICA

En cuanto a las fases de la descomposición cadavérica, esta se ajustó en cuanto a su presentación a los períodos descritos por Anderson y VanLaerhoven (1,2,5), de esta forma los modelos pasaron por las fases de estado fresco, enfisematoso, de descomposición y de esqueletización; en nuestro estudio cada una de ellas presento una duración variable e incluso diferentes a las descritas en otros trabajos similares realizados tanto a nivel mundial como nacional además al no existir algún trabajo previo realizado en Huancayo y siendo el más próximo el realizado por Pesceros (5) en Huarochiri (Sierra de Lima) se hace de especial importancia el momento en que se presentaron cada una; el hecho de contar con cadáveres en exposición ambiental así como en estado de sumersión también agrega una mayor riqueza de información ya que en una investigación de carácter criminalística es de gran importancia contar con información que permita aproximar el tiempo o data de muerte en un cadáver hallado en estado de descomposición avanzada (12,15-18).

Nuestra investigación demuestra a través de sus datos que las condiciones de altura (3,250 m.s.n.m.) se hallan 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. (20), Salazar J. (9) y Galván E. (10) señalaron como necesarios para la reducción de un cadáver a estado esquelético 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 experimento 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. (20), Salazar J. (9) y Galván E. (10) establecen 2 días, 12 horas y 24 horas para este período, mientras que Peceros (5) señala 2 días; para la etapa cromática nuestra investigación estableció una

duración de 2 días mientras que Sarmiento V. y Padilla S. (20), Salazar J. (9) y Galván E. (10) establecen 3 días, 5 días y 4 días para este período, siendo para Peceros (5) 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. (20), Salazar J. (9) y Galván E. (10) 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 (5); 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. (20), 6 días para Salazar J. (9) y 5 días para Galván E. (10), siendo para Peceros (5) 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. (20), Salazar J. (9) y Galván E. (10) establecen 11, 15 y 40 días para este período, siendo para Peceros (5) de 44 días de duración. Esta cronología confirma la afectación de las condiciones de altura sobre la duración de todas las fases de descomposición en cadáveres expuestos al medio ambiente.

En cuanto al cadáver en estado de sumersión, el agua en la cual se ubicaron los cadáveres (Temperatura de -1°C a -2°C) habría actuado como un “sistema de refrigeración natural” que retardó los procesos de descomposición cadavérica, este fenómeno conservador ha sido descrito en diferentes estudios y tratados donde se le atribuye a las bajas temperaturas la propiedad de actuar retrasando los procesos de descomposición cadavérica, lo cual se produciría por el enlentecimiento de los procesos de putrefacción, el enlentecimiento de la putrefacción estaría asociado a reacciones de tipo conservadores los cuales

al modificar las características morfológicas de un cadáver en estado de descomposición y en diferentes formas de exposición ambiental hacen que sea necesario contar con información correspondiente a la región central del país donde al no existir información previa no se cuenta con parámetros referenciales que consideren las condiciones específicas de esta parte del país y que sirvan para establecer la data de la muerte en un cadáver hallado en estado de putrefacción y en condiciones de exposición tanto ambiental como de sumersión.

III. ORDEN CRONOLÓGICO DE LA SUCESIÓN DE INSECTOS NECRÓFAGOS

La sucesión entomológica representa un sistema progresivo de presentación de insectos los cuales hacen su aparición en el cadáver las especies de insectos producto –en un primer momento- de la ovoposición de las especies que se posan sobre el cadáver con el fin de alimentarse y luego de la generación de especies a partir de la materia en proceso de putrefacción; la sucesión entomológica representa una de los más fiables métodos para establecer el intervalo de muerte para el caso de cadáveres hallados en avanzado estado de descomposición. (6, 12, 15-18, 63)

Nuestro estudio estableció la sucesión entomológica por órdenes sucesivas siguiendo un patrón progresivo que va incluye en forma cronológica las siguientes: *Díptera*, *Coleóptera*, *Himenóptera*, *Neuróptera* y *Lepidóptera*, esta sucesión sin embargo, se presentó de manera distinta en las unidades de análisis en estado de sumersión donde el orden cronológico de presentación de

las especies entomológicas sólo incluyeron: *Díptera* y *Lepidóptera*; esto indica pues que los patrones entomológicos son similares a los presentados en otros trabajos demostrando que son las especies voladoras las que más rápido acceden al cadáver expuestos a diferentes condiciones dado la cualidad de poseer alas lo que les permite desplazarse y ubicarse sobre el cadáver de manera que la colocación de sus huevecillos genera a su vez la presentación de larvas que con la posterior emergencia de los individuos adultos permite la identificación específica de las especies. (9, 11-16, 64-68)

En cuanto a las especies halladas las identificadas se presentaron de forma sucesional insectos de interés forense pertenecientes a las familias: *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Piophilidae* y *Fannidae*, estas fueron determinadas también en diferentes trabajos previos lo cual confirma que son estas especies las primeras en aparecer en cadáveres en estado de putrefacción, en nuestro caso la especie *Lucilla sericata* fue de gran interés dado que muestra similitud con el estudio de Peceros –desarrollado en condiciones casi similares a las de nuestro trabajo- (5, 65-73).

CONCLUSIONES

1. Existen diferencias significativas en el desarrollo de diferentes especies de entomofauna forense que se presenta en biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión. (p=0.000)

2. Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Hidrotaea sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión a partir de la fase enfisematosa y cualicuativa ($p=0.030$ y 0.428 respectivamente).
3. Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Musca doméstica* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión a partir de las fases cromática, enfisematosa y coalicuativa ($p=0.000$, 0.000 y 0.040 respectivamente).
4. Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Synthesiomyia nudiseta* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión a partir de las fases cromática, enfisematosa y cualicuativa ($p=0.011$, 0.022 y 0.016 respectivamente).
5. Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Correntosia sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión a partir de las fases cromática, enfisematosa y cualicuativa ($p=0.029$, 0.003 y 0.081 respectivamente).
6. Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Euryomma sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión a partir de las fases enfisematosa y cualicuativa ($p=0.283$ y 0.000 respectivamente).

7. Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Piophilha casei* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión a partir de las fases enfisematosa y cualicuativa ($p=0.005$ y 0.006 respectivamente).
8. Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Eristalis bogotensis* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión a partir de las fases enfisematosa y cualicuativa ($p=0.059$ y 0.030 respectivamente).
9. Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Thaumasiochaeta* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión a partir de las fases enfisematosa y cualicuativa ($p=0.447$ y 0.065 respectivamente).
10. Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Ophyra sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión a partir de las fases enfisematosa y cualicuativa ($p=0.000$ y 0.009 respectivamente).
11. Existe diferencia significativa en el desarrollo de la especie *Lispe sp* en los cadáveres de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión a partir de las fases enfisematosa y cualicuativa ($p=0.197$ y 0.029 respectivamente).
12. Las fases de descomposición cadavérica que existe en biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión varían de manera notable en cuanto a duración; por otro

lado, en cuanto a la presentación de las diferentes fases del proceso de descomposición, un cadáver en condiciones de exposición ambiental atraviesa por todas las fases hasta la de esqueletización en tanto los cadáveres en condiciones de sumersión llegan hasta la fase cualicuativa.

13. El orden cronológico con que se presenta la sucesión de insectos necrófagos que participan en los procesos de descomposición cadavérica de biomodelos animales (*Sus scrofa*) en estado de descomposición en condiciones de exposición ambiental y sumersión varía de manera notable, hallándose un mayor número de especies en los cadáveres sometidos a condiciones de exposición ambiental.

RECOMENDACIONES

Al Instituto de Medicina Legal por intermedio del Médico Jefe de la Unidad Médico Legal III Junín:

1. Establecer como marco referencial para estimar el tiempo aproximado de muerte en cadáveres en avanzado estado de descomposición la sucesión entomológica que se detalla como resultado de la investigación realizada.
2. Sugerir la realización de estudios de entomofauna de interés forense en cada una de las regiones del país, de manera que se obtengan parámetros referenciales de sucesión entomológica validadas para cada punto geográfico de Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Villanueva, E. Medicina Legal y Toxicología. Edit. Elsevier. 2018 7ma edición
2. Muñoz J., Giner, S. Manual de medicina y toxicología forense. Edit. Publicaciones de la Universidad de Alicante. 2016. España
3. Bonaventure M. Medicina Legal. Edit. Hardpress Publishing. 2019
4. Orizaba, S. Medicina Legal. Edit. Coyoacan. Mexico 2013
5. Peceros, F. Sucesión entomológica asociada a procesos de descomposición de carcasas de cerdo (*Sus scrofa* 1758) en la provincia de Huarochirí. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú, 2011.
6. Iannacone, J.: Antropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callao, Perú. *Revista Brasileira de Zoología*. 2003; 20(1): 85-90.
7. Gines E, Alcántara M, Calderón C, Infante C, Villacorta M. Entomofauna de interés forense asociada a restos cadavéricos de cerdos (*Sus scrofa* L.), expuestos a condiciones de campo en Lambayeque-Perú. *Rev Peru Entomol*. 2015;50:1-11.
8. Andrade-Herrera, Ruiz-González, Córdova-Espinoza. Estudio comparativo de insectos asociados a cadáveres de cobayas en dos formas de muerte en Castilla, Piura (Perú). *Cuad. med. forense* 2018; .24(1-2):6-13
9. 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. Rev. de la Facultad de Ciencias*. 2009; 13(1): 21-32

10. Galván E. Estudio de la microbiología y entomología forense en la determinación del tiempo de muerte. [tesis de Pregrado]. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2013.
11. Hernández, M. Fundamentos de medicina legal. Mc Graw Hill. 2013
12. Takajashi, F. Medicina Forense. 2019. Edit. Manual Moderno. España
13. Salazar J. Insecto de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo – Venezuela. Rev Peru Med Exp Salud Publica 2006; 23 (1): 33-38
14. Magaña, C. La entomología forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte. Aracnet. 2001; 28 (7): 49—57.
15. Mariani, R.; Varela, G.; Demaria, M.: Entomología forense: Los insectos y sus aportes a la investigación criminal. Div. Entomológica. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 2008; 1:1-18
16. Ivorra, T. *Synthesiomyia nudiseta* (diptera muscidae) y su importancia en entomología forense e investigación aplicada. [Tesis de Pregrado]. Alicante: Universidad de Alicante; 2015.
17. Fiscalía de la Nación. Manual de procedimientos de la diligencia de levantamiento de cadáveres. Febrero; 2017
18. Castillo, M. Principales especies de coleópteros necrófagos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la Litera (Huesca). Graellsia. 2001; 57(1): 85-90.

19. Ospina, M.: Insectos asociados a fenómenos de descomposición cadavérica en cerdo blanco (sus scrofa) en el Municipio de Mosquera (Cundinamarca). *Acta Biológica Colombiana*. 2002; 7(2):65
20. 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* 2014; 17(1): 135-141.
21. Paulete, J. *Manual de Entomología Forense*. Brasil Edit Jhmizuno. 2014
22. Latorre L. Relación de la entomofauna asociada a la descomposición de cuerpos de cerdo con el tiempo de sumersión posmortem (ISPM) en un ecosistema lentic de la sabana de Bogotá. [Tesis de Posgrado]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2010
23. Díaz-Martín, Saloña-Bordas. Arthropods of forensic interest associated to pig carcasses in Aiako Harria natural park (basque country, northern Spain). *Ciencia Forense*. 2015: 207–228
24. Domínguez, A. Influencia de la altitud en la composición de comunidades de moscas necrófagas de importancia forense (Diptera: Calyptratae) en la provincia de Napo. [Tesis de Pregrado]. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2017.
25. Linares, L. Sucesión de entofauna cadavérica sarcosaprofaga asociada a la descomposición cadavérica, utilizando cerdo doméstico *Sus Scrofa* (Linnaeus, 1758), como modelo animal en dos estaciones del año en el pedregal provincia Caylloma-Arequipa [Tesis de Pregrado]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín; 2016.

26. Murrugara, V. Sucesión de artropofauna en cadáveres de cerdos (*Sus scrofa* L., 1758), en Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú. [Tesis de Posgrado]. Lima: Universidad mayor de San Marcos; 2016.
27. Olea, S. Estructura de comunidades de dípteros caliptrados saprófagos (Diptera: Calyptratae) en áreas urbanizadas y naturales en la Patagonia Septentrional. [Tesis de Posgrado]. Buenos Aires: Universidad de La Plata; 2017.
28. Rodríguez, J. & Salazar, J. Sucesión de la entomofauna cadavérica a partir de un biomodelo con vísceras de res. *Salus*, 2014. 18(2), 35-39.
29. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), disponible en <https://www.senamhi.gob.pe/>
30. Farrell J, Whittington AE, Zalucki MP. A review of necrophagous insects colonising human and animal cadavers in south-east Queensland, Australia. *Forensic Sci Int*. 2015; 257:149-154
31. Aguirre SJ, Barragán A. Datos preliminares de la entomofauna cadavérica en la provincia de Pichincha Ecuador. *Rev Ecuat Med Cienc Biol*. 2015;36:67-72.
32. Grzywacz, Ogiela. Identificación de Muscidae (Diptera) de importancia médico-legal mediante medidas de ala. *Parasitol Res* . 2017; 116 (5): 1495–1504.
33. Velásquez, Y. Contribución al conocimiento de los Calliphoridae y Sarcophagidae sarcosaprófagos presentes en un agrosistema del sureste de la península Iberica. *Ciencia forense*, 2015; 12(1), 193-206.

34. Villanueva, D. & Seclen, C. Entomofauna forense y su utilidad en la estimación del intervalo postmortem en cadáveres ahorcados de cerdos (*Sus scrofa* L.) Chiclayo Perú, mayo- octubre 2015. [Tesis de pregrado]. Chiclayo: Universidad Pedro Ruiz Gallo; 2016.
35. Elizondo-Delgado J, Troyo A, Calderón-Arguedas O. Determinación del intervalo post mortem mínimo (IPM) basado en un modelo de acumulación térmica con una cepa de *Lucilia eximia* (dipstera: Calliphoridae) de Costa Rica. *Revbiomed.* 2019; 30 (2): 51-58
36. Nuñez J, Salazar J, Tocci N. Dípteros de importancia forense en adyacencias de la morgue del Hospital Adolfo Prince Lara, Puerto Cabello, Edo. Carabobo-Venezuela. *Salus*, 2016; 20 (1), 22-26.
37. Firmino A, dos Santos E, Creão A. Díptera (Insecta) de importância forense da região Neotropical. *Entomotropica.* 2014; 29:77-94.
38. Pizango-Pérez J, Cachi-Rios F, Acosta-Diaz A, Zárate-Gómez R, Gines-Carrillo E. Entomofauna de interés forense asociada a la descomposición de *Sus scrofa domesticus* (Cerdo doméstico) en la Amazonía peruana. *Cienc amaz* 2019; 7(1): 21 – 36.
39. Castro, M. 2017. Sucesión de entomofauna cadavérica en un ambiente de campo natural, utilizando como biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa* L.). Tesis de maestria. PEDECIBA Biología, opción Zoología. Universidad de la República de Uruguay

40. Pizango J, Cachi F. Entomofauna de interés forense asociada a la descomposición de sus scrofa l. 1758 "cerdo doméstico" expuestos al sol y sombra en Iquitos – Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 2018
41. Cardozo S, Núñez E, Balelto I. Estudio de la entomofauna sucesional incorporada a la descomposición cadavérica, con la presentación casuística en la ciudad de Encarnación-Paraguay. Rev. cient. estud. investig. 2019; 8(1), 11-20.
42. Zamira, S. Entomología Forense: Los insectos en la escena del crimen. Entomología Forense Colombia. 2015.
43. Núñez R, Liria S. Sucesión de la entomofauna cadavérica a partir de un biomodelo con vísceras de res. Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud. Valencia, Venezuela. 2014; 18(2): 35 – 39.
44. Sharma R, Kumar R, Gaur J. Various methods for the estimation of the post mortem interval from Calliphoridae: A review. Egypt J Forensic Sci. 2015; 5:1-12.
45. Ramos PY, Velasquez-Valencia A, Wolff M. Preliminary study of insects associated to indoor body decay in Colombia. Revista Brasileira de Entomologia. 2014. 58(4): 326 – 332.
46. Remedios M. Sucesión de entomofauna cadaverica en cuerpos de Sus scrofa L., (cerdo blanco) en un ambiente de bosque. Tesis de maestria en ciencias biológicas, facultad de ciencias. Universidad de la república de Montevideo. 2014.

47. Ramos P, Wolff M. Postmortem interval estimation based on *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) in a forensic case in the Andean Amazon, Caquetá, Colombia. *Acta Amazónica*. 2017. 47(4): 369 – 374.
48. Gonzales A, Gonzales L, Martínez I, Archilla F, Jiménez G. Análisis patológico y entomológico de unos restos humanos hallados en una zanja de Granada (España). *Revista Española de Medicina Legal*. 2011; 37 (3): 113-116
49. Armani AP, Centeno ND, Dahinten SL. Primer estudio de antropodofauna cadavérica sobre modelos experimentales porcinos en el noreste de la provincia del Chubut, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 2015; 74(3)123–132.
50. Castillo P, Sanabria C, Monroy F. Insectos de importancia forense en cadáveres de cerdo (*Sus Scrofa*) en La Paz Bolivia. *Medicina Legal de Costa Rica*. 2017; 34 (1): 1-9
51. Vasconcelos SD, Moura T, Barreto T. Diversity of Forensically-Important Dipteran Species in Different Environments in Northeastern Brazil, with Notes on the Attractiveness of Animal Baits. *Florida Entomologist*. 2015; 98(2) 770–775.
52. Yat A. Muestra de la biodiversidad entomológica presente en un cadáver de ave de corral, en el municipio de Sacapulas, Quiche. [Tesis de licenciatura]. México: Universidad Rafael Landívar; 2018.
53. Igareta A, Mariani R, Varela G, Teileche, T. Insectos en contextos urbanos: su rol como evidencia en un caso de reuso de objetos del siglo XIX. *Revista de Arqueología*. 2019; 23(2):135-154.

54. Padonou GG y col. First evidence of forensic entomology revealed the presence of arthropods on rabbit carrion in Cotonou, Benin (West Africa). *IJER*. 2017; 2(6): 94–98.
55. Grisales D, Lecheta M, Aballay F, Barros C. A key and checklist to the Neotropical forensically important “Little House Flies” (Diptera: Fanniidae). *Zoología*. 2016; 33:1-16.
56. Campos-Granados y col. Study of the Diptera and Coleoptera entomofauna associated with a pig carcass (*Sus scrofa domestica* Linnaeus) in a rural area of the Yucatán State, Mexico. *Revista Chilena de Entomología* 2019; 45(3): 363-378.
57. Montenegro V. Entomofauna sucesional y caracterización de las fases de descomposición cadavérica en cerdo (*Sus scrofa domesticus* Erxleben). [Tesis de licenciatura]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 2018.
58. Zamora L. Antropofauna asociada a cadáveres de *Sus scrofa* (porcino) en la Provincia de Lambayeque durante el 2007. [Tesis de pregrado]. Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque; 2014.
59. Cabezas E., Andrade D., Torres J. Introducción a la metodología de la investigación científica. Edit. ESPE. Primera edición electrónica. 2018
60. Ley de protección y bienestar animal [En línea]. *El Peruano*. 2012 [Fecha de acceso 11 de julio de 2018]. URL disponible en: <http://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/30407.pdf>
61. Vicéns, J., Herrarte, A., Medina, E. Análisis de la Varianza (ANOVA). 2015

62. Instituto Nacional de Salud. Procedimiento para el uso de animales de laboratorio en el Instituto Nacional de Salud. [en línea]. Perú; 2012. [Citado: 12 de mayo 2016]. Disponible en https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/RJ_Y_MANUAL_DE_PROCEDIMIENTOS_CIEA_1.pdf.
63. Comité Estadístico Interinstitucional de la Criminalidad (CEIC). Homicidios en el Perú, contándolos uno a uno 2011-2016. Informe estadístico N°5. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática; 2017.
64. Amézquita, S. Evaluación de trampas schoenly modificadas y el muestreo tradicional en la captura de múscidos (díptera: muscidae) en el proceso de descomposición del cerdo doméstico. Tesis de Maestría. [Pontificia Universidad Javeriana] Colombia. 2017. Disponible en https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/38757/AmezquitaGalindoSandraLiliana2017_anexo.pdf?sequence=2&isAllowed=y
65. Zanetti N, Visciarelli E, Centeno N. Trophic roles of scavenger beetles in relation to decomposition stages and seasons. *Rev. Bras. Ent.* 2015. 59(2): 132–137.
66. Villada S, Ospina F, G-Dias L, Stévez JV. Diversidad de insectos acuáticos en quebradas impactadas por agricultura y minería, Caldas Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 2017; 65(4):1635– 1659.
67. Carvalho LM, Costa C, Menezes JM. A new species of *Sarcophartiopsis* (Insecta, Diptera, Sarcophagidae) from mangrove forests in the Brazilian

- Amazon, with a key to species identification. *Acta Amaz.* 2017; 47(4):149–354.
68. Battán M, Bellis LM, Gleiser RM. Diversity of necrophagous blowfly (Diptera: Calliphoridae) of medical and veterinary importance in urban environments in Córdoba (Argentina). *Caldasia.* 2016; 38(1):183–195.
69. Pachar JV. La investigación pericial forense de los cuerpos mutilados. *Revista de ciencias forenses de Honduras.* 2015; 1(2):20–33.
70. Stanford S, Medina RG, Dávila JP, Amhed A. Artrópodos sarcosaprófagos asociadas a tres zonas en un bosque mesófilo de montaña en Huauchinango, Puebla, México. *Bol. Soc. Mex. Ento.* 2017; 4:93–97.
71. Arbeláez J. Dipterofauna de importancia forense asociada a cadáveres de *Cavia Porcellus* en dos sectores de la ciudad de Guayaquil. Tesis de licenciatura. 2019, Universidad de Guayaquil. Ecuador
72. Aguilar, P. (2016). Análisis de la putrefacción a través de la representación plástica del cuerpo-cadáver en la morgue. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, España
73. Centeno, C. (2016). Entomología forense: dípteros de interés criminalístico en el fundo la esperanza, sector La Yaguara, Municipio Libertador del estado Carabobo (Tesis de maestría). Universidad de Carabobo, Venezuela.
74. Iqbal, M., Ueland, M., Forbes, S. Recent advances in the estimation of postmortem interval in forensic taphonomy. *Australian Journal of Forensic Sciences.* 2018; 618(4), 1–17.

75. Aguirre, S, Barragán, A. Datos preliminares de la entomofauna cadavérica en la provincia de Pichincha, Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*.2015; 36(1), 65–70.
76. Anderson G. y Hobischak N. Decomposition of carrion in the marine environment in British Columbia, Canada. [Int J Legal Med](#). 2004 118(4):206-9.

ANEXOS

ANEXO N° 01: FOTOGRAFÍAS



Fotografía N° 01. Sujetos de experimentación



Fotografía N° 02. Alimento balanceado brindado a los sujetos de experimentación

Fotografía N° 03. Preparación del alimento balanceado



Fotografía N° 04. Seguimiento de los sujetos de experimentación



Fotografías N° 05 y 06. Control de peso y desarrollo de los sujetos de experimentación



Fotografía N° 07. Seguimiento de los sujetos de experimentación hasta alcanzar los 10 Kg de peso en promedio



Fotografías N°08. Preparación de las jaulas de aislamiento para los animales de experimentación



Fotografía N° 09. Traslado de las jaulas de aislamiento de los sujetos de experimentación al área de desarrollo del experimento



Fotografías N°10. Traslado de los sujetos de experimentación, se hallan distribuidos de manera aleatoria en dos grupos de cinco cada uno



Fotografía N° 11 Preparación de jaulas de aislamiento para sujetos de experimentación del grupo 01, exposición ambiental



Fotografía N° 12 Preparación de jaulas de aislamiento para sujetos de experimentación del grupo 02, sumersión



Fotografía N° 13. Colocación en las jaulas de aislamiento de los sujetos de experimentación del grupo 01, exposición ambiental



Fotografía N° 14. Colocación en las jaulas de aislamiento de los sujetos de experimentación del grupo 02, sumersión



Fotografía N° 15. Instalación de carpa-mosquitero sobre las jaulas de aislamiento de los sujetos de experimentación



Fotografía N° 16. Colocación final de carpa-mosquitero sobre las jaulas de aislamiento de los sujetos de experimentación



Fotografía N° 17. Proceso de descomposición de los animales de experimentación del grupo 01, exposición ambiental



Fotografía N° 18. Proceso de descomposición de los animales de experimentación del grupo 02, sumersión



Fotografías N° 19 y 20. Captura de insectos (entomofauna) de interés forense en las carpas de aislamiento de los animales de experimentación



Fotografías N° 21 y 22. Captura, fijación y almacenaje primario de los insectos (entomofauna) capturada en las carpas de aislamiento



Fotografías N° 23 y 24. “cultivo” de las larvas colectadas antes de su remisión para identificación



Fotografía N° 25. Almacenaje de las colectas antes de su remisión para identificación.



Fotografías N° 26. Preparación de los insectos para identificación, cada taper consiga: sujeto, fecha y número de insectos por colecta



Fotografía N° 27. Remisión de las colectas para identificación



Fotografías N° 28. Preparación de los insectos para identificación, cada taper consiga: sujeto, fecha y número de insectos por colecta



Fotografía N° 29. Proceso de identificación de los insectos (entomofauna) por intermedio de un pantoscopio

ANEXO N° 02: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Operacionalización de las Variables Independientes			
Variables	Definición		
	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Entomofauna Forense	Sucesión	Especies entomológicas de interés forense	Número de individuos

Operacionalización de las Variables Dependientes			
Variables	Definición		
	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
Estado Post-mortem	Tiempo post-mortem	<ul style="list-style-type: none"> • Fase Cromática • Fase Enfisematosa • Fase Colicuativa • Fase Esquelética 	Método observacional
Parámetros Ambientales	Clima de sierra	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Humedad 	Msnm Grados Celsius Humedad relativa
Desarrollo de especies de entomofauna forense	Desarrollo de las especies	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de colonias • Número de sujetos 	Número de individuos por sesión de caza

ANEXO N° 03:

HOJA DE REGISTRO DE DATOS PARA VARIABLES AMBIENTALES

LUGAR:

Fecha	Hora	Medición del Perímetro Abdominal	Temperatura Rectal	Temperatura Ambiental	Humedad Relativa Ambiental

Continúa hasta alcanzar 30 días

ANEXO N° 06

**HOJA DE REGISTRO DE DATOS PARA FENÓMENOS CADAVÉRICOS
TEMPRANOS**

LUGAR:

.....

DATOS DE DESHIDRATACIÓN													
Fecha	Hora	Labial		Mancha Esclerótica Derecha			Mancha Esclerótica Izquierda			Opacidad Corneal Derecha		Opacidad Corneal Izquierda	
		A	P	A	T	P	A	T	P	A	P	A	P

Leyenda:

A = Ausente

T = Tenue

P = Presente

ANEXO N° 09

**HOJA DE REGISTRO DE DATOS PARA PRESENTACIÓN DE FAUNA
CADAVÉRICA**

LUGAR:

.....

DATOS DE FAUNA CADAVÉRICA			
Fecha	Sitio de colección	Fecha de emergencia del primer adulto	Fecha de emergencia del último adulto