



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DE DOCTOR EN BIOLOGÍA

**ESTUDIO BIONÓMICO DE LA COLEOPTEROFAUNA DE INTERÉS FORENSE EN
CONDICIONES NATURALES Y CONTROLADAS EN EL ÁREA DE BAHÍA BLANCA
(PROV. BUENOS AIRES, ARGENTINA)**

Lic. Noelia Inés Zanetti

BAHÍA BLANCA

ARGENTINA

2013

PREFACIO

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Biología, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia durante el período comprendido entre el 1 de Junio de 2010 y 29 de Noviembre de 2013, bajo la dirección del Dr. Néstor D. Centeno de la Universidad Nacional de Quilmes (Director) y la Dra. Elena C. Visciarelli (Directora asistente).

Firma del Alumno



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el/...../....., mereciendo la calificación de(.....).

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Néstor D. Centeno, por su sencillez y por haberme dado la oportunidad de investigar bajo su guía.

A la Dra. Elena C. Visciarelli, por los momentos compartidos y por aceptarme como estudiante de postgrado y becaria.

A la Dra. Adriana A. Ferrero, por su confianza y amistad.

Al Lic. Ricardo Camina, por el asesoramiento estadístico.

Al Ing. Irigoyen y al Sr. Vélez, por su buena predisposición.

Al Lic. Carlos Zotelo, por el aporte de datos meteorológicos.

A la Dra. Mariana Chani Posse, a los Dres. Gustavo Flores, Fernando Aballay y Cesar Milton, y al Sr. Armando Cicchino, por su colaboración en la determinación o corroboración de algunos ejemplares.

A las Dras. Adriana Ferrero y María Rosa Pratt, al Dr. Daniel Tanzola y a la Lic. Verónica Arias, por el préstamo de algunos instrumentos y/o materiales de laboratorio.

Al Lic. Marcelo Pereyra y a Carlos Weis y sus compañeros, por ser tan serviciales.

A las instituciones y/u organismos que contribuyeron a la realización de este trabajo:

Al Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional del Sur.

Al Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes.

A la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur.

A la Secretaría de Investigación de la Universidad Nacional de Quilmes.

A la Cátedra de Parasitología Clínica de la Universidad Nacional del Sur.

Al Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur.

Al Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Nacional del Sur.

Al Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS).

A la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Buenos Aires La Provincia.

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

A mis compañeros de cátedra.

A mis padres por todo lo brindado y por estar a mi lado.

A mis hermanas por los buenos momentos vividos en la infancia.

A mis seres queridos que aunque no puedo verlos, están junto a mí.

A mis mascotas que en algún momento de mi vida compartieron su amistad y compañía.

RESUMEN

Los procesos de descomposición cadavéricos son un fenómeno ecológico asimilable a una sucesión heterotrófica, del que participan diversos insectos tales como: dípteros, coleópteros, himenópteros. Los coleópteros constituyen uno de los grupos predominantes en términos de diversidad y abundancia, su rango de importancia va desde lo económico a lo forense. Existen varias familias de coleópteros que participan de los procesos de descomposición de cadáveres de vertebrados, cumpliendo un rol trófico determinado y criando allí sus larvas. Ciertas características de dicho proceso tales como las etapas de la descomposición, pueden experimentar cambios debido a su localización geográfica. En Argentina, la temática referida a la fauna cadavérica ha sido poco abordada, particularmente en relación a los coleópteros.

A fin de estudiar diferentes aspectos de la taxocenosis de coleópteros de interés forense en un área de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina, se realizaron cuatro experiencias correspondientes a cada estación del año, utilizando como modelo experimental cadáveres de cerdo, los que fueron muestreados en forma diaria, junto con trampas de caídas.

Se reconocieron cinco etapas de descomposición: Fresca, Hinchada, Descomposición Activa, Descomposición Avanzada y Restos. El proceso de descomposición fue más largo en Invierno. Respecto de la coleopterofauna, en total se encontraron en estado adulto, 12 familias y más de 54 especies de coleópteros de importancia forense con hábitos necrófagos, necrófilos y omnívoros. Se reportaron nuevos registros de interés forense para la provincia de Buenos Aires, Argentina y Sudamérica.

Se evaluó la diversidad específica y abundancia promedio total de coleópteros hallados. La diversidad específica se comportó de manera similar entre las etapas de descomposición en cada una de las estaciones, Invierno y F+H resultaron la estación y etapa menos diversas, respectivamente. Por el contrario, la abundancia mostró interacción. Excepto en Verano, en todas las estaciones el número de coleópteros fue en aumento desde el inicio del proceso de descomposición, alcanzando el máximo en la Descomposición Avanzada.

Por otra parte, se estudió la abundancia de las familias encontradas. Se observó que el número de ejemplares de Dermestidae, Staphylinidae, Histeridae, Cleridae y Scarabaeidae por etapa de descomposición, no se comportó de manera similar entre estaciones. Tenebrionidae no presentó diferencias en ninguna de sus fuentes de variación. Además se analizó la composición de familias de coleópteros. Dermestidae predominó en Invierno durante todo el proceso; Staphylinidae en la etapa F+H durante Primavera, Verano y Otoño; e Histeridae y Cleridae en las siguientes etapas durante dichas estaciones. Más aún, estas dos últimas familias pudieron separarse en dos grupos.

Se analizó la abundancia y composición respecto de sus roles tróficos. Los necrófilos presentaron la mayor riqueza específica y abundancia. Los tres grupos (necrófilos, necrófagos y omnívoros) se encontraron en todas las estaciones. Las abundancias mostraron ciertas diferencias respecto de la frecuencia relativa. Los necrófilos (principalmente los estafilínidos) dominaron en las etapas tempranas, compartiendo la etapa Hinchada con los derméstidos (necrófagos) en Invierno. Los necrófagos fueron el gremio dominante durante el Invierno principalmente en las dos últimas etapas de la descomposición. Los omnívoros mostraron un mayor dominio en Verano durante la Descomposición Avanzada y Restos.

Se colectaron larvas de Dermestidae, Histeridae, Tenebrionidae, Carabidae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Nitidulidae y Cleridae. Invierno fue la estación con mayor cantidad de ejemplares y en general, estos se observaron y/o abundaron en la Descomposición Avanzada y Restos.

Por otra parte, ambos métodos de muestreo (cadáveres y trampas de caída) se compararon para cada familia. En la mayoría de las familias se observó discrepancia por los métodos. Por lo que la complementación de ambas metodologías es importante y no debe obviarse.

A fin de estudiar los ciclos de vida bajo condiciones controladas de algunas especies, se cultivaron ejemplares de *Dermestes maculatus*, *Necrobia rufipes* y *Nitidula carnaria*, colectados en las experiencias de campo.

En el caso de *D. maculatus* se analizó el ciclo vital a cuatro temperaturas constantes (20°C, 24°C, 27°C, 30°C). Además se estudiaron parámetros morfométricos de larvas y pupas de *D. maculatus*; se analizaron dichos parámetros

en relación al tiempo transcurrido y al estado larval; y a su vez, se evaluó el efecto de la temperatura. Se halló que la duración promedio del desarrollo embrionario, de los cuatro primeros estadios larvales, del estado pupal y de la duración total del ciclo, disminuyeron con el aumento de la temperatura. Se encontró que el desarrollo a todas las temperaturas presentó siete estadios larvales, registrándose además en el experimento de $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, un octavo estadio larval. Hasta el cuarto estadio larval se observó un comportamiento unimodal, mientras que se halló que el quinto estadio constituyó un punto decisivo en el desarrollo del individuo, determinando principalmente un comportamiento bimodal. En todas las temperaturas se encontró que a mayor número de estadios, más largo fue el desarrollo larval. En las poblaciones se observó un descenso en el tiempo que tarda el ciclo larval a medida que aumentaba la temperatura, siendo el modelo hiperbólico el que mejor ajustó. Se registró una relación positiva entre los parámetros morfométricos. Además se encontraron ciertos efectos de la temperatura sobre el desarrollo de las larvas y pupas lo que es interesante no sólo desde el aspecto biológico sino también del forense.

Las condiciones de cría que se emplearon son nuevas para *N. carnaria* y las reportadas para *N. rufipes* son distintas a las descritas en otros trabajos. Además, los datos del ciclo de vida de *N. carnaria* y también de la descripción de la larva madura, son los primeros en Sudamérica.

Por último, se evaluaron los efectos tafonómicos que *D. maculatus* puede causar en tejidos de un cadáver. Tanto el estado adulto como el larval produjeron diferentes tipos de marcas como hoyos, estriaciones, rasguños y depresiones en distintos tipos de tejido como tegumentario, conectivo y muscular, en estado fresco y seco. Los márgenes de los hoyos no fueron perfectamente redondos debido a las mordidas de los insectos. También se observaron artefactos en la carne y hueso vacunos.

Resultados preliminares sobre la acción de *N. rufipes* en tejido porcino indicarían que los efectos tafonómicos aparecen más tarde que los de *D. maculatus*. Es decir, los cléridos parecerían ser más lentos al consumir tejidos.

ABSTRACT

The cadaveric decomposition processes are ecological phenomena which can resemble heterotrophic succession and diverse insects such as dipteran, beetles, hymenopteran, participate in it. The beetles constitute one of the predominant groups in terms of diversity and abundance, their range of importance goes from economic to forensic topics. There are several families of beetles which take part in the decomposition of vertebrate cadavers, having a specific trophic role and rearing their larvae in that substrate. Certain characteristics of that process such as the stages of decomposition, can suffer changes due to the geographic localization. In Argentina, the subject referred to cadaveric fauna has been little addressed, particularly in relation to beetles.

To study different aspects of the taxocenosis of beetles of forensic interest in an area of Bahía Blanca, province of Buenos Aires, Argentina, were performed four experiences, one per each season of the year, using pig cadavers as an experimental model which were sampled diary together with pitfall traps.

Five stages of decomposition were recognized: Fresh, Bloated, Active Decay, Advanced Decay and Remains. The process of decomposition was longer in winter. Respect to the beetle fauna, a total of 12 families and more than 54 species of beetles of forensic importance with necrophagous, necrophilous and omnivorous habits were found in adult stage. New reports of forensic interest were registered for Buenos Aires province, Argentina and South America.

The specific diversity and average total abundance of beetles were evaluated. The specific diversity behaved similarly between stages of decomposition in each season, winter and F+B were the season and stage less diverse, respectively. To the contrary, the abundance showed interaction. Except in summer, in all seasons the number of beetles increased from the beginning to the end of the decomposition process, reaching the maximum value in the Advanced Decay.

Also the abundance of the families was studied. The number of specimens of Dermestidae, Staphylinidae, Histeridae, Cleridae and Scarabaeidae per decomposition stage did not behave in a similar manner between seasons. Tenebrionidae did not present differences in any of their variation sources. Besides, the composition of beetle families was analysed. Dermestidae predominated in

winter during all the decomposition process; Staphylinidae in F+B stage during spring, summer and autumn; and Histeridae and Cleridae in the next stages during these seasons. Moreover, these two families could be separated into two groups.

The abundance and composition with respect to their trophic roles were analysed. Necrophiles presented the mayor specific richness and abundance. Three groups (necrophiles, necrophages and omnivores) were found in all seasons. Abundance showed certain differences respect to the relative frequency. Necrophiles (principally rove beetles) dominated in the early stages shearing the Bloated stage with dermestids (necrophages) in winter. Necrophages were the dominant guild during winter principally in the last two stages. Omnivores showed a major dominance in summer during Advanced Decay and Remains.

Larvae of Dermestidae, Histeridae, Tenebrionidae, Carabidae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Nitidulidae and Cleridae were collected. Winter was the season with more specimens and in general, they were observed or were more abundant in the Advanced Decay and Remains.

Both sampling methods (pig cadavers and pitfall traps) were compared for each family. In the majority of the families was observed discrepancy for both methods. So the complementation of both methodologies is important and must not be omitted.

To study the life cycles of some species under controlled conditions, specimens of *Dermestes maculatus*, *Necrobia rufipes* and *Nitidula carnaria* collected from field experiences were cultured.

In the case of *D. maculatus* was analysed the life cycle at four constant temperatures (20°C, 24°C, 27°C, 30°C). Besides were studied the morphometric parameters of larvae and pupae of *D. maculatus*, were analysed these parameters in relation to time and larval stages; and also, was evaluated the temperature effect. It was found that the average duration of the embryonic development, of the first four larval stages, of the pupal stage and of the total duration of the cycle decreased with increasing temperatures. Seven larval stages were observed at all temperatures, registering also at 20°C ± 0.1°C, an eighth stage. Until the fourth larval stage was found an unimodal behaviour, while the fifth stage was a decisive point in the development of the individual, determining principally a bimodal behaviour. In all the temperatures, was found that when the number of stages was major, the larval

development was longer. In all populations was observed that when temperature increased, the time spent as larva decreased, being the hyperbolic model the best adjustment. A positive relation was registered between morphometric parameters. Besides certain effects of the temperature over the developments of larvae and pupae were found, being these results of biological and forensic interest.

The rearing conditions used for *N. rufipes* are different from those reported in other works. Besides, data of the life cycle and rearing of *N. carnaria* and also a description of the mature larva are the first in South America.

Lastly, was evaluated the thaphonomic effects that *D. maculatus* can cause in cadaver tissues. In both adult and larval stages, was observed different types of marks such as holes, striations, scratches and depressions in various types of tissues such as tegumentary, connective and muscular, in fresh and dried stages. The margins of holes were not perfectly rounded because of the insect bites. Also were registered artefacts in flesh and bone of cow.

Preliminary results of *N. rufipes*'s action in pig tissue could indicate that the thaphonomic effects appear later than those caused by *D. maculatus*, meaning that clerids probably could be slower consuming tissues than dermestids.

INDICE

Capítulo 1:	1
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 Definición y Aplicación de la Entomología Forense	1
1.2 Historia de la Entomología Forense	1
1.3 Aplicaciones de la entomología forense	3
1.3.1 Entomotoxicología	3
1.3.2 Entomología molecular	3
1.3.3 Aspectos parasitológicos y maltrato o negligencia	4
1.3.4 Aspectos sanitarios	5
1.3.5 Artefactos producidos por artrópodos	6
1.3.6 Relación con la antropología y arqueología	7
1.3.7 Aspectos alimenticios y comerciales	7
1.4 Perspectivas a futuro	7
1.5 Definición de descomposición	8
1.5.1 Descomposición y fauna cadavérica	9
1.6 Sucesión de artrópodos	11
1.7 Clasificación de los artrópodos según el rol que poseen en el cadáver (Leclercq, 1976)	12
1.8 Factores que influyen en el proceso de descomposición, sucesión y PMI	13
1.8.1 Efectos de la geografía	14
1.8.2. Estacionalidad	14
1.8.3 Efecto de la radiación solar	15
1.8.4 Efectos de la temperatura y humedad	15
1.8.5 Grado de asociación con el ser humano	16
1.8.6 Efectos del sustrato	17
1.8.7 Efectos de la ubicación del cuerpo, latitud y altitud	18
1.9 Estimación del PMI	19
1.10 Insectos de interés forense	21
1.10.1 Orden Coleoptera	22

1.10.2 Coleópteros cadavéricos	23
1.10.2.1 Carabidae	23
1.10.2.2 Cleridae	24
1.10.2.3 Dermestidae	24
1.10.2.4 Histeridae	25
1.10.2.5 Hydrophilidae	25
1.10.2.6 Leiodidae	26
1.10.2.7 Nitidulidae	26
1.10.2.8 Scarabaeidae	27
1.10.2.9 Silphidae	27
1.10.2.10 Staphylinidae	28
1.10.2.11 Tenebrionidae	29
1.10.2.12 Trogidae	29
CAPÍTULO 2:	31
ESTUDIO BIONÓMICO DE LA COLEOPTEROFAUNA CADAVÉRICA	
BAJO CONDICIONES NATURALES	31
PRIMERA PARTE	31
2.A.1 Introducción	31
2.A.2 Materiales y métodos	32
2.A.2.1 Zona de estudio	32
2.A.2.2 Períodos de estudio	34
2.A.2.3 Biomodelo	34
2.A.2.4 Materiales	35
2.A.2.5 Procedimiento	37
2.A.2.6 Análisis estadístico de los datos	39
2.A.3 Resultados	41
2.A.3.1 Proceso de descomposición durante las cuatro experiencias	41
2.A.3.2 Análisis de variables ambientales	44
2.A.3.3 Abundancia promedio total de coleópteros adultos	

encontrados en cadáveres porcinos, por etapa de descomposición y estación	49
2.A.3.4 Abundancia promedio total de coleópteros cadavéricos adultos recolectados en las trampas experimentales y control, por etapa de descomposición y estación	50
2.A.3.5 Abundancia promedio total de coleópteros adultos capturados en las trampas experimentales, por etapa de descomposición durante cada estación	50
2.A.3.6 Abundancia promedio de cada familia encontrada en estado adulto, en los cuerpos porcinos por estación	51
2.A.3.6.1 Invierno	52
2.A.3.6.2 Primavera	52
2.A.3.6.3 Verano	53
2.A.3.6.4 Otoño	54
2.A.3.6.5 Resumen de las abundancias de las familias más representativas recolectadas en estado adulto, en los cadáveres durante cada estación	55
2.A.3.7 Abundancia promedio de cada familia encontrada en estado adulto, en las trampas experimentales por estación	56
2.A.3.7.1 Invierno	56
2.A.3.7.2 Primavera	57
2.A.3.7.3 Verano	58
2.A.3.7.4 Otoño	59
2.A.3.7.5 Resumen de las abundancias de las familias más representativas recolectadas en estado adulto, de las trampas experimentales por estación	60
2.A.3.8 Abundancia promedio estacional de las familias encontradas sobre cadáveres por estadio de descomposición	61
2.A.3.8.1 Invierno	61
2.A.3.8.2 Primavera	63
2.A.3.8.3 Verano	65
2.A.3.8.4 Otoño	66

2.A.3.9 Abundancia promedio estacional de familias capturadas en las trampas experimentales por etapa de descomposición	68
2.A.3.9.1 Invierno	69
2.A.3.9.2 Primavera	70
2.A.3.9.3 Verano	72
2.A.3.9.4 Otoño	73
2.A.3.10 Análisis de la asociación de coleópteros cadavéricos con etapas de la descomposición y estaciones del año	75
2.A.3.11 Abundancia promedio total de larvas de coleópteros halladas en los cadáveres, por etapa de descomposición y estación	78
2.A.3.12 Abundancia promedio total de larvas de coleópteros halladas en las trampas experimentales, por cada etapa de descomposición y estación	78
2.A.3.13 Abundancia promedio de larvas de coleópteros de cada familia recolectadas en los cadáveres por estación	79
2.A.3.14 Abundancia promedio de larvas de coleópteros de cada familia recolectada en las trampas experimentales por estación	80
2.A.3.15 Abundancia promedio de cada familia observada en estado larval en los cuerpos, en relación al proceso de descomposición por estación	81
2.A.3.16 Abundancia promedio de cada familia colectada en estado larval en las trampas experimentales, durante las etapas de descomposición por estación	83
SEGUNDA PARTE	85
2.B.1 Introducción	85
2.B.2 Materiales y métodos	85
2.B.3 Resultados	85
2.B.3.1 Especies encontradas en los experimentos de campo	86
2.B.3.2 Diversidad específica de coleópteros adultos encontrados en cadáveres porcinos, por etapa de descomposición y estación	87
2.B.3.3 Abundancia promedio estacional de las especies halladas	

en los cadáveres	88
2.B.3.3.1 Invierno	88
2.B.3.3.2 Primavera	89
2.B.3.3.3 Verano	90
2.B.3.3.4 Otoño	91
2.B.3.3.5 Resumen de la abundancia promedio estacional de las especies recolectadas de los cadáveres	92
2.B.3.4 Diversidad específica de coleópteros adultos encontrados en las trampas experimentales por etapa de descomposición y estación	93
2.B.3.5 Abundancia promedio estacional de las especies halladas en las trampas experimentales	94
2.B.3.5.1 Invierno	94
2.B.3.5.2 Primavera	95
2.B.3.5.3 Verano	96
2.B.3.5.4 Otoño	96
2.B.3.5.5. Resumen de la abundancia promedio estacional de las especies recolectadas en las trampas	97
2.B.3.6 Abundancia promedio de cada especie observada en los cadáveres, por etapas de descomposición durante cada estación	98
2.B.3.7 Abundancia estacional promedio de las especies capturadas en trampas experimentales en cada etapa de descomposición	103
2.B.3.8 Roles tróficos	108
2.B.3.8.1 Abundancia promedio de coleópteros encontrados en los cuerpos de acuerdo a sus roles tróficos	108
2.B.3.8.1.1 Necrófilos	108
2.B.3.8.1.2 Necrófagos	109
2.B.3.8.1.3 Omnívoros	110
2.B.3.8.2 Gremios de coleópteros adultos hallados en los cadáveres según sus roles tróficos, durante cada etapa de descomposición y estación	111
2.B.3.8.3 Abundancia promedio de coleópteros adultos capturados en las trampas de acuerdo a sus roles tróficos	113

2.B.3.8.3.1 Necrófilos	114
2.B.3.8.3.2 Necrófagos	114
2.B.3.8.3.3 Omnívoros	115
2.B.3.8.4 Gremios de coleópteros adultos hallados en las trampas experimentales, de acuerdo a sus roles tróficos, por etapa de descomposición y estación	116
2.B.4 Discusión	119
2.B.4.1 Generalidades	119
2.B.4.2 Asociación de coleópteros con las etapas de descomposición y estaciones	121
2.B.4.3 Histeridae	122
2.B.4.4 Dermestidae	123
2.B.4.5 Cleridae	125
2.B.4.6 Staphylinidae	126
2.B.4.7 Nitidulidae	128
2.B.4.8 Trogidae	128
2.B.4.9 Tenebrionidae	129
2.B.4.10 Scarabaeidae	130
2.B.4.11 Carabidae	130
2.B.4.12 Anthicidae	131
2.B.4.13 Melyridae	132
2.B.4.14 Archeocrypticidae	132
2.B.4.15 Roles tróficos	132
 CAPÍTULO 3:	 134
 COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS DE MUESTREO: CADÁVERES VERSUS TRAMPAS DE CAÍDA	 134
3.1 Introducción	134
3.2 Materiales y métodos	135
3.3 Resultados	139

3.3.1 Subestimación o sobreestimación de la abundancia de cada familia debido al método de muestreo	139
3.4 Discusión	141
CAPÍTULO 4:	144
ESTUDIO BIONÓMICO DE LA COLEÓPTEROFAUNA CADAVÉRICA BAJO CONDICIONES CONTROLADAS	144
4.1 Introducción	144
4.1.1 Biología de <i>D. maculatus</i>	144
4.1.2 Biología de <i>N. rufipes</i>	146
4.1.3 Biología de <i>N. carnaria</i>	147
4.2. Materiales y métodos	148
4.2.1 Establecimiento de las colonias de <i>D. maculatus</i> , <i>N. rufipes</i> y <i>N. carnaria</i>	148
4.2.2 Cría de a diferentes temperaturas	150
4.2.3 Análisis estadístico	151
4.2.4 Estudio de la morfología externa de la larva madura de <i>N. carnaria</i>	153
4.3 Resultados	153
4.3.1 <i>Dermestes maculatus</i>	153
4.3.1.1 Generalidades	153
4.3.1.2 Desarrollo embrionario: tiempo de eclosión y período como huevo	156
4.3.1.3 Desarrollo post-embrionario: ciclo larval	156
4.3.1.4 Desarrollo post-embrionario: pupas	176
4.3.1.5 Desarrollo total	177
4.3.2 <i>Necrobia rufipes</i>	179
4.3.3 <i>Nitidula carnaria</i>	181
4.3.3.1 Ciclo biológico	181
4.3.3.2 Descripción de la larva madura	182
4.4 Discusión	185

4.4.1 <i>Dermestes maculatus</i>	185
4.4.2 <i>Necrobia rufipes</i>	192
4.4.3 <i>Nitidula carnaria</i>	193
CAPÍTULO 5	194
EFFECTOS TAFONÓMICOS: ACCIÓN DE COLEÓPTEROS CARROÑEROS EN TEJIDOS DE MAMÍFEROS	194
5.1 Introducción	194
5.2 Materiales	198
5.3 Procedimiento	199
5.4 Resultados	199
5.4.1. Marcas tafonómicas realizadas por <i>D. maculatus</i>	199
5.4.2 Marcas tafonómicas realizadas por <i>N. rufipes</i>	212
5.5 Discusión	216
CONCLUSIONES	219
BIBLIOGRAFÍA	224
TRABAJOS DERIVADOS DE ESTA TESIS HASTA LA FECHA	291

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Definición y Aplicación de la Entomología Forense

El estudio de los insectos y otros artrópodos asociados a un cadáver constituye la entomología médico-legal o forense. Es una combinación de conocimientos de entomología con las ciencias médicas legales y forenses, que es usada primariamente como herramienta para determinar el deceso o el intervalo post mortem (PMI), y dar fiabilidad y apoyo a otros medios de datación forense. Además, los artrópodos asociados al cadáver o al lugar del hallazgo pueden brindar otros tipos de información, tales como: condiciones de entorno en las que se produjo el deceso; traslado o movimiento de un cuerpo del lugar del hecho; presencia de sustancias tóxicas relevantes para causar la muerte; asociación de un sospechoso a la escena de un crimen (Webb *et al.*, 1983; Prichard *et al.*, 1986; Goff and Lord, 1994; Oliva, 1997; Amendt *et al.*, 2004; Benecke, 2005); maltratos de niños o personas mayores; aspectos sanitarios y parasitosis (Oliva, 1997; Benecke, 1998, 2002; Benecke and Lessig, 2001; Benecke *et al.*, 2004); localización de una herida por cuchillo (Merkel, 1925); entre otras incógnitas (Catts and Haskell, 1990; Oliva, 1997; Espinoza *et al.*, 1999; Centeno *et al.*, 2002). También la entomología forense puede vincularse con temas alimenticios, agrícola-económicos, antropológicos y arqueológicos (Oliva, 1997; Benecke, 2005). Esta disciplina puede ser igualmente aplicable cuando las víctimas no son humanas sino animales domésticos o salvajes muertos o cazados ilegalmente (Anderson, 1998, 1999).

1.2 Historia de la Entomología Forense

El primer caso en que la entomología forense fue aplicada se registró en China en el siglo XIII (Benecke, 2005). Sin embargo, según Oliva (1997) esta disciplina se inició a mediados del siglo XIX por médicos con escasos conocimientos sobre artrópodos. En 1855, el médico francés Bergeret incluyó en su reporte una estimación del PMI

(Benecke, 2005). Pero quien realiza y publica las primeras investigaciones fue el veterinario Pierre Mégnin. De esta forma se estableció una metodología que consistía en la distinción y relación de oleadas sucesivas que colonizan un cadáver con la etapa correspondiente a la descomposición, y además implicaba el estudio del desarrollo de cada especie (Mégnin, 1887, 1894). Según este autor, los insectos colonizaban el cuerpo en ocho oleadas o cuadrillas sucesivas, selectiva- y ordenadamente, pudiéndose estimar el tiempo transcurrido desde la muerte con el hallazgo de una determinada cuadrilla sobre el cuerpo. Esta metodología era aplicable para el área geográfica donde se trabajó por lo que posteriormente aparecieron variaciones asociadas al ambiente, geografía, u otro tipo (Bornemissza, 1957; Payne, 1965; Smith, 1986). La falta de conocimiento entomológico y las contradicciones que fueron surgiendo llevaron a nuevos estudios que hicieron que adquiriese importancia la división de la fauna cadavérica de Leclercq (1976, 1978), la cual se describe en el punto 1.7.

En Sudamérica, a partir de 1916 se reportaron trabajos escasos y discontinuos sobre coleópteros necrófilos y dípteros (Dunn, 1916; Pessôa and Lane, 1941; Jirón *et al.*, 1982; Jirón and Solano, 1988). Más adelante se realizaron estudios experimentales de entomología forense en regiones de Colombia, Puerto Rico y Brasil (Moura *et al.*, 1997, 2005; Lopes de Carvalho *et al.*, 2000; Lopes de Carvalho and Linhares, 2001; Olaya Másmela, 2001; Guarín Vargas, 2005; Rocha Barbosa *et al.*, 2009; Segura *et al.*, 2011, entre otros).

En la Argentina, inicialmente fueron publicados algunos reportes descriptivos de insectos cadavéricos (Mariluis, 1983; Mariluis *et al.*, 1989). Los primeros antecedentes en la utilización de la entomología forense se registraron en 1994, con la participación de la Doctora Oliva en la investigación del caso Carrasco (Oliva, 1997). Debido a los escasos estudios sobre fauna entomológica vinculada a pericias forenses (Oliva, 1997), surgió la necesidad de realizar investigaciones básicas en el país, a partir de modelos de descomposición porcina. Algunos fueron llevados a cabo en una zona de la provincia de Buenos Aires (Centeno *et al.*, 2002), de Córdoba (Battán Horenstein *et al.*, 2010; Battán Horenstein and Linhares, 2011), de San Juan y Mendoza (Aballay *et al.*, 2008; Aballay, 2012), y de Salta (Ayon, 2013). Actualmente se

están desarrollando dos proyectos vinculados al estudio de la fauna cadavérica de otros puntos del país, uno de los cuales corresponde a este trabajo de tesis.

1.3 Aplicaciones de la entomología forense

1.3.1 Entomotoxicología

La entomotoxicología desde lo forense, es el estudio de insectos carroñeros con el fin de detectar toxinas (Goff and Lord, 2001). Cuando un cuerpo se encuentra en etapa avanzada de descomposición puede resultar difícil realizar un examen toxicológico, por ello el análisis de los insectos hallados es capaz de brindar datos de la causa de muerte (Nolte *et al.*, 1992; Goff and Lord, 1994, 2001; Introna *et al.*, 2001; Campobasso *et al.*, 2004).

Las drogas y otros tóxicos pueden afectar el desarrollo de los insectos (O'Brien and Turner, 2004). El mismo puede acelerarse (Goff *et al.*, 1989; Goff *et al.*, 1991) o atrasarse (Bourel *et al.*, 1999) bajo ciertas circunstancias. Esto indica la influencia que pueden tener las drogas en el cálculo de la tasa de desarrollo y su importancia al momento de determinar el PMI (Amendt *et al.*, 2004). Aún así, se debe tener presente que el hecho de no demostrarse la presencia de una droga en la larva no significa que no estuviese presente en el alimento que ingirió, ya que hay que tener en cuenta los procesos metabólicos del artrópodo (Sadler *et al.*, 1997a, 1997b, 1997c). Por la misma razón hay que considerar que las concentraciones del tóxico en la larva y los tejidos cadavéricos pueden no ser las mismas (Amendt *et al.*, 2004).

De acuerdo con Turner (2009), los ácaros pueden ingerir sustancias tóxicas y/o drogas de un cadáver pero hay que verificarlo experimentalmente. Un problema para llevar a cabo esto es el pequeño tamaño que poseen estos organismos y las cantidades mínimas de droga que pueden contener, resultando un desafío para los métodos de detección actuales.

1.3.2 Entomología molecular

En ocasiones, la falta de claves y conocimientos en dicha área puede complicar la determinación taxonómica. En la entomología forense, el uso de técnicas moleculares como el análisis de ADN sirven para determinar las especies involucradas en cualquiera de sus estados de desarrollo (Wells *et al.*, 2001; Amendt *et al.*, 2004; Benecke, 2005; Wells and Williams, 2007). Además se puede relacionar un insecto tanto a personas muertas como vivas, sea la víctima o el sospechoso, dado que la aplicación de estas herramientas permite la extracción de ADN humano contenido en larvas (Clery, 2001; Wells *et al.*, 2001; DiZinno *et al.*, 2002; Zehner *et al.*, 2004; Campobasso *et al.*, 2005), especialmente cuando en la escena del crimen no se encuentra el cadáver sino sólo las larvas o cuando hay otra fuente de alimento distinta del cuerpo. También estas técnicas se aplicaron con piojos y podrían utilizarse con ácaros y garrapatas (Lord *et al.*, 1998).

1.3.3 Aspectos parasitológicos y maltrato o negligencia

Varias especies de dípteros son causantes de miasis, esta es una parasitosis que consiste en la invasión en animales o humanos vivos por larvas de dípteros, que durante algún período se alimentan de tejidos muertos o vivos, fluidos corporales o el alimento ingerido por el huésped, situación que se beneficia con la presencia de heridas o materia fecal (Zumpt, 1965; De Pancorbo *et al.*, 2006).

Estos organismos son de importancia médica y veterinaria, dado que actúan como reservorios de enfermedades y vectores de patógenos (Lima Pilotto Santos and Luz, 1991; Figueroa-Roa and Linhares, 2002; Maldonado and Centeno, 2003; Azeredo-Espin and Lessinger, 2006). Las miasis en animales domésticos y ganado ocasionan daños económicos (Greenberg, 1971, 1973; Richard and Gerrish, 1983; Oliva, 2005) constituyendo una de las causas más importantes de pérdidas económicas en la cría de ganado en Latinoamérica, particularmente en Argentina (Anziani, 1996).

Las miasis pueden ser favorecidas por maltrato o negligencia de personas particularmente en las de poca o mucha edad o discapacitadas, es decir, que no pueden llevar a cabo su higiene o atención de heridas (De Pancorbo *et al.*, 2006). Distintas patologías actúan como factores de riesgo de miasis, entre ellas: diabetes, otitis, alcoholismo, neoplasia de piel, parálisis de distintos grados, y también ciertas

conductas y condiciones sociales como pobreza o escasos recursos, falta de higiene y abandono personal, trabajos rurales, pueden actuar favoreciendo la permanencia de heridas y produciendo insensibilidad y/o aumentando la probabilidad de contacto con las moscas (Visciarelli *et al.*, 2007).

Si bien las miasis en ciertas ocasiones pueden complicar la estimación del PMI (Benecke *et al.*, 2004; Sukontason *et al.*, 2005), por otra parte permiten a los entomólogos forenses o investigadores proveer evidencia para fechar el tiempo de abuso o descuido, entender el tipo e intensidad de la negligencia y circunstancias que rodearon la muerte, así como contribuir en la culpa o exoneración de las personas involucradas con las víctimas (Benecke and Lessig, 2001; Benecke *et al.*, 2004; De Pancorbo *et al.*, 2006).

Otros grupos de artrópodos como los ácaros, piojos y pulgas comprenden especies parásitas de humanos y animales, de los cuales el tiempo que viven en el hospedador luego de su muerte puede usarse como estimador del PMI o también para indicar cuanto tiempo ha permanecido dicho cadáver en un determinado lugar (Mellanby, 1943; Simpson, 1985). De hecho, a la fecha se ha encontrado que los seres humanos sanos son portadores del género *Demodex* sp. (Acari: Demodicidae) que es universal prácticamente para todas las edades, convirtiéndolo en un recurso forense importante (Desch, 2009). Además, en casos criminales donde ha habido violación, las especies que se alimentan de sangre y se transmiten por contacto deben tenerse en cuenta como evidencia dado que pueden contener la sangre del agresor (Lord *et al.*, 1998; Mumcuoglu *et al.*, 2004).

La causa de muerte por anafilaxia en personas sensibilizadas debe considerarse ya que los ácaros son fuentes principales de alérgenos que se inhalan, lo cual tiene implicancia en la sensibilización hacia sujetos atópicos y ataques asmáticos (Fain *et al.*, 1990; Arlian, 1991; Colloff *et al.*, 1992; Platts-Mills *et al.*, 1992; Edston and van Hage-Hamsten, 2003).

1.3.4 Aspectos sanitarios

La capacidad de ciertas especies de moscas para alimentarse de los tejidos muertos de organismos vivos, fue mucho tiempo atrás utilizada en medicina, y se

denominó terapia larval. Ésta fue perdiendo utilidad por el descubrimiento de antibióticos (Sukontason *et al.*, 2005). Sin embargo, en 1990 resurge como un recurso terapéutico cuando las herramientas antimicrobianas no responden. Esta terapia se la ha venido usando para el tratamiento de heridas necróticas así como para la cura de infecciones bacterianas en el lugar de las lesiones (Sherman *et al.*, 2000; Gupta, 2008). Esto puede lograrse a través de acciones sinérgicas tales como: la estimulación mecánica del drenaje de la herida (Livingston and Price, 1932; Weil *et al.*, 1933) y la destrucción de bacterias en el intestino larval (Greenberg, 1968; Mumcuoglu *et al.*, 2001; Lerch *et al.*, 2003); la degradación enzimática del tejido necrótico (Hobson, 1931; Vistnes *et al.*, 1981); la actividad antibacterial proveniente de la excreta/secretas de las larvas, como por ejemplo, la excreta de amonio que lleva a la modificación del pH con la consiguiente alcalinización de la herida, inhibiendo el crecimiento bacteriano (Livingston and Price, 1932; Robinson and Norwood, 1933; Simmons, 1935; Bexfield *et al.*, 2004); y la estimulación de la formación de tejido granular (Livingston and Price, 1932; Robinson, 1935; Prete, 1997).

Respecto de otros métodos convencionales, resulta una terapia más eficiente y menos costosa en el cuidado y curación de heridas (Rayner, 1999; Knowles *et al.*, 2001; Richardson, 2004; Turkmen *et al.*, 2009).

Según Sherman (2009) los centros que actualmente practicarían la terapia larval como alternativa excederían los 10.000. De acuerdo con la FDA (Food and Drug Administration: Agencia de Alimentos y Medicamentos o Agencia de Drogas y Alimentos) su uso debe ser supervisado por un médico.

1.3.5 Artefactos producidos por artrópodos

La interpretación de eventos ocurridos en un crimen puede verse dificultada por la acción de insectos que pueden producir distintos artefactos. Uno de ellos es la alteración del patrón de manchas de sangre y el traslado de la misma a otros lugares, simplemente por el andar sobre ella cuando está húmeda y luego llevarla a otra superficie, o bien por la regurgitación o defecación de sangre de la víctima u otra/s personas que estuviesen en la escena (Brown *et al.*, 2001; Benecke and Barksdale,

2003; Bevel and Gardner, 2007). Hay otros patrones tafonómicos pero dicho tema se ampliará en el capítulo 5.

1.3.6 Relación con la antropología y arqueología

Varios autores han mencionado la presencia de insectos de distintos órdenes en momias, cuerpos enterrados, coprolitos, fósiles y depósitos sedimentarios. Esto indica que conociendo la fauna cadavérica de un tiempo dado puede ayudar en el estudio de circunstancias asociadas a ese período. La arqueología y las ciencias forenses pueden contribuir con la reconstrucción de situaciones y ambientes, de la actividad humana y condiciones de vida, conformación biológica y cultural de las poblaciones humanas. También puede aportar información ecológica de interés (Osborne, 1971, 1981; Buckland, 1988; Buckland and Sadler, 1989; Hall and Kenward, 1990; Kenward and Hall, 1995; Buckland *et al.*, 1996; Kenward, 1997; Smith *et al.*, 1997; Dobney *et al.*, 1998; Panagiotakopulu, 2004; Fugassa *et al.*, 2008; Centeno *et al.*, 2009).

1.3.7 Aspectos alimenticios y comerciales

Organismos de la fauna carroñera tanto en estado inmaduro como adulto suelen alimentarse además, de productos alimenticios de origen animal, secos o preservados, tales como harina de pescado, peces secos, carnes secas, saladas, embutidos, alimentos balanceados, etc. También pueden asociarse con materiales no comestibles como lana y materiales de la misma, pieles, cueros, productos de miel, colecciones entomológicas, momias (Alata, 1973; Archibald and Chalmers, 1983; Raven, 1988; Bousquet, 1990; Castillo-Miralbés, 2002). Ciertos organismos son plagas de locales de comida y productos manufacturados de carne fresca de mamíferos y pescados (Gomes *et al.*, 2007).

Tales acciones suelen ocasionar pérdidas o daños económicos, en parámetros de calidad, cantidad y valor en el mercado (Rajendran and Hajira Parveen, 2005).

1.4 Perspectivas a futuro

A pesar de los estudios realizados, la entomología forense no deja de ser una disciplina joven. Queda mucho por entender y analizar, lo cual se logrará con mayor cantidad de investigaciones. Se requieren estudios adicionales para alcanzar y aprovechar el potencial total de la evidencia aportada por los insectos. Sería necesario continuar con los estudios de crecimiento y desarrollo de las especies involucradas, oviposición, variaciones de los estadios de vida con la temperatura, diapausa, competencia, estrategias reproductivas, ecología de poblaciones, efectos de luz y actividad nocturna (fotoperiodo e intensidad). También se debe proseguir con el análisis de las faunas cadavéricas de las diferentes bioregiones y las distintas circunstancias que pueden experimentar los cadáveres: cuerpos cubiertos con diferentes objetos, descomposición en cuerpos de agua, artefactos producidos por los insectos u otros artrópodos, análisis moleculares de saliva de los mismos, bioacumulación y metabolismo de drogas, efectos de tóxicos sobre el desarrollo, etc. (Singh and Bharti, 2001; Archer and Elgar, 2003; Amendt *et al.*, 2004; Gomes and Von Zuben, 2006; Haskell, 2006; Joy *et al.*, 2006; Amendt *et al.*, 2008).

Se deberían ampliar las investigaciones sobre ácaros encontrados en cadáveres humanos en descomposición y restos animales, dado su potencial en biología forense (Frost *et al.*, 2009; Perotti and Braig, 2009; Perotti *et al.*, 2009).

Además, en los últimos años se ha incrementado el interés en el estudio de hongos encontrados sobre cadáveres en descomposición. Los hongos involucrados podrían utilizarse como marcadores de tumbas, como herramienta para la estimación del intervalo post-entierro (Sagara, 1976, 1981; Hilton, 1978; Lincoff, 1981; Kuroyanagi *et al.*, 1982; Miller and Hilton, 1987; Fukiharu *et al.*, 2000; Carter *et al.*, 2007) y como indicador de intervalo post mortem (Carter and Tibbett, 2003; Bunyard, 2004), especialmente en cadáveres descompuestos hace mucho tiempo. Se cuenta con poca información sobre hongos cadavéricos (Hitosugi *et al.*, 2006; Tranchida *et al.*, en prensa).

1.5 Definición de descomposición

Putman (1978a, 1978b, 1983) definió a la descomposición como el proceso mediante el cual un cadáver o resto orgánico se fracciona en los elementos que lo

componen; éste se desintegra gradualmente hasta que sus estructuras ya no son reconocibles y sus complejas moléculas orgánicas se han fragmentado. Este es un proceso que implica liberación de energía y mineralización de los nutrientes químicos de elementos orgánicos en inorgánicos.

Las fases que comprende dicho proceso son dos: la primera implica el fraccionamiento del resto orgánico en partículas, siendo importantes los factores abióticos y bióticos; la segunda comprende la desintegración de las pequeñas partículas en moléculas dando como productos finales dióxido de carbono, agua y sales minerales (Quiroz Cuarón, 1993; Trujillo *et al.*, 2002).

En la descomposición de materia orgánica participan varios organismos: bacterias externas (aerobias) e internas (anaerobias), hongos y mohos, vertebrados carroñeros (en cuerpos desprotegidos), y grupos de invertebrados taxonómicamente variados y abundantes (Goff, 1993, 2009; Quiroz Cuarón, 1993; Trujillo *et al.*, 2002).

1.5.1 Descomposición y fauna cadavérica

Los cadáveres representan un recurso trófico y/o reproductivo para la entomofauna asociada, la cual se alimenta de forma directa comiendo del cuerpo o indirectamente predando o utilizando el cadáver como refugio. Gran parte de la entomofauna involucrada se encuentra representada por los insectos (Lopes de Carvalho *et al.*, 2000). Ellos son capaces de detectar diferentes tipos de gases (amonio, ácido sulfúrico, nitrógeno libre y dióxido de carbono) mucho antes que el humano pueda percibirlo (Magaña, 2001). Es así que los insectos carroñeros probablemente son capaces de detectar cambios químicos durante el proceso de descomposición y que su aparición en cada etapa del mismo no sea accidental (Archer and Elgar, 2003). Segura *et al.* (2011) mostraron que las etapas de descomposición son un factor primario en la determinación de la comunidad de insectos cuyas especies presentan adaptaciones estructurales y comportamentales que les permite explotar y utilizar los cadáveres. Payne (1965) y Jirón and Cartín (1981) plantearon que la desintegración de un cuerpo es más rápida en presencia de insectos.

De acuerdo con varios autores, la pérdida de masa de un cadáver durante la descomposición del mismo sigue un patrón sigmoideo (Payne, 1965; Payne *et al.*,

1968; Micozzi, 1986; Hewadikaram and Goff, 1991; Anderson and VanLaerhoven, 1996; Kocárek, 2003; Melis *et al.*, 2004; Carter, 2005), así como también, la tasa a la cual las larvas de moscas asimilan el material cadavérico (Putman, 1977). El avance de un cuerpo a través del patrón de descomposición sigmoideo está asociado a un número de etapas (Fuller, 1934; Bornemissza, 1957; Reed, 1958; Payne, 1965; Payne *et al.*, 1968; Johnson, 1975; Coe, 1978; Megyesi *et al.*, 2005). Para Schoenly and Reid (1987) y Moura *et al.* (2005), la degradación es un proceso continuo de cambio gradual por lo que las etapas no siempre son estrictas sino subjetivas y su división facilita el estudio, y aporta puntos de referencia. El número y duración de las mismas depende de varios factores como las variaciones climáticas y estacionales, el tiempo de descomposición, el tipo de carroña, entre otros (Keh, 1985; Richards and Goff, 1997; Kočárek, 2003). Por ello se debe ser cuidadoso al resumir patrones de sucesión de artrópodos en carroña basados en las etapas (Schoenly and Reid, 1987).

Actualmente se utiliza la clasificación de Payne (1965) que aplica mejor en trabajos de campo donde el modelo más usado es el cerdo doméstico y al igual que en otras investigaciones, las etapas consideradas son asimilables a las de la descomposición de un cadáver humano descritas en los tratados de patología forense (Gisbert Calabuig *et al.*, 2004). Estas son (información extraída de Anderson and VanLaerhoven, 1996; Clark *et al.*, 1997; Carter *et al.*, 2007; Goff, 2009):

- 1. Etapa fresca:** involucra la detención del corazón y la interrupción de la incorporación de oxígeno. No hay cambios aparentes en el cuerpo. Finaliza cuando comienza la hinchazón abdominal.
- 2. Etapa hinchada:** comprende cambios de color, olor e hinchazón del cuerpo como resultado de la actividad anaeróbica de los microorganismos ubicados en el tracto gastrointestinal y sistema respiratorio que llevan a cabo transformaciones químicas. Termina cuando empieza a deshincharse el cuerpo por ruptura de la piel.
- 3. Etapa de descomposición activa:** implica una rápida pérdida de masa debido a la actividad de artrópodos y la salida de líquidos por los orificios naturales y ruptura de la piel.

4. Etapa de descomposición avanzada: es el período durante el cual la mayoría de las larvas de Diptera ya han migrado del cadáver para pupar. Queda muy poca carne.

5. Etapa de restos: el cuerpo queda reducido a pelos, huesos, cartílago y piel secos. La masa muscular es mínima o nula al igual que el olor.

A medida que la descomposición avanza se complica más realizar la separación de las etapas (Adlam and Simmons, 2007). Estas pueden no estar bien definidas dado las variantes asociadas. Por ejemplo: la descomposición rápida de las extremidades o una invasión masiva de moscas junto con el calor provocan un acortamiento notable de las etapas (Oliva, 2001; Torrez *et al.*, 2006).

Comparado con los hábitats terrestres, la descomposición en ambientes acuáticos es diferente y ocurre más lentamente, tal vez debido a la inactividad de insectos y a las bajas temperaturas (Knight, 1991).

1.6 Sucesión de artrópodos

La sucesión ecológica comprende cambios graduales debidos a interacciones ecológicas entre diferentes organismos a lo largo del tiempo que provocan la sustitución de especies (Begon *et al.*, 1996). Según Bornemisza (1957), la comunidad descomponedora de un cadáver atraviesa un proceso de sucesión ecológica. Por lo tanto, los insectos llegan en una secuencia determinada, produciendo una adición y/o sustitución de especies. A medida que la degradación de la materia orgánica agota ciertos recursos y convierte en disponibles a otros, los cambios que ocurren en la condición física del detrito favorecen a una especie y luego a otra. Dado que en estas secuencias intervienen generalmente organismos heterótrofos, se denominan sucesiones heterotróficas (Smith and Smith, 2000). Se ha sostenido que la descomposición cadavérica puede asimilarse a una sucesión heterotrófica, a partir de un recurso trófico y reproductivo, que se va modificando con el tiempo y que posee una serie de etapas de descomposición con una entomofauna asociada (Campobasso *et al.*, 2001; Centeno and Aballay, en prensa). Sin embargo, como mencionamos anteriormente, algunos autores consideran que las etapas de descomposición no son verdaderas etapas secuenciales, ya que no necesariamente la existencia de una etapa

anterior condicionaría el arribo a una posterior (Schoenly and Reid, 1987). Además, la mayoría de las veces el proceso transcurre como un mosaico en donde pueden coexistir tejidos cadavéricos en distintas etapas de descomposición, las que suelen tener asociada una entomofauna compatible a la etapa correspondiente (Centeno and Aballay, en prensa). Los hábitos alimenticios y reproductivos de dicha fauna son los que determinan qué utilización harán del cadáver los insectos, y su grado de asociación, a una etapa de descomposición definida (Centeno and Aballay, en prensa).

Los estudios de sucesión proveen numerosos datos pudiendo mencionar entre ellos: diversidad y tipos de especies, números de insectos, estadios de vida presentes y números de cada estadio vivo (Tabor *et al.*, 2005; Gomes *et al.*, 2009).

1.7 Clasificación de los artrópodos según el rol que poseen en el cadáver (Leclercq, 1976)

- A- **Necrófagos**: se alimentan de tejidos cadavéricos.
- B- **Necrófilos**: son predadores o parásitos que se alimentan de huevos, larvas o adultos de otros insectos presentes en el cadáver.
- C- **Omnívoros**: se alimentan del cadáver y/o de otros insectos en distintos estados de desarrollo.
- D- **Accidentales u Oportunistas**: se encuentran de forma eventual o usan el cadáver como refugio, respectivamente.

En la Figura 1. 1 se muestra un esquema de la clasificación de la entomofauna cadavérica modificado por Arnaldos *et al.* (2005).

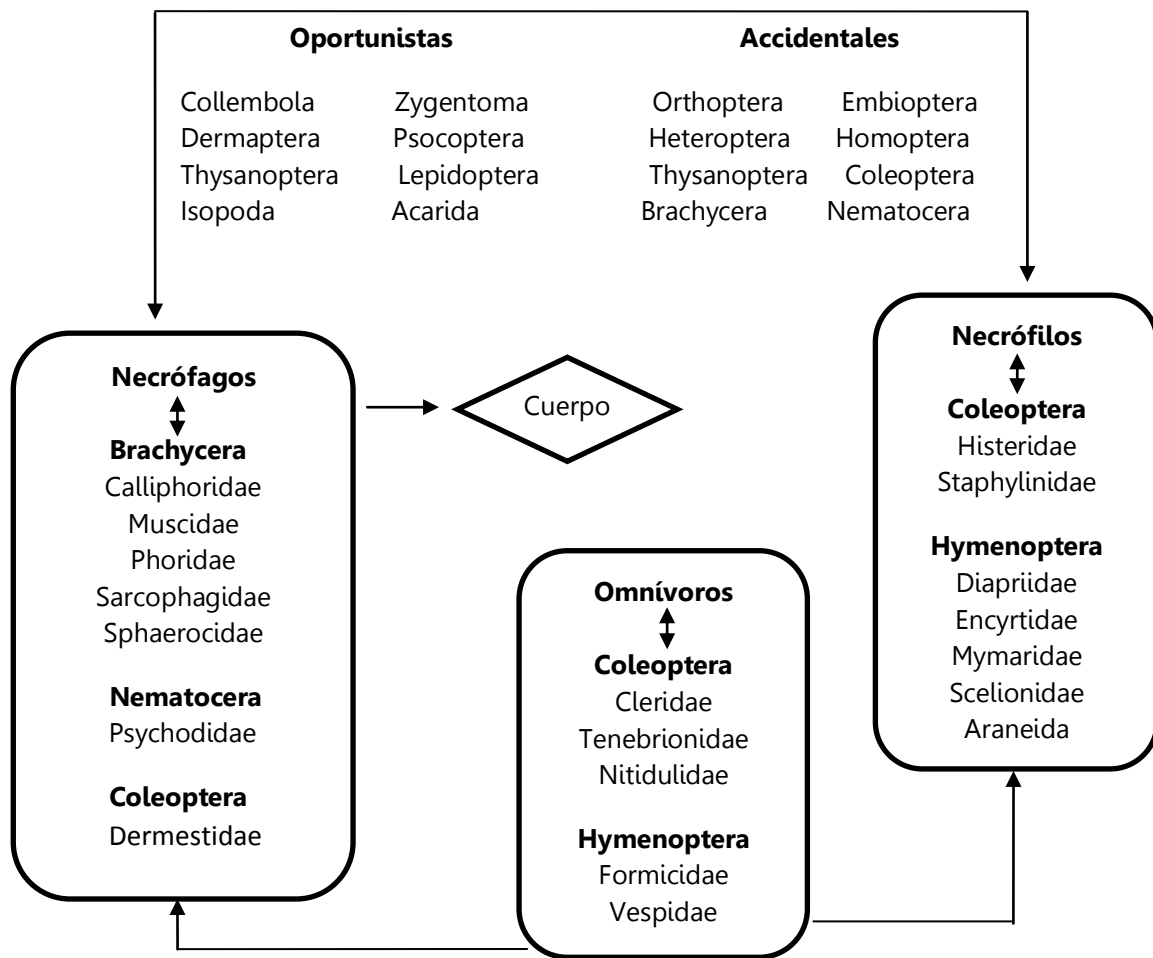


Figura 1. 1. Esquema de las relaciones tróficas de los grupos de artrópodos más representativos. Basada en los datos obtenidos de Arnaldos *et al.* (2005).

1.8 Factores que influyen en el proceso de descomposición, sucesión y PMI

El proceso de descomposición y la sucesión de la fauna cadavérica se ven influenciados por las circunstancias que el cuerpo sufre luego de la muerte. Entre las variables se deben tener en cuenta las climatológicas, las estaciones del año, la geografía del lugar, la exposición a la radiación solar, la sinantropía, la latitud, el tipo de sustrato, la altitud, la ubicación y posición del cuerpo, el tamaño corporal, el tipo de muerte, las condiciones en que se halla el cuerpo, la competencia intra e interespecífica, la emigración, entre otras (Greenberg, 1991; Goff, 1992; Anderson,

2001; Castillo-Miralbés, 2001; Kočárek, 2001; Magaña, 2001; Centeno *et al.*, 2002; Battán Horenstein *et al.*, 2005, 2010).

1.8.1 Efectos de la geografía

La zona geográfica afecta la sucesión de insectos dado que define el hábitat, el tipo de suelo, la vegetación, el clima, los recursos alimenticios, etc., lo que consecuentemente determina las especies de dicho lugar así como su presencia y estacionalidad. A pesar que muchas familias carroñeras presentan ubicuidad, las especies individuales que están involucradas en la descomposición así como el tiempo de colonización del cadáver, varían de región en región (Anderson, 2001). Asimismo, la descomposición difiere entre las zonas biogeoclimáticas, es decir, entre regiones con elementos climáticos, orográficos, faunísticos y florísticos comunes (MacGregor, 1999a, 1999b).

1.8.2. Estacionalidad

Las estaciones causan efecto en el clima, la flora y la fauna de la región. Esto influencia la abundancia y/o actividad de las especies, y por lo tanto, también la colonización de un cuerpo por la fauna de la zona (Castillo-Miralbés, 2001; Centeno *et al.*, 2002; Kočárek, 2003; Tabor *et al.*, 2004, 2005; Romero Palanco *et al.*, 2006; Battán Horenstein *et al.*, 2007, 2010).

La colonización de un cadáver por algunas especies de insectos quizás depende más de la estación que de la etapa de descomposición en la que se encuentra el cadáver. Esto ocurre también con los organismos acuáticos dado que sus ciclos de vida están influenciados por las estaciones (Hobischak, 1997). Las especies pueden ser estacionalmente activas (Barros de Souza and Linhares, 1997; Archer and Elgar, 2003) o serlo durante todo el año (Archer, 2002). La importancia de la estacionalidad indica que habría que realizar estudios de descomposición a lo largo del año a fin de contar con datos de las diferentes estaciones de un área. Los insectos pueden resultar valiosos en la determinación de la estación en que ocurrió el deceso. Particularmente, esto es de ayuda cuando los restos son descubiertos varios años después de la muerte (Anderson, 2001). Para Archer (2003) además de poder existir

diferencias entre las estaciones en un mismo año, pueden ocurrir diferencias estacionales en años distintos, por lo que sugieren no conformarse con datos de sucesión de más de un año. Sin embargo, Tabor *et al.* (2004) en sus estudios obtuvieron patrones similares de sucesión de un año a otro, sugiriendo que puede usarse como base para la estimación del PMI.

1.8.3 Efecto de la radiación solar

La exposición de un cuerpo a luz solar hace que aumente su temperatura, que pierda más biomasa y que se descomponga más rápidamente que uno a la sombra (Shean *et al.*, 1993; Dillon and Anderson, 1995; Dillon and Anderson, 1996a; Dillon, 1997). Esto puede ocurrir debido a que a mayor temperatura se favorece la proliferación y acción de los microorganismos en el interior y exterior del cuerpo (Campobasso *et al.*, 2001), así como también, un aumento de la tasa metabólica de las larvas de dípteros (Prado and Castro, 2011). Además, estos autores sugirieron que la luz solar directa eleva la temperatura de los restos, intensificando el olor y la atracción de moscas que ovipositan en el cadáver.

También la exposición al sol puede afectar el desarrollo de los insectos colonizadores (Reed, 1958; Castillo-Miralbés, 2001; Mavárez-Cardozo *et al.*, 2005; Joy *et al.*, 2006; Prado and Castro *et al.*, 2011). Además el efecto del sol versus sombra provoca distintos patrones de sucesión de insectos (Sharanowski *et al.*, 2008; Prado and Castro *et al.*, 2011). Algunas especies poseen preferencias por sitios sombreados o soleados (Erzinclioglu, 1996) pudiendo variar por región (Byrd and Castner, 2001).

1.8.4 Efectos de la temperatura y humedad

La temperatura y la humedad son variables climatológicas importantes dado que el proceso de descomposición se ve afectado directamente, por lo que la velocidad del mismo puede aumentar o disminuir de tal forma que en ciertas zonas llega a detenerse y los restos se conservan por mucho tiempo. También las variables mencionadas interfieren de modo directo en la biología de los insectos (Catts and Haskell, 1997; Gennard, 2007). Dado que son poiquiloterms, la tasa de desarrollo es

regida por la temperatura ambiente, existiendo una relación lineal entre la velocidad de desarrollo y la temperatura (Greenberg and Kunich, 2002; Ames and Turner, 2003; Romero Palanco *et al.*, 2006). Según Keh (1985), a pesar que bajo condiciones controladas de humedad el tiempo de desarrollo de insectos puede ser determinado, en la naturaleza la humedad puede o no modificar la velocidad del mismo. También otros autores mencionan que a excepción de hábitats extremos, la humedad afecta a la tasa de descomposición menos que la temperatura (Reed, 1958; Payne, 1965; Putman, 1983; Kočárek, 2003).

Campobasso *et al.* (2001) mencionaron que la fauna encontrada en cadáveres en estaciones más cálidas es más variada y distinta a las más frías, sin embargo, Centeno *et al.* (2004) encontraron que la mayor diversidad no estaba linealmente asociada al verano. Las regiones o estaciones con temperaturas más altas tienden a favorecer el desarrollo de los insectos, aunque si sobrepasan cierto valor causan en el cuerpo estados indeseados no óptimos para los insectos, particularmente para los dípteros. Cuando los cadáveres se hallan sepultados en el suelo, éste junto con las temperaturas más bajas enlentecen la descomposición, actuando como aislante de radiación solar (Gennard, 2007).

1.8.5 Grado de asociación con el ser humano

La asociación de los animales con los ambientes humanos se conoce como sinantropía (Linhares, 1981). Esta relación varía y ello depende de la especie, y de las características geográfico-climáticas de cada grupo humano, el que, con su modo de vida modifica el hábitat a su alrededor, afectando las poblaciones de insectos (Nuorteva, 1963). Algunas especies pueden encontrarse en ámbitos rurales o urbanos pero otras son específicas de uno de ellos. Gregor and Povolny (1958) de acuerdo a la abundancia de especies en ambientes con distintos grados de influencia humana, clasificaron la sinantropía en: eusinantropía, hemisinantropía y asinantropía. También se puede expresar dicho grado de asociación por medio del índice de sinantropía (de +100 a -100) propuesto por Nuorteva (1963). Las especies eusinantropicas son urbanas, las hemiasinantropicas habitan zonas intermedias o de transición y las asinantropicas son de zonas rurales o conservadas (Greenberg, 1971). Algunos

autores realizaron estudios de sinantropía y evaluación de otros parámetros, dada su importancia a nivel médico, sanitario y ecológico (Ferreira, 1978, 1983; Linhares, 1981; Schnack *et al.*, 1995; Figueroa-Roa and Linhares, 2002; Centeno *et al.*, 2004; Montoya *et al.*, 2009). En el ámbito forense esto puede resultar de ayuda, dado que ciertas especies encontradas en cadáveres o restos pueden indicar el traslado de los mismos de un ambiente urbano a uno rural o viceversa (Erzinclioglu, 1989; Catts and Haskell, 1990). Sin embargo, se debe tener precaución ya que algunas especies son exclusivas de uno u otro lugar, y otras pueden estar en ambos. Los dípteros califóridos rurales pueden sobrevivir en carroña natural animal mientras que los urbanos están asociados a la basura producida por el humano y/o sus mascotas (Anderson, 2001). Puede surgir una complicación cuando áreas rurales se encuentran en cercanías de sitios humanos, promoviendo colonización por parte de las especies urbanas y pudiendo causar el transporte accidental de las mismas a un ambiente rural. También a la inversa, zonas como parques o clubes ubicados en zonas urbanas pueden ocasionar el establecimiento de los insectos rurales y ser encontrados cerca de humanos (Anderson, 2001).

1.8.6 Efectos del sustrato

Como se mencionó arriba, una combinación de variables influye en el tipo y la tasa de descomposición. Por ejemplo, el lugar geográfico, distintas variables ambientales del lugar, el estado de los restos, el tiempo transcurrido luego de la muerte antes del entierro (VanLaerhoven and Anderson, 1996, 1999; Rodriguez, 1997; VanLaerhoven, 1997; Wilson *et al.*, 2007).

Uno de los factores principales es el tipo de sustrato en el que un cadáver se encuentra. Las condiciones del suelo como temperatura, contenido de humedad, pH y nutrientes disponibles son controladores de la cantidad y actividad de los microbios. De hecho, el cadáver mismo provoca un efecto en el microambiente de la tumba que lleva a modificaciones de la biota microbiana y el pH (Wilson *et al.*, 2007).

Mann *et al.* (1990) encontraron que los cuerpos sobre concreto usualmente se descomponen más lentamente y momifican más rápidamente que aquellos sobre el suelo. Además según estos investigadores, un cuerpo sobre la superficie del suelo tiende a descomponerse más rápidamente que uno enterrado, siendo un punto

importante la profundidad a la que se entierra el cadáver. Wilson *et al.* (2007) también indicaron como importantes la humedad y aireación del suelo.

El entierro impide el fácil acceso de los insectos e influencia el patrón de colonización, las especies involucradas y la tasa de descomposición (Payne *et al.*, 1968; Rodriguez and Bass, 1985; Smith, 1986; VanLaerhoven and Anderson, 1996, 1999; Rodriguez, 1997; VanLaerhoven, 1997).

1.8.7 Efectos de la ubicación del cuerpo, latitud y altitud

Algunas especies de insectos pueden colonizar restos que se hallan en ambientes cerrados (Byrd and Castern, 2001). En este caso, la sucesión va a depender de la capacidad que las especies tengan de entrar a la vivienda, al vehículo, etc. Algunas especies pueden vincularse a restos encontrados en un ambiente cerrado, mientras que otras a cadáveres hallados en ambientes abiertos en una región dada (Goff, 1991; Benecke, 1998). Voss *et al.* (2008) observaron que la descomposición y colonización de los cuerpos así como los patrones de sucesión de insectos difirieron entre los cuerpos ubicados dentro de un vehículo y sobre el sustrato. Más aún, en determinados casos, puede ser posible establecer si un cuerpo se descompuso en el lugar o fue trasladado del interior hacia el exterior o viceversa (Byrd and Castern, 2001). Hay que tener en cuenta que algunas especies pueden ser indicadores de ambientes cerrados en una región pero pueden no estar restringidas al mismo tipo de escenario en otra región (Goff, 1991).

La latitud causa sobre insectos de interés forense una distribución a lo largo de un gradiente, así como también, diferencias en la aparición estacional de las especies (Oliva, 2001).

La altitud también puede influenciar la determinación y distribución de las especies. Ciertos grupos de moscas pueden ser reconocidas por sus preferencias de altitud (Allaire, 2002; Baz *et al.*, 2007; Martinez *et al.*, 2007; Fernández *et al.*, 2010) y además, las distintas elevaciones pueden ocasionar diferencias en la abundancia promedio de ciertas especies (Baz *et al.*, 2007; Fernández *et al.*, 2010). Las variables ambientales que influyen la estacionalidad de varias especies podrían explicar la distribución a lo largo del gradiente altitudinal (De Jong and Chadwick, 1999; Baz *et*

al., 2007; Fernández *et al.*, 2010). Las condiciones ambientales a una altura dada pueden afectar el proceso de descomposición, por ejemplo, por las fluctuaciones de temperatura ambiental que ocurren en el día (De Jong and Chadwick, 1999). Por lo tanto, ciertas especies encontradas en una zona bioclimática pueden servir como indicadores específicos de etapas de descomposición (Martinez *et al.*, 2007). A medida que aumenta la altura, las tasas de descomposición se enlentecen debido a una prolongación de la etapa hinchada (De Jong and Chadwick, 1999; Allaire, 2002).

1.9 Estimación del PMI

El PMI o intervalo post mortem se define como el tiempo transcurrido desde la muerte hasta el descubrimiento del cadáver o el período de exposición de un cadáver al ambiente (De Pancorbo *et al.*, 2006; Gomes *et al.*, 2009). Suele utilizarse la sigla en inglés para diferenciar el concepto mencionado de otros significados, entre ellos el control integrado de plagas (Oliva, 1997). Para una correcta estimación del PMI mediante la entomología hay que considerar que cada caso es único y diferente de los demás (Magaña, 2001).

Hay dos métodos principales para determinar el intervalo post mortem a través de la información provista por los insectos:



El primero de ellos implica la determinación de la edad de los estadios más viejos. Se puede comparar el grado de desarrollo de los estadios inmaduros particularmente larvas y pupas encontradas en el cadáver, con información obtenida de cultivos hechos en laboratorio (Ames and Turner, 2003; Villet *et al.*, 2006; Gomes *et al.*, 2009). También, Bourel *et al.* (2003) indicaron que utilizar huevos de dípteros y realizar cultivos de ellos al ser extraídos de un cadáver, puede ser prometedor a la hora de determinar PMIs cortos y que debería complementar las técnicas clásicas.

La estimación del intervalo post mortem puede realizarse por medio de dos acercamientos. Uno de ellos es por isomegalendiagramas donde se considera el tamaño de la larva, usualmente el largo, y se comparan datos del tamaño larval relacionados con la temperatura y el tiempo (Anderson, 2000; Grassberger and Reiter, 2001, 2002). Esto permite una estimación rápida y aceptable del PMI mínimo; es fácil obtener las muestras y estas además pueden ser pequeñas. Las dificultades pueden

ser: la escasez de datos (pocas son las especies para las cuales existe información), las muestras deben fijarse adecuadamente y la aplicabilidad es sólo para estadios larvales.

El otro acercamiento consiste en medir los grados de temperatura acumulados en días u horas grados (ADD o ADH, respectivamente) necesarios para alcanzar un estadio de desarrollo. Los mismos son el producto de una temperatura por encima de un umbral mínimo de desarrollo (particular de cada especie) y el tiempo transcurrido a dicha temperatura (Marchenko, 2001; Ames and Turner, 2003). Hay que tener en cuenta que este modelo lineal se aplica al rango de temperatura donde la misma es directamente proporcional al desarrollo del insecto, por lo que la tasa de crecimiento por debajo del umbral mínimo o por encima del umbral máximo, se detiene o enlentece, respectivamente (Gennard, 2007). Esto es importante considerarlo al realizar los cálculos de ADD o ADH, cuando las temperaturas permanecen cerca o en el umbral máximo, o por debajo del umbral mínimo durante un largo período de tiempo, dado que podría afectarse la estimación del PMI (Ames and Turner, 2003; Gennard, 2007).

La temperatura base (umbral de temperatura por debajo del cual no hay crecimiento y se detiene el desarrollo) suele ser difícil de determinar dada la capacidad de los insectos de sobrevivir largos períodos con desarrollo casi nulo. Una determinación inapropiada de la temperatura base también llevaría a cálculos erróneos de ADD o ADH y por ende a una mala estimación del PMI (Gennard, 2007).

Otra consideración a tener en cuenta, a pesar que generalmente el umbral de desarrollo y acumulaciones son determinadas a temperatura constante, son las fluctuaciones de temperatura. Esto da lugar al efecto aditivo de la tasa de desarrollo que consiste en que fluctuaciones en la zona de temperatura más baja en la curva de desarrollo, permitirían un desarrollo más rápido que el predicho a temperatura constante; mientras que fluctuaciones en la región de temperatura más elevada de la curva de desarrollo, permitirían un desarrollo más lento que la predicha a temperatura constante (Higley and Haskell, 2001). Por lo tanto, puede suceder que el ADD o ADH calculado requerido para el desarrollo de una especie sea muy bajo a temperaturas cerca del umbral mínimo de desarrollo y muy alto cerca de la

temperatura óptima (Wagner *et al.*, 1984). Algunas especies pueden ser más afectadas que otras (Greenberg, 1991).

Un diseño experimental robusto propuesto por Richards and Villet (2009) a fin de estimar un modelo de desarrollo de una especie, debería contar con al menos seis experimentos a temperaturas constantes, comenzando 7°C por encima del umbral mínimo de desarrollo y continuando casi hasta la temperatura crítica.

Además del largo pueden utilizarse como parámetros de desarrollo, el peso (Nishida, 1984; Nishida *et al.*, 1986; Myskowiak and Doums, 2002) y el ancho de las larvas (Day and Wallman, 2006a). Entre otras consideraciones a tener en cuenta a la hora de calcular el PMI ya que afectan el desarrollo, se encuentran el sustrato de comida y el uso de la técnica de refrigeración (Myskowiak and Doums, 2002; Kaneshrajah and Turner, 2004; Day and Wallman, 2006b; De Pancorbo *et al.*, 2006).



El segundo método, se basa en estudios de sucesión a campo de los cuales se obtienen datos de la progresión de la fauna carroñera. El PMI es estimado por comparación de los ejemplares encontrados sobre restos humanos o animales al momento de muerte, con aquellos obtenidos bajo condiciones controladas a diferentes tiempos de un modelo animal (Schoenly *et al.*, 1996). El tipo y composición de la fauna atraída a la carcasa cambia de forma predecible a medida que la descomposición avanza por las diferentes etapas (Smith, 1986). Por lo tanto, dado que provee información de las especies y condiciones de un cadáver en una zona, permite además determinar si hubo traslado y/o el lugar original de muerte. Entre las desventajas se mencionan: el hecho que se requieren datos experimentales locales en abundancia, en general las condiciones de la escena de crimen difieren y se necesita de una muestra representativa de los grupos involucrados.

La estimación del PMI puede realizarse por el uso de ambos métodos por separado o conjuntamente dependiendo del tipo de restos (Magaña, 2001). El primer método es posible usarlo cuando las larvas o pupas aún están presentes. El segundo es más utilizado en etapas avanzadas de descomposición proveyendo PMIs más amplios (Gomes *et al.*, 2009).

1.10 Insectos de interés forense

Los insectos de interés forense son hemimetábolos y holometábolos. Entre los órdenes de insectos hemimetábolos se encuentran: Dictioptera; Isoptera y Dermaptera. Entre los holometábolos, Diptera y Coleoptera son los órdenes de mayor importancia. Los otros grupos son Hymenoptera, Lepidoptera y Trichoptera (Byrd and Castner, 2001; Oliva, 2001).

Esta tesis se focalizará en el estudio de los Coleoptera de importancia forense.

1.10.1 Orden Coleoptera

Los coleópteros son el grupo más abundante de insectos y el más diverso del reino animal. Son llamados vulgarmente "cascarudos" por su dureza y robustez. Dado sus diversas modificaciones estructurales son colonizadores de tierra, agua y aire. El rango de importancia que poseen va desde lo económico a lo forense. Las formas de vida son variadas: depredadores, saprófagos, fitófagos y parásitos, por lo que el aparato bucal típico es masticador pero dado las distintas adaptaciones puede estar modificado. Además algunos son importantes en la polinización (Ross, 1968; Barnes, 1986).

Los adultos tienen dos pares de alas de las cuales el primer par está esclerotizado y se denominan élitros; el segundo par es membranoso y encargado del vuelo, y se encuentra en general protegido por el primero (Figura 1. 2). Algunas hembras son ápteras. Presentan antenas muy variables en forma y tamaño. Tienen ojos compuestos prominentes con pocas excepciones, y en general carecen de ocelos que cuando están presentes lo hacen de a dos. De los segmentos torácicos, el primero o protórax es el más desarrollado y con movilidad, mientras que los otros dos se encuentran fusionados, estando en general el mesotórax reducido y el metatórax bien desarrollado especialmente en las formas voladoras (Ross, 1968; Barnes, 1986).

Un punto importante para la clasificación de los subórdenes es la forma y disposición de las coxas y para la división de las familias, los tarsómeros. Si bien las patas en general son del tipo caminador, hay variaciones de acuerdo a las distintas adaptaciones. El abdomen se encuentra dividido en segmentos cuyo número resulta difícil de determinar (Ross, 1968; Barnes, 1986).

Dado que son organismos holometábolos pasan por estadios larvales esclerotizados. Las larvas poseen la cabeza bien desarrollada y presentan gran diversidad de formas: carabiforme, escarabiforme, campodeiforme y eruciforme (Ross, 1968; Barnes, 1986). Las pupas son poco móviles o totalmente inmóviles, exartas u obtecas. Algunas especies construyen capullos de materiales diversos y/o celdas en el mismo sustrato donde ha crecido la larva (Crowson, 1981). También algunas especies poseen hipermetamorfosis (Gillott, 1995).

Desde el punto de vista forense varias son las familias implicadas con distintos roles tróficos.



Figura 1. 2. Fotografía de un coleóptero con sus dos tipos de alas desplegadas. Fotografía tomada por Sarto (2004).

1.10.2 Coleópteros asociados a cadáveres

1.10.2.1 Carabidae

Los carábidos son una familia cosmopolita y de gran abundancia. Comúnmente se los encuentra debajo de corteza, leños, entre arena o piedras a los lados de lagunas o ríos. Mayormente son de hábitos carnívoros y predadores, voraces generalistas con algunos grupos con hábitos especialistas y algunos parásitos, por lo que son considerados insectos benéficos. Existen especies herbívoras que pueden constituir plagas (Reichardt, 1977). Además, Scampini *et al.* (2002) consideran que por su

abundancia en los cadáveres y su rol como depredadores de larvas y huevos de dípteros, deben ser considerados como fauna de interés forense.

1.10.2.2 Cleridae

Tanto adultos como larvas son predadores, aunque existen especies carroñeras y otras que se alimentan de polen y ramas de árboles (Byrd and Castern, 2001; Aukema and Raffa, 2002; Bahillo de la Puebla, 2006). Los cléridos que se encuentran en la carroña no sólo se alimentan de larvas de insectos sino también de piel y huesos, por lo que se consideran omnívoros (McNamara, 1991). También realizan su ciclo biológico en el cadáver. Las larvas se alimentan vorazmente antes de la pupación (Hue, 2008). Las pupas se encuentran en celdas pupales que pueden ser armadas con tierra y sustancias bucales de la larva (Mahr, 2000). Muchas especies hibernan en estadio larval, otras como pupa o como adultos en celdas pupales en madera (Anonymous, 1985).

Los cléridos han sido encontrados en estudios de descomposición y sucesión de insectos (Barros de Souza and Linhares, 1997; Centeno *et al.*, 2002; Tabor *et al.*, 2005; Gomes *et al.*, 2009, entre otros). En adición a su papel forense, atacan productos derivados de carnes secos o ahumados, especialmente aquellos almacenados por largo tiempo (Arbogast, 1991; Akinwumi and Akinwumi, 2011). También pueden infestar lana y algodón. Tales hábitos los hace importantes en la industria alimenticia y en arqueología. Además se comportan como controladores biológicos de otros insectos (Ebeling, 2002).

1.10.2.3 Dermestidae

Los derméstidos pueden hallarse sobre flores y cadáveres secos de animales, en nidos de mamíferos, aves e himenópteros sociales, así como en cabañas. La mayoría se alimentan de materiales de origen animal como huesos, piel, plumas, pelo, lana y seda (Díaz *et al.*, 2008).

Constituyen una de las familias económicamente más importantes dado que producen daños en muebles, alfombras, ropa, granos y otros productos de

almacenamiento, mercadería de cuero, colecciones entomológicas y arqueológicas así como en otros tipos de tejidos animales secos (Raven, 1988; Linnie and Keatinge, 2000; Sahaf, 2007). Sin embargo, también se han aprovechado sus hábitos en museos para remover tejido de huesos (Hava and Votruba, 2005). Además, algunas especies han sido reconocidas como componentes importantes de la fauna cadavérica, siendo de interés en la estimación del intervalo post mortem (Catts and Goff, 1992; Anderson and VanLaerhoven, 1996; Tantawi *et al.*, 1996; Oliva, 1997; entre otros). No sólo se alimentan de la carroña sino también la usan para llevar a cabo su ciclo de vida, siendo las larvas también necrófagas (Arnett *et al.*, 1980; Smith, 1989; Arnaldos *et al.*, 2006; Battán Horenstein and Linhares, 2011).

1.10.2.4 Histeridae

La mayoría de las especies prefieren hábitats secos y en descomposición. Viven en distintos lugares asociados a carroña y excremento, hongos, zonas arenosas, colonias de hormigas y termitas, madera y material vegetal en descomposición. Son capaces de localizar los excrementos y carroña por el olfato (Kovarik and Caterino, 2001). La mayoría son predadores generalistas, tanto en estadio larval como adulto, dado que predan otros insectos, huevos, larvas y pupas (Arnett Jr., 1968; Nuorteva, 1970).

Distintas especies pueden encontrarse en un cadáver a diferentes tiempos, de acuerdo a sus hábitos alimenticios. No sólo utilizan el cuerpo para alimentarse sino también para cumplir su ciclo biológico (Kovarik and Caterino, 2001). Generalmente hay dos estadios larvales y las pupas son similares al adulto. Éstas tienen celdas externas producidas por las larvas con sustancias proteínicas (Kovarik and Caterino, 2001).

Tales características les han otorgado importancia en el ámbito forense (Lopes de Carvalho and Linhares, 2001; Olaya Másmela, 2001; Barros de Souza *et al.*, 2008; Segura *et al.*, 2011; entre otros). También, algunas especies son usadas como controladores biológicos (Bornemissza, 1968; Geden and Axtell, 1988).

1.10.2.5 Hydrophilidae

La familia Hydrophilidae comprende coleópteros acuáticos, semi-acuáticos o terrestres que se encuentran distribuidos mundialmente, siendo abundantes en los trópicos. En estado adulto se alimentan de algas o materia orgánica en descomposición, principalmente de origen vegetal o de hongos y materia fecal. En cambio, las larvas son mayormente predadores de invertebrados (Hurlbert and Villalobos-Figueroa, 1982).

La mayoría de las hembras encierran los huevos en un capullo pero algunas cargan los huevos debajo de su abdomen.

Esta familia ha sido reportada en experimentos de descomposición y sucesión terrestre y acuática (Hobischak, 1997; Watson and Carlton, 2005; Mise *et al.*, 2010).

1.10.2.6 Leiodidae

Los leiodidos, tanto en estado adulto como larval, son micófagos, detritívoros de plantas en descomposición, estiércol, madera podrida, mudas de piel y plumas, y algunos son ectoparásitos de castores (Peck and Skelley, 2001; Watson and Dallwitz, 2003).

Esta familia ha sido encontrada en muestreos de cadáveres (Archer, 2003; Kočárek, 2003; Gennard, 2007; Mise *et al.*, 2007, 2010).

1.10.2.7 Nitidulidae

Es una familia amplia y cosmopolita (Parsons, 1943). Las fuentes de alimentación son muy variadas, desde flores, frutas, hongos, tejidos de plantas en fermentación y/o animales muertos (Parsons, 1943; Hayashi, 1978).

Constituyen plagas de cultivos agrícolas y de productos almacenados (Borror *et al.*, 1989; Myers, 2001). Los que se alimentan de la carroña prefieren un ambiente húmedo (Payne and King, 1970; Castner *et al.*, 1995). Otros autores han observado nitidúlidos durante estudios de descomposición y sucesión cadavérica (Castillo-Miralbés, 2001; Olaya Másmela, 2001; Battán Horenstein and Linhares, 2011; entre otros). Suelen pupar en el cadáver o debajo de éste (Payne and King, 1970).

1.10.2.8 Scarabaeidae

Gran parte de los escarabeidos se alimentan de carroña, estiércol y material vegetal en descomposición; otros comen flores, frutas y hojas, y unos pocos comen hongos o viven en madrigueras y nidos (Halffter and Mathews, 1966; Martín Piera and López Colón, 2000; Jameson and Ratcliffe, 2002). Algunos son plagas importantes de plantas ornamentales y cosechas (Woodruff, 1973).

Los escarabajos asociados con estiércol y carroña pertenecen en general a la subfamilia Scarabaeinae. Han sido observados en trabajos de entomología forense (Barros de Souza and Linhares, 1997; Wolff *et al.*, 2001; Olaya Másmela, 2001; Segura *et al.*, 2011; entre otros). Utilizan la carroña para la reproducción y como fuente de alimento (Halffter and Edmonds, 1982). Las larvas pueden encontrarse enterradas en el suelo debajo del cuerpo (Woodruff, 1973).

1.10.2.9 Silphidae

Esta familia es abundante y de distribución mundial. La mayoría de los sílfidos son carroñeros o predan otros individuos que se encuentran en la carroña como huevos y larvas de moscas y otros coleópteros (Ratcliffe, 1996; Hastir and Gaspar, 2001; Sikes 2005, 2008). Algunas especies son fitófagas, frugívoras, fungívoras o coprófagas (Anderson and Peck, 1984; Ratcliffe, 1996; Hastir and Gaspar, 2001; Ikeda *et al.*, 2008; Sikes, 2008).

Algunos sílfidos entierran la carroña o pequeños cadáveres de vertebrados para aprovisionar a su progenie (Pukowski, 1933; Milne and Milne, 1976; Trumbo, 1990; Scott, 1998; Smith *et al.*, 2001; Sikes, 2005, 2008). En general, los huevos son depositados cerca o en el cadáver (Anderson, 1982; Sikes, 2005; Ikeda *et al.*, 2008). Las larvas permanecen en el mismo lugar (donde está el alimento) hasta completar su desarrollo (Dekeirsschieter *et al.*, 2011). Al igual que los adultos, las larvas son saprófagas pero también hay predadoras. Algunos sílfidos pasan el invierno en estado adulto o como pre-pupas (Ratcliffe, 1996; Ohkawara *et al.*, 1998).

Se han observado hábitos comportamentales interesantes: cuidado parental (Pukowski, 1933; Anderson, 1982; Scott, 1998; Smiseth *et al.*, 2006); selección del

tamaño y tipo de carcasa utilizada (Anderson, 1982; Peck, 1990; Eggert and Müller, 1992; Scott, 1998; Sikes, 2005), así como el modo de emplearla y colonizarla (Payne, 1965; Anderson, 1982); competencia inter e intra-específicas, y demás significados biológicos, ecológicos y evolutivos que ello conlleva (Dekeirsschieter *et al.*, 2011).

Pueden proveer información sobre colonización de restos o cadáveres e intervalo post mortem (Smith, 1986; Haskell *et al.*, 1997; Watson and Carlton, 2005; entre otros). Dekeirsschieter *et al.* (2011) en una revisión de los sílfidos, describen su potencial en entomología forense como bioindicadores.

1.10.2.10 Staphylinidae

Los estafilínidos presentan una amplia distribución de hábitats (Newton *et al.*, 2001), principalmente se encuentran en aquellos muy húmedos, donde hay material vegetal o animal en descomposición (frutas, algas, compost, carroña, excremento) (Forsyth and Alcock, 1990; Frank, 1991; Frank and Thomas, 1999; Chani Posse and Thayer, 2008).

Algunas larvas pueden hilar un capullo antes de pupar (Voris, 1939; Frank, 1991; Newton, 1991; Frank and Thomas, 1999). Los adultos en general son longevos (Frank and Thomas, 1999).

La mayoría de las larvas y los adultos son de rápidos movimientos, predadores especialistas o generalistas (Ashe, 1987; Forsyth and Alcock, 1990; Frank *et al.*, 1992) de larvas, ácaros o nematodos (Frank and Thomas, 1999). Otros son fungívoros (Ashe, 1987; Forsyth and Alcock, 1990; Fierros-López, 2006), algunos son saprófagos o incluso fitófagos y consumidores de diatomeas (Frank, 1991; Frank and Thomas, 1999). También existen especies parásitos de otros insectos (Ashe and Timm, 1987).

La acción predatoria de estos insectos sobre larvas de Diptera que viven en la carroña les ha dado un rol en entomología forense (Castillo-Miralbés, 2001; Wolff *et al.*, 2001; Centeno *et al.*, 2002; Mavárez-Cardozo *et al.*, 2005; Aballay *et al.*, 2008; Barros de Souza *et al.*, 2008; entre otros). Además de su importancia en lo forense, son de interés dado que se alimentan de insectos y ácaros considerados plagas tanto en la agricultura, horticultura y jardinería, así como de insectos de importancia en

medicina y veterinaria (Arnett *et al.*, 1980; Arnett and Jacques, 1981; White, 1985; Borrer *et al.*, 1989; Cabrera-Walsh and Chani-Posse, 2003).

1.10.2.11 Tenebrionidae

Es una de las familias más numerosas del orden. Su diversidad aumenta en los lugares con climas secos estacionales y la alimentación es muy variada consistiendo de materia vegetal o animal en descomposición, hongos, líquenes, y estructuras vegetales como frutos, hojas, semillas, raíces y brotes (Flores, 1998). También se ha visto que ingieren granos almacenados y subproductos de los mismos (Tschinkel, 1975, 1981; Allsopp, 1980). Puede suceder que la alimentación de las larvas difiera de la de los adultos aunque generalmente se dice que son descomponedoras de materia orgánica (Tschinkel, 1975, 1981; Allsopp, 1980).

A pesar de que no hay mucha información a nivel forense, se los ha recolectado de cadáveres humanos y animales (Castillo-Miralbés, 2001; Pérez *et al.*, 2005; Bucheli *et al.*, 2009) y se los vio alimentándose de ellos (Aballay *et al.*, 2008). Esto hace necesario tenerlos en cuenta en los estudios o pericias.

1.10.2.12 Trogidae

Poseen hábitos predatorios y carroñeros. Suelen estar cubiertos con barro y tejido muerto que se les incrusta en el cuerpo pudiendo pasar desapercibidos. Su dieta incluye principalmente queratina por lo cual a los imagos se los encuentra entre plumas, pelaje, piel, materia fecal y cueros de cadáveres, y también de osamentas o esqueletos con poco tejido (Vaurie, 1962; Scholtz, 1990; Gómez, 2008), ocasionalmente en huevos de langostas (Conil, 1880; Van Emden, 1948) y en algunos casos, en excremento particularmente de carnívoros.

Se han hallado trógidos en experimentos de descomposición y sucesión de artrópodos (Payne, 1965; Kočárek, 2003; Aballay *et al.*, 2008; Battán Horenstein and Linhares, 2011; entre otros), pudiendo encontrarse varias especies coexistiendo.

Después de haberse alimentado, se entierran para oviponer (Romero Samper, 1989). Los huevos de los trógidos son colocados solos, por debajo de la fuente

alimenticia, a distintas profundidades dependiendo del tamaño de la especie y las condiciones del suelo. La hembra no deja una galería abierta. Luego de la eclosión, las larvas cavan una galería vertical por debajo de la fuente de alimento (Vaurie, 1962). A continuación, este es llevado al fondo de la galería y consumido. Este comportamiento se denomina relocalización vertical de la comida (Zunino, 1987; Romero Samper and Martín Piera, 1990). De acuerdo a Palestini *et al.* (1992) dicho comportamiento es para reducir la posibilidad de interacciones agresivas entre las larvas que usan la misma fuente alimenticia. Presentan tres estadios larvales (Scholtz, 1990).

CAPÍTULO 2

PRIMERA PARTE

ESTUDIO BIONÓMICO DE LA COLEOPTEROFAUNA CADAVÉRICA BAJO CONDICIONES NATURALES

2.A.1 Introducción

Varios autores han hecho hincapié en la importancia de profundizar y realizar estudios de sucesión en diferentes áreas geográficas (Anderson, 2001; Centeno *et al.*, 2002; Battán Horenstein *et al.*, 2005, 2010; Arnaldos *et al.*, 2006; Dourel *et al.*, 2010).

Muchos de los trabajos realizados en entomología forense se focalizan en Díptera, mientras que ha sido descuidada la importancia que tienen otros grupos como el de los coleópteros (Midgley *et al.*, 2009; Midgley *et al.*, 2010). Esto tal vez se debe al orden de llegada de los artrópodos a un cadáver siendo los dípteros los que generalmente arriban primero, lo cual es valioso al momento de determinar el PMI. Anteriormente, se mencionó la importancia de la etapa de descomposición en que un cuerpo se presenta, dado que etapas avanzadas de putrefacción son atractivas para una menor variedad de dípteros, por lo que en esta situación los coleópteros podrían ser de más ayuda en la estimación del PMI (Braack, 1987; Anderson, 2001; Kulshrestha and Satpathy, 2001). Más aun, existen coleópteros que pueden arribar a un cuerpo antes de lo que algunos autores han mencionado. Se han encontrado sílfidos y escarabeidos durante las etapas tempranas de descomposición, generalmente antes que este proceso sea detectado por las moscas (Byrd and Castner, 2001; Ururahy-Rodrigues *et al.*, 2008; Midgley *et al.*, 2009; Midgley *et al.*, 2010). Además, según Braack (1986, 1987), a diferencia de los dípteros, los coleópteros son más diversos y pueden presentarse en un cuerpo en varias oleadas.

En Sudamérica, principalmente en Brasil, se han publicado artículos donde parte de los artrópodos encontrados son coleópteros de importancia forense. Luederwaldt (1911) encontró 62 especies de escarabajos por medio del uso de cuerpos de aves y mamíferos colocados en una zona de San Pablo. En 1997, Barros de Souza and

Linhares estudiaron en el sudeste de Brasil, la diversidad, abundancia relativa y estacionalidad de insectos que acuden y se reproducen sobre carroña, y su importancia forense. Asimismo en ese mismo año, Moura *et al.* (1997) realizaron experimentos con cadáveres de ratas. Lopes de Carvalho *et al.* (2000, 2004) y Lopes de Carvalho and Linhares (2001) efectuaron experimentos de manera semejante a Luederwaldt (1911) pero utilizaron cuerpos de cerdo. En el 2009, Gomes *et al.* estudiaron la colonización de cadáveres porcinos por insectos en un área de cultivo de caña de azúcar. Mise *et al.* (2010) realizaron observaciones en una selva protegida cerca de Manaus y observaron una gran diversidad de coleópteros cadavéricos.

Otros autores llevaron a cabo estudios ecológicos con escarabajos carroñeros como modelo, dado que su forma de vida y fuente de alimento resultan interesantes y apropiadas para tratar de resolver varias incógnitas como por ejemplo: período de actividad diurna y parámetros que puedan servir como estimulantes de vuelo (Shubeck, 1975); diferenciación de nichos de especies con-genéricas y patrones de actividad circadiana (Novák, 1975/1976; Kentner and Streit, 1990; Kočárek, 2002).

Con el fin de ampliar el conocimiento existente sobre la coleopterofauna cadavérica, resulta fundamental realizar estudios que permitan determinar y caracterizar la entomofauna carroñera para cada zona geográfica, conocimiento que resultará un aporte a la ciencia básica y relevante para la entomología forense.

Los objetivos fueron:

- I. Conocer las variaciones temporales y espaciales en la abundancia, la composición y la riqueza específica de los principales coleópteros integrantes de la fauna cadavérica en un área periurbana de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina.
- II. Establecer la posible existencia de patrones de colonización del cuerpo y su asociación con las diferentes etapas de la descomposición en cadáveres porcinos, y con el resto de la fauna cadavérica.

2.A.2 Materiales y métodos

2.A.2.1 Zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en los campos de la Universidad Nacional del Sur, administrados por el Departamento de Agronomía, en la zona "Altos del Palihue", en la localidad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina (38° 41' 41''S, 62° 15' 10''O, 51 msnm).

El clima es templado, sub-húmedo, de características continentales (Campo de Ferreras *et al.*, 2004; Campo and Zapperi, 2010) con altas variabilidades térmicas y pluviométricas a lo largo del año. Según la clasificación climática de Köppen, el clima es "pampeano" puesto que en la etapa cálida la temperatura media supera los 22°C y no hay estación seca (Köppen, 1948). El promedio anual de las precipitaciones es de 600 mm pero existen variaciones dentro de la zona (Gil *et al.*, 2008; Campo *et al.*, 2009; Gabella *et al.*, 2010). Los vientos en general son moderados pero suelen incrementarse notablemente. En el verano, provienen mayormente del norte y noroeste, y en el invierno, del sur y sureste. La humedad relativa promedio anual es del 68%.

El área seleccionada se ubicó en un campo natural con exposición directa al sol, a 300–500 m de las zonas edilicias (Figuras 2. 1 a y b). A unos 100 m de la zona de estudio se encontraba un brazo del arroyo Napostá, cercado con arboledas de *Populus alba* y *Tamarix* sp. El resto de la vegetación de la zona se componía de *Eucaliptus globulus*, *Prosopis alpacato*, *Chenopodium quinoa* subsp. *melanospermum* y pastizales (Figuras 2. 1 a, b y c).





Figuras 2. 1 a, b y c. Área y vegetación donde se realizaron las experiencias de campo.

2.A.2.2 Períodos de estudio

Se realizó una experiencia en cada estación del año. Las fechas de inicio y finalización de cada una de ellas fueron:

- ★ Invierno: 23/6/2010 hasta 23/12/2010.
- ★ Verano: 16/2/2011 hasta 18/3/2011.
- ★ Otoño: 31/3/2011 hasta 10/6/2011.
- ★ Primavera: 04/10/2011 hasta 11/11/2011.

2.A.2.3 Biomodelo

Varios son los factores a considerar al momento de elegir el modelo biológico. Entre ellos: accesibilidad, manejo, tamaño, tipo de piel, entre otros (Payne, 1965; Denno and Cothram, 1975; Keh, 1985; Micozzi, 1986; Hewadikaram and Goff, 1991).

Las experiencias se basaron en las metodologías estándar para ensayos de descomposición (Payne, 1965; Goff, 1993; Centeno *et al.*, 2002). En este trabajo se utilizaron un total de 12 cerdos *Sus scrofa* L., tres por cada estación, de aproximadamente 15–16 kg de peso, de raza mestiza, de la misma camada, del mismo sexo y sanos. Se eligió al cerdo doméstico como biomodelo, dado que su patrón de descomposición es el que más se asemeja al del ser humano (Payne, 1965). Además, es un animal fácil de obtener, su sistema digestivo, cardiovascular y tegumentario, así como otras partes del cuerpo, se parecen al del humano; su sacrificio no es tan complicado y no implica problemas éticos. También el hecho de que su uso se ha incrementado permite que los resultados sean mejor comparados y extrapolados al del ser humano (Campobasso *et al.*, 2001). El peso de los tres animales fue aproximadamente el mismo, para minimizar cualquier influencia que una diferencia de tamaño pudiera ocasionar en el tiempo de descomposición (Hewadikaram and Goff, 1991; Campobasso *et al.*, 2001) y/o de sucesión (Moura *et al.*, 1997; Wolff *et al.*, 2001).

Los animales se sacrificaron por punción cardíaca una hora antes de comenzar los experimentos y se mantuvieron envueltos en bolsas de nylon hasta el inicio de los mismos, para evitar el contacto con los insectos.

2.A.2.4 Materiales

Para evitar cualquier alteración por vertebrados carroñeros pero a su vez permitir la entrada de insectos (Ellison, 1990; Wolff *et al.*, 2001; Centeno *et al.*, 2002), se utilizaron tres jaulas rectangulares de 120 cm de largo × 80 cm de alto × 60 cm de ancho, de madera y alambre tejido de 2 cm de malla. En el interior de cada una se colocó un cadáver de cerdo sobre un piso del mismo tipo de alambre con el que fue construida la jaula. Ésta y el piso se sujetaron al suelo con cuatro estacas de hierro, una por cada esquina de la jaula. Los excedentes del piso se ataron a cada lado de la

jaula con alambre y también en uno de sus lados se colgó un cartel de advertencia para evitar cualquier posible acercamiento y perturbación humana.

Para complementar el muestreo sobre el cadáver, se colocaron alrededor de cada jaula seis trampas de caída para la captura de insectos caminadores y otros artrópodos. Asimismo, a modo de control se dispusieron otras seis trampas con la misma disposición que las anteriores pero alejadas unos 15–30 m del último cadáver. Las trampas de caída consistieron en envases plásticos de 500 ml enterrados hasta el ras del suelo (Figura 2. 2), en cuyo interior se adicionaron 15–30 ml de una solución mortífera al 10% de líquido refrigerante para vehículos (evita el congelamiento del agua e impide que los insectos voladores escapen). Adicionalmente, se usó una solución alternativa con las mismas propiedades, constituida por 500 g de sal fina, 750 ml de detergente y 5 litros de agua (Laub *et al.*, 2008).

El proceso de descomposición, el sitio de muestreo, los alrededores y la vegetación del mismo, se fotografiaron utilizando dos cámaras: MINOLTA FREEDOM200 y NIKON COOLPIX L20.

La temperatura del cadáver y del ambiente, así como la humedad del lugar, se midieron con un termo-higrómetro HT05. En cada cuerpo se tomó la temperatura rectal mientras las condiciones cadavéricas lo permitieron.

Los datos diarios climáticos se registraron durante todo el período que demoró el experimento. Los mismos fueron provistos por la estación meteorológica del CERZOS, ubicada a unos 2 km del sitio de muestreo. Algunos de los datos como la temperatura máxima, la temperatura mínima, y la humedad relativa fueron proporcionados como registros horarios.

En general, se capturó un 10% de los especímenes observados en los cuerpos, para así evitar cualquier alteración en los procesos de descomposición y sucesión por la pérdida de ejemplares. La colecta se realizó en forma manual y además se utilizó el instrumental adecuado: pinzas entomológicas, pinceles, frascos plásticos, redes entomológicas (aéreas y de rastreo) y frascos mortíferos. Para recoger los organismos capturados en las trampas de caída y hacer más eficiente, y rápida la tarea, se utilizó un frasco de vidrio y un embudo plástico sobre el cual se colocaba un recorte de tela voilé o lycra y se filtraba la solución, reteniendo así el material biológico en la tela.

La conservación de todos los ejemplares capturados se realizó en medio líquido utilizando tubos y frascos plásticos de 10 y 125 ml, respectivamente, conteniendo alcohol etílico 70% o bien secos en tubos plásticos y que fueran colocados posteriormente en cajas entomológicas.

La identificación y el montaje de las preparaciones así como la toma de fotografías se llevó a cabo mediante un microscopio estereoscópico binocular OLYMPUS BZ40 con oculares 20× y 40×, al cual se conectó alternativamente una cámara digital SONY AGO09. También se empleó un microscopio estereoscópico binocular LANCET LBX con zoom de 0.75 a 5× y oculares 10×. Con este último se usó una cámara NIKON COOLPIX L20.



Figura 2. 2. Trampa de caída vacía.

2.A.2.5 Procedimiento

Antes de comenzar la experiencia se verificó que el lugar estuviese libre de elementos como excrementos u animales muertos que pudieran distorsionar la prueba (Goff *et al.*, 1991; Christopherson and Gibo, 1997). En dicha porción del terreno, la vegetación fue cortada hasta 3-5 cm centímetros del suelo. Luego se colocaron las trampas de caída alrededor de la jaula (experimentales) y a continuación, el cadáver sobre el alambre tejido. Posteriormente, usando un termohigrómetro colocado a la sombra, se tomaron las temperaturas máximas y mínimas del ambiente, y del cuerpo así como la humedad ambiental. Una vez hechas las mediciones se clavaron las estacas, sujetando la jaula y el piso de alambre, a la

superficie terrestre. Luego se ataron los bordes del piso de alambre a los laterales de la jaula y se colgó el cartel (Figura 2. 3). A continuación, se llenaron las trampas de caída con la solución mortífera.

El procedimiento anterior se realizó con los tres cadáveres que se nombraron como C1, C2 y C3, y se ubicaron a lo largo de una transecta distanciados 100 m uno del otro. El primer cuerpo estuvo un poco más elevado que los otros dos por una cuestión del terreno. Por último, se colocaron las trampas usadas como control.

Todas las experiencias comenzaron a las 10 a.m. y se consideró al Día 1 como el primero, enumerando los siguientes días de manera consecutiva. Se realizaron muestreos diariamente, a excepción de la mayoría de los días lluviosos, hasta finalizar el experimento (etapa de esqueletización). En el primer día sólo se efectuaron observaciones de los artrópodos que llegaron al cuerpo. Los horarios de muestreo fueron entre las 9 y 12 a.m. En los días siguientes se colectó el material biológico de las trampas experimentales y se lo colocó en un frasco plástico conteniendo alcohol etílico 70% para su determinación en el laboratorio y conservación. Luego se tomaron fotografías del cadáver para registrar los cambios corporales y se midieron las temperaturas antes mencionadas. Posteriormente, se realizó una inspección minuciosa del cuerpo, de ambos lados (el expuesto al sol y el dispuesto en contacto con el suelo), colectándose muestras de los artrópodos presentes, con énfasis en los coleópteros. Además se observó el suelo debajo del cadáver y su alrededor, y se escarbó suavemente en busca de adultos y estadios inmaduros enterrados o parcialmente enterrados. Fue registrada la fecha, el cadáver, el lugar de toma de la muestra, la presencia de familias o especies (cuando fue posible), la cantidad de especímenes y los datos sobre el comportamiento de los insectos.

Una parte de los ejemplares inmaduros (huevos, larvas, pupas) capturados se fijaron y conservaron en alcohol etílico al 70%, junto con todos los adultos. La otra parte, se cultivó en el laboratorio para su posterior determinación y para el estudio de su ciclo biológico.

Por último, se colectaron los artrópodos de las trampas control procediéndose de la misma forma que para las trampas experimentales.

La determinación taxonómica de los ejemplares capturados se hizo mediante el uso de claves para los distintos niveles taxonómicos y en el caso de no existir las

mismas, mediante la consulta a especialistas. Para las identificaciones de los coleópteros se usaron las siguientes claves:

★ Para Subórdenes: Ross (1968).

★ Para Familias: Ross (1968); Bousquet (1990); Ocampo and Ruiz Manzanos (2008); Almeida and Mise (2009).

★ Para subfamilias: Solervicens (2008); Brunke *et al.* (2011); Vaz-De-Mello *et al.* (2011).

★ Para las Tribus: Roig-Juñent and Domínguez (2001); Brunke *et al.* (2011).

★ Para Género y Especie: Dellacasa *et al.* (2002); Majka (2006); Vaz-De-Mello and Edmonds (2006); Díaz *et al.* (2008); Gómez (2008); Almeida and Mise (2009); Hackston (2009); Vaz-De-Mello *et al.* (2011); Aballay *et al.* (2013).



Figura 2. 3. Cadáver de cerdo en el interior de la jaula y trampas de caída alrededor de la misma.

2.A.2.6 Análisis estadístico de los datos

Las unidades de muestreo fueron: observaciones sobre, en o debajo del cadáver (c) y captura acumulada en las seis trampas alrededor del cuerpo (st).

Para evaluar el proceso de descomposición se realizó el promedio de la duración de cada etapa por cadáver y por día, y el de la duración total en cada estación.

Los datos diarios de temperaturas registrados por la estación meteorológica, también se promediaron para cada estación del año y etapa de descomposición.

La comunidad de coleópteros hallada tanto en los cadáveres como en las trampas experimentales, se caracterizó en parte por medio de la evaluación de la abundancia promedio total de escarabajos cadavéricos adultos, por unidad de muestreo y por día. Para saber si las estaciones del año y/o etapas de descomposición (factores) ejercieron influencias sobre la variable, se realizó un ANOVA Doble. Las etapas Fresca e Hinchada se agruparon (F+H) para incorporar el Verano en el análisis. El diseño de muestreo determinó que los dos factores no tuviesen la misma jerarquía: las estaciones fueron el factor principal y las etapas de descomposición, el secundario. Cuando se halló interacción, se compararon las diferentes etapas para cada estación por separado; mientras que cuando el comportamiento de las etapas resultó ser el mismo en cada estación (sin interacción), se compararon a partir del promedio de estas últimas. Todas las comparaciones se hicieron de a pares con DMS 5%, y siempre que la fuente de variación fuese significativa.

Cuando se rechazó el supuesto de homocedasticidad se usaron los CM residuales de los ANOVAs en bloques (chanchos) que surgieron de analizar cada estación por separado.

Para analizar y poder visualizar mejor la abundancia total de coleópteros cadavéricos adultos, recolectados en las trampas experimentales y control por estación, los datos se transformaron con logaritmo neperiano. Esto permite una mejor dispersión de los datos y por lo tanto, que los valores altos no subestimen los bajos.

Para la evaluación de la abundancia de cada familia tanto en los cadáveres como en las trampas de caída experimentales por estación, se calcularon las medias con sus correspondientes errores estándar, por día y unidad de muestreo. También se estudió la abundancia de cada familia por etapa de descomposición en cada estación, para lo

cual se aplicaron los mismos test estadísticos y criterios empleados en los análisis de abundancia total. Aunque, cuando la variable presentó demasiados "ceros" (ausencia de ejemplares), sólo se realizaron descripciones de la información obtenida.

A modo de profundizar la asociación de los coleópteros cadavéricos con las etapas de descomposición y estaciones, se procedió a estudiar la composición de las familias halladas en los cadáveres por medio de un análisis multivariado. La matriz de datos fue construida a partir de las 16 filas resultantes de combinar cada estación con las distintas etapas de descomposición, mientras que las columnas surgieron, en principio, de las 12 familias halladas; cada dato correspondió a la proporción que esa familia representó en esa fila. Nuevamente para este análisis se juntaron las etapas Fresca e Hinchada (F+H). Las familias cuyos aportes máximos a la composición no superaron en ningún momento el 15%, se agruparon en "Otros" (Anthicidae, Archeocrypticidae, Carabidae, Melyridae, Nitidulidae, Tenebrionidae y Trogidae). Se realizó un análisis de componentes principales, a partir de la matriz de covarianzas entre las familias. Luego, se formaron grupos entre las filas mediante un Clúster Jerárquico utilizando distancia Euclídea.

En los cadáveres y las trampas, se registraron coleópteros no sólo en estado adulto sino también en la forma inmadura de larva. Se calculó la abundancia promedio total de larvas por unidad de muestreo y por día, halladas en cada etapa de descomposición durante cada una de las estaciones. La presencia de muchos ceros no permitió la aplicación de pruebas estadísticas, por ello los resultados se describieron.

A continuación se analizó la abundancia promedio de larvas de cada familia, por unidad de muestreo y por día, hallada en cada una de las estaciones. Luego se chequeó dicha variable por etapa de descomposición como se hizo con los adultos.

Todos los análisis estadísticos se hicieron usando InfoStat (versión 2011) FCA - Universidad Nacional de Córdoba (Argentina).

2.A.3 Resultados

2.A.3.1 Proceso de descomposición durante las cuatro experiencias

En todas las estaciones se observaron cinco etapas de descomposición como las descritas por Payne (1965) (Figura 2. 4).

La experiencia de la estación invernal fue la más larga prolongándose en Primavera. El proceso de descomposición durante el Invierno fue de 159 días para C1 y C3, y las duraciones de las etapas fueron similares. Sin embargo, el proceso de C2 fue más prolongado, 183 días. En la Tabla 2. 1 se muestran las duraciones de las etapas por cadáver. En las otras estaciones del año, los tres cuerpos demoraron el mismo tiempo en descomponerse. Al igual que en Invierno, se registraron diferencias en la duración que experimentó cada etapa en las otras estaciones, así como también en la duración total promedio (Tabla 2. 2). En Otoño, los restos permanecieron más conservados que en las otras estaciones.

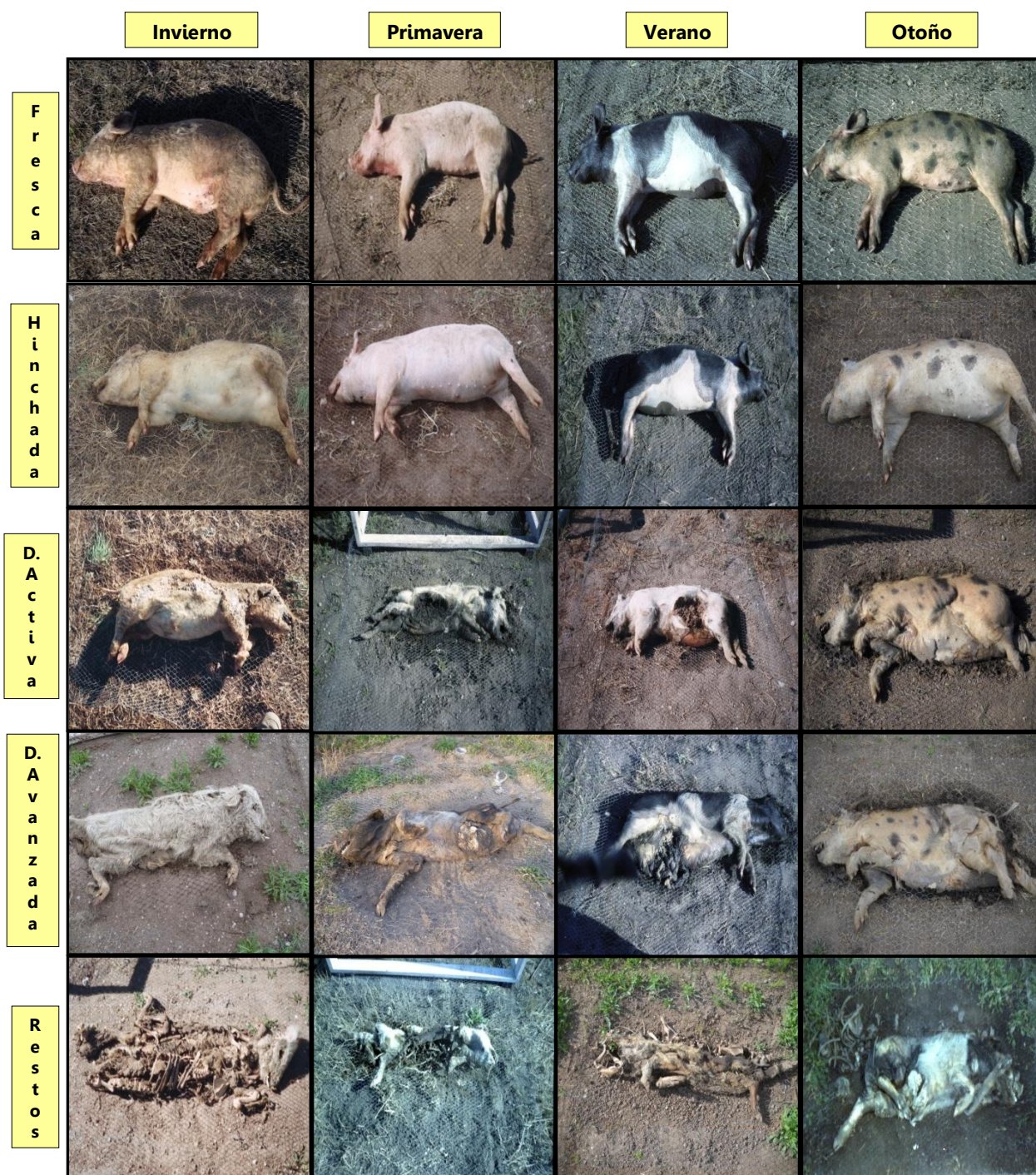


Figura 2. 4. Se muestran las imágenes de las etapas de descomposición para cada estación del año. **D.:** Descomposición.

Tabla 2. 1. Duración de cada etapa de descomposición por cadáver porcino durante el Invierno, expresada en días. **C1:** Cadáver 1; **C2:** Cadáver 2; **C3:** Cadáver 3. **D.:** Descomposición.

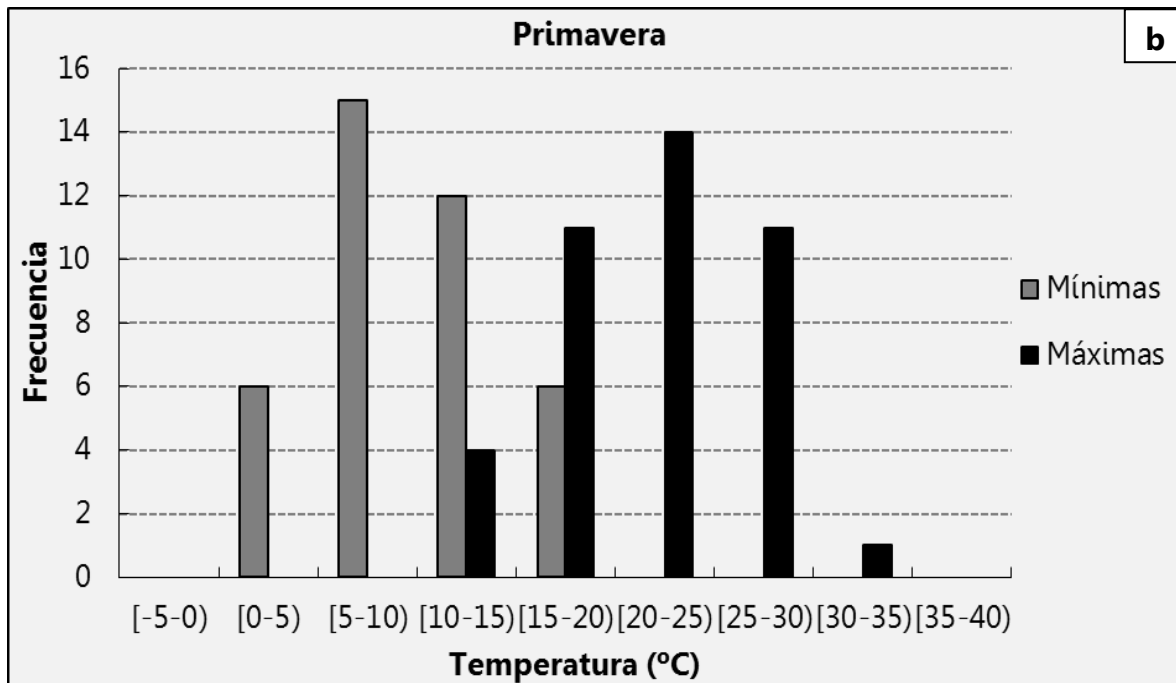
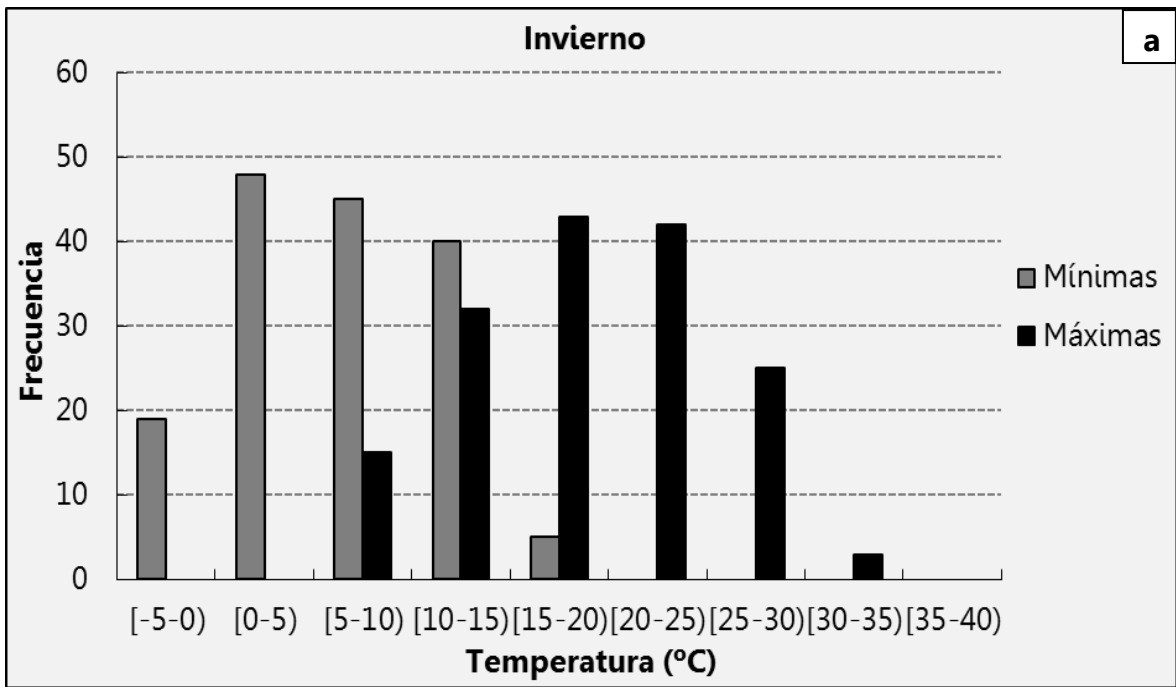
Cadáveres	Etapas de Descomposición				
	Fresca	Hinchada	D. Activa	D. Avanzada	Restos
C1	7	12	30	77	33
C2	7	32	30	94	20
C3	7	14	29	69	40

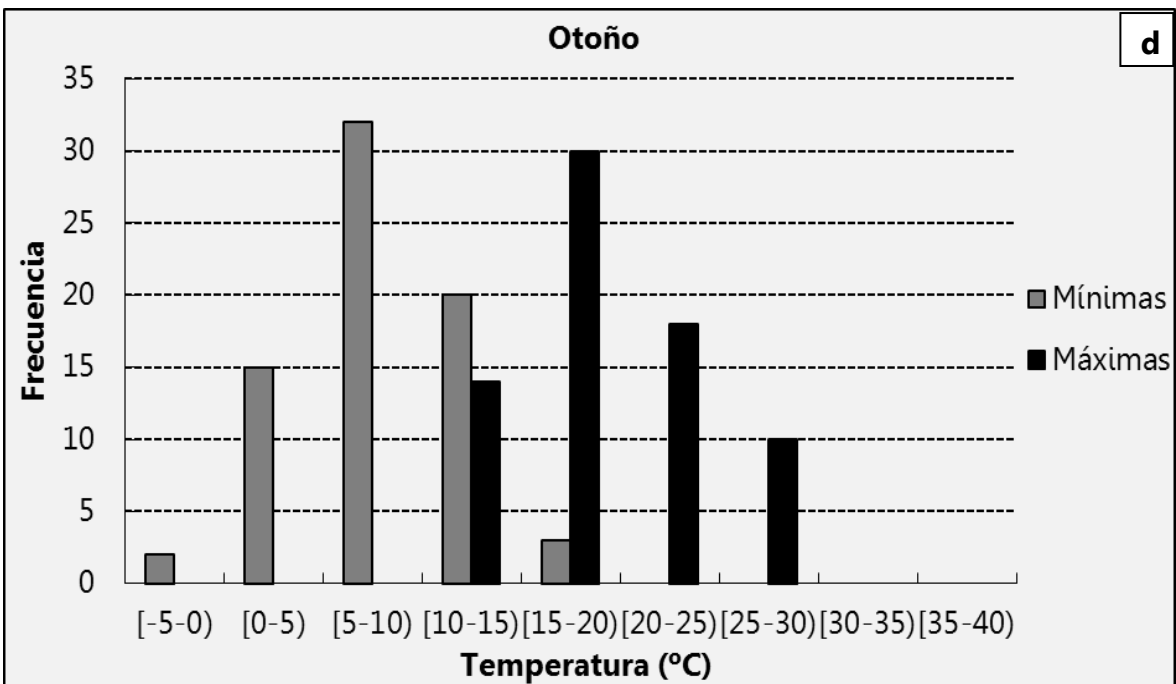
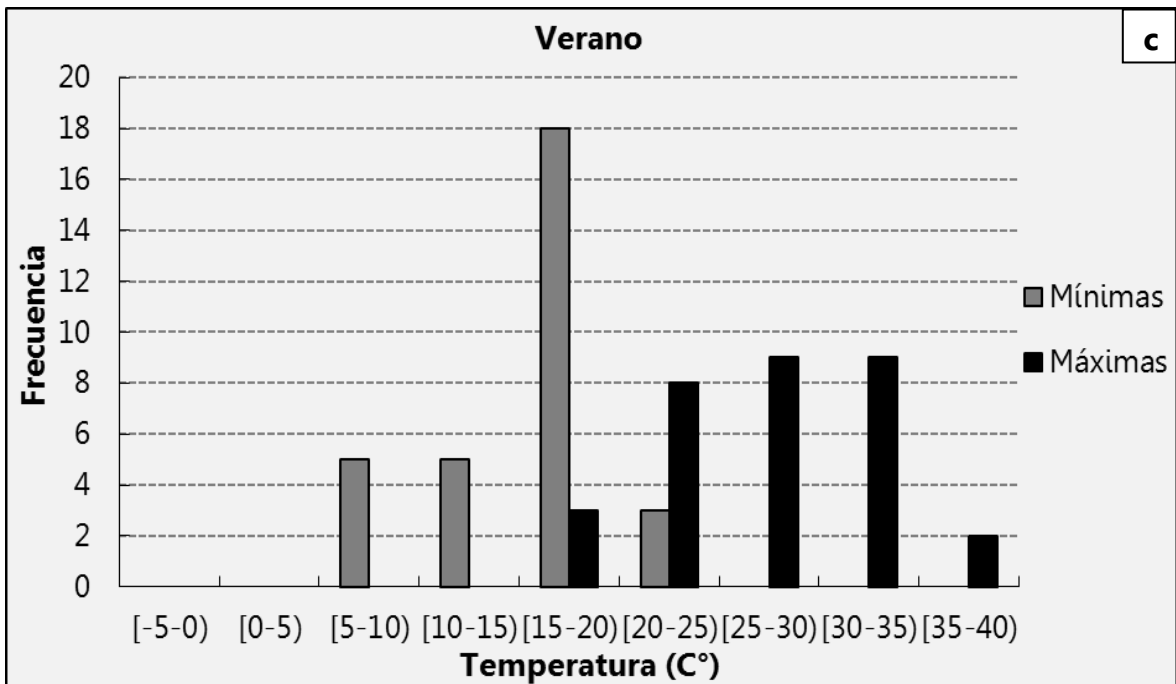
Tabla 2. 2. Duración media de las etapas de descomposición y duración promedio del proceso por estación, expresada en días. **D.:** Descomposición.

Estaciones	Etapas de Descomposición					
	Fresca	Hinchada	D. Activa	D. Avanzada	Restos	Promedio
Invierno	7	19,3±6,36	29,7±0,33	80±7,37	31±5,86	167±7
Primavera	<1	5,7±0,33	6,33±0,33	5	20	38
Verano	<1	3	3	3	20	30
Otoño	1	5	4	41	20	71

2.A.3.2 Análisis de variables ambientales

La frecuencia de las temperaturas mínimas y de las máximas fueron las esperadas para cada estación (Figuras 2. 5 a, b, c y d), salvo en un lapso de Invierno, donde hubo registros en intervalos propios de Primavera (mínimas entre 15 y 20°C, y máximas mayores a 25°C), debido a que la experiencia invernal se solapó con la primaveral. En la Figura 2. 6 debido a lo señalado en el párrafo anterior, las temperaturas de las últimas etapas de Invierno resultaron similares a las de Primavera. También se indicó la frecuencia de días con humedad relativa agrupada en intervalos para cada estación (Figura 2. 7), el número de días lluviosos y la precipitación acumulada por etapa de descomposición y estación (Figura 2. 8).





Figuras 2. 5 a, b, c y d. Número de días con temperaturas mínimas y temperaturas máximas, agrupados a partir de intervalos de igual longitud para cada estación.

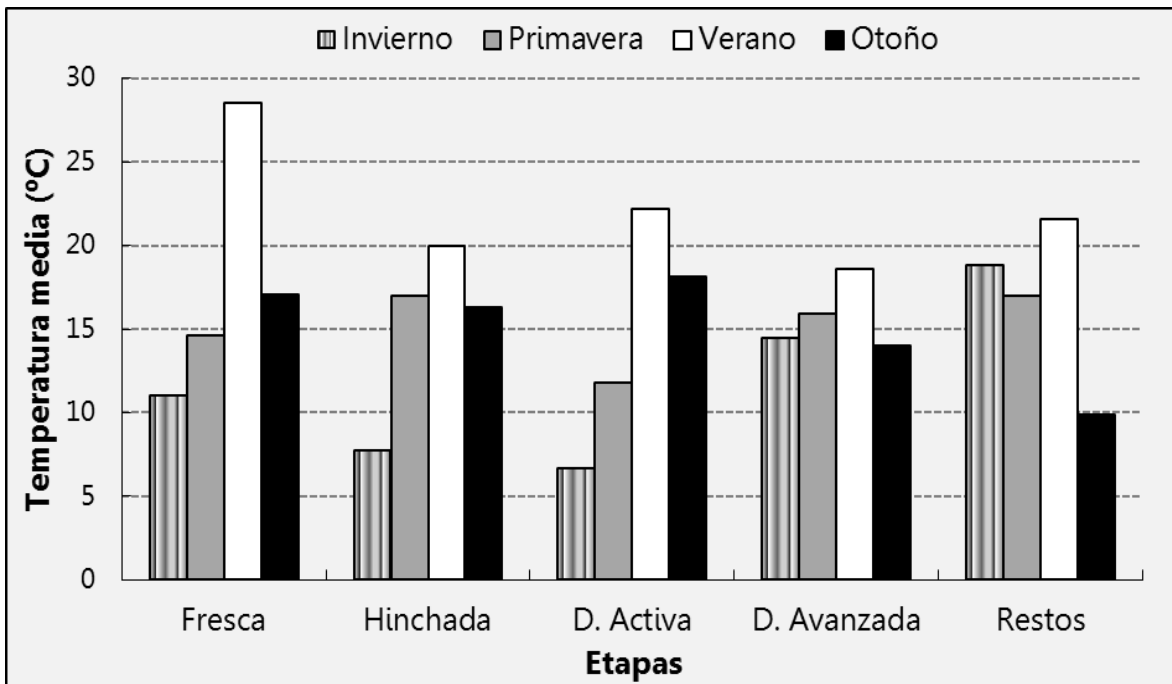


Figura 2. 6. Temperaturas medias registradas en cada etapa de descomposición por estación.

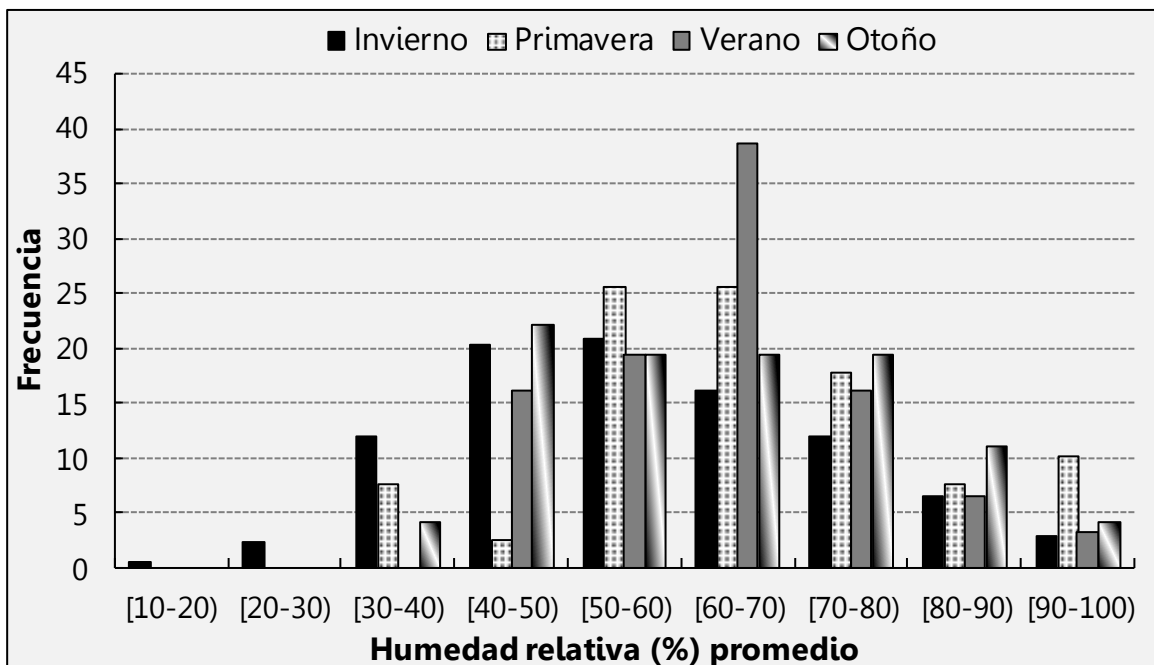


Figura 2. 7. Números de días con humedad relativa (%) promedio agrupados a partir de intervalos de igual longitud para cada estación.

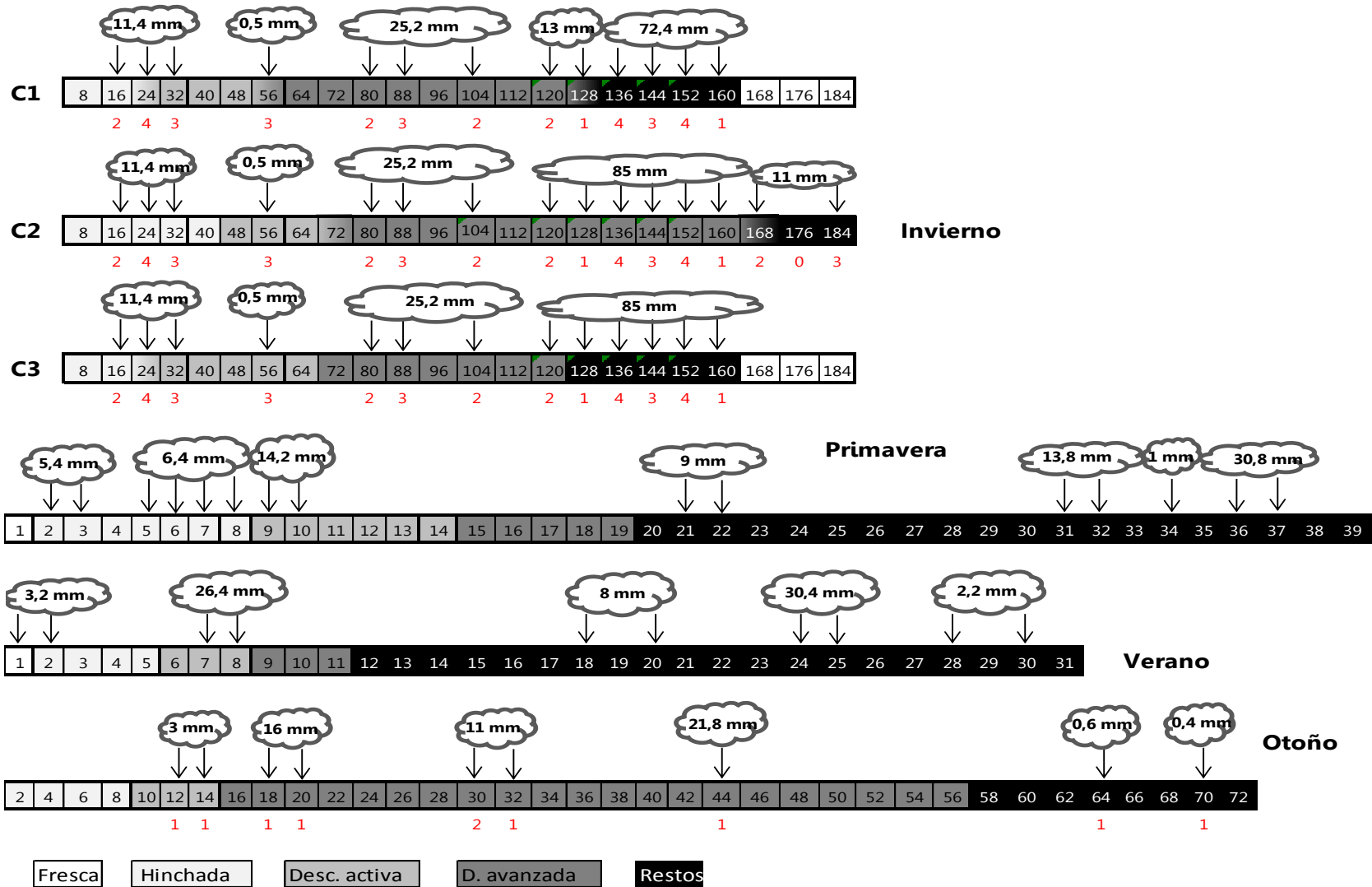


Figura 2. 8. Números de días lluviosos y precipitación acumulada por día y estación. Los valores en color rojo corresponden al número de días lluviosos de los períodos de Invierno y Otoño.

2.A.3.3 Abundancia promedio total de coleópteros adultos encontrados en cadáveres porcinos, por etapa de descomposición y estación

Se encontró interacción para la abundancia ($p < 0,0001$); por este motivo, en cada estación las etapas no se comportaron de la misma manera. En la Figura 2. 9 se observó que a rasgos generales, excepto en Verano, la descomposición mostró un patrón semejante en todas las estaciones. Al analizar con más detalle, se encontró que durante el Invierno la Descomposición Avanzada fue más abundante que las etapas F+H y Descomposición Activa ($p < 0,05$). En Primavera, la Descomposición Avanzada presentó mayor número de individuos y fue seguida por Restos ($p < 0,05$). Durante el Verano, la Descomposición Activa y la Avanzada fueron las más abundantes ($p < 0,05$). En cambio, en Otoño no se observaron variaciones estadísticamente significativas en la abundancia ($p > 0,05$), a lo largo de las etapas de descomposición.

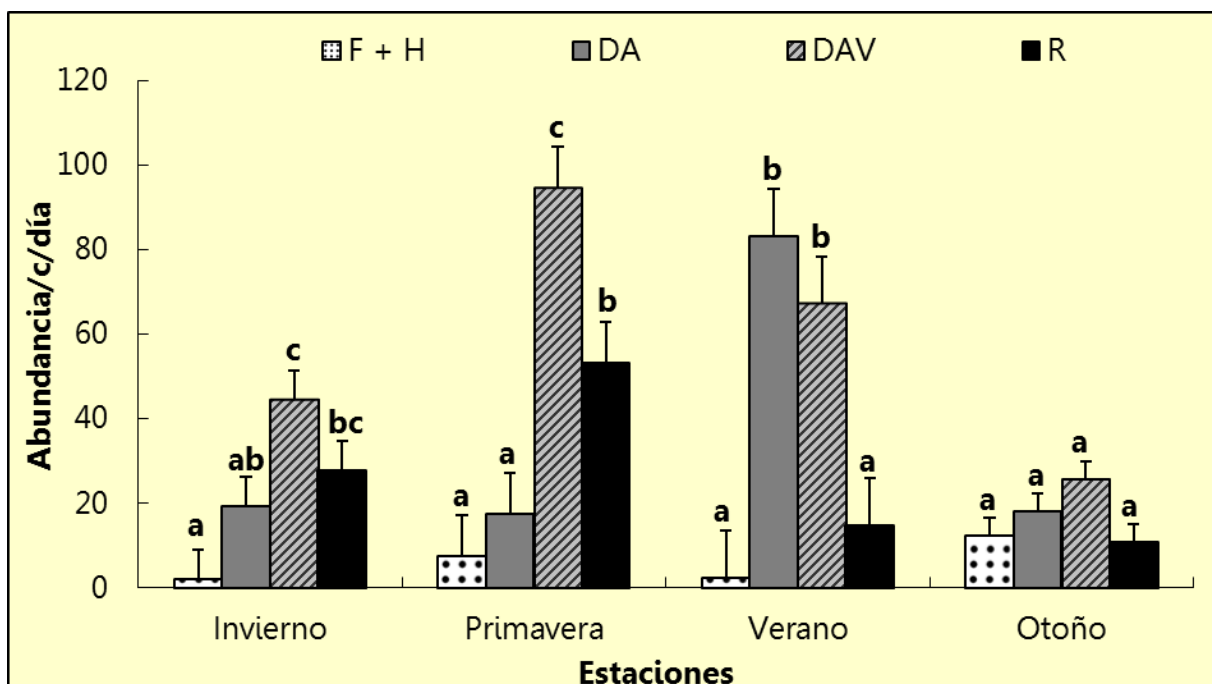


Figura 2. 9. Abundancia promedio total de coleópteros adultos hallados en los cadáveres por etapa de descomposición y estación. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos. Las medias que comparten alguna letra no difieren al 5%.

2.A.3.4 Abundancia promedio total de coleópteros cadavéricos adultos recolectados en las trampas experimentales y control, por etapa de descomposición y estación

Una representación gráfica en escala logarítmica de las abundancias totales (Figura 2. 10), mostró que las trampas experimentales fueron más abundantes que las control en todas las etapas de descomposición y estaciones. Todos los puntos se ubicaron por debajo de la línea 1 a 1.

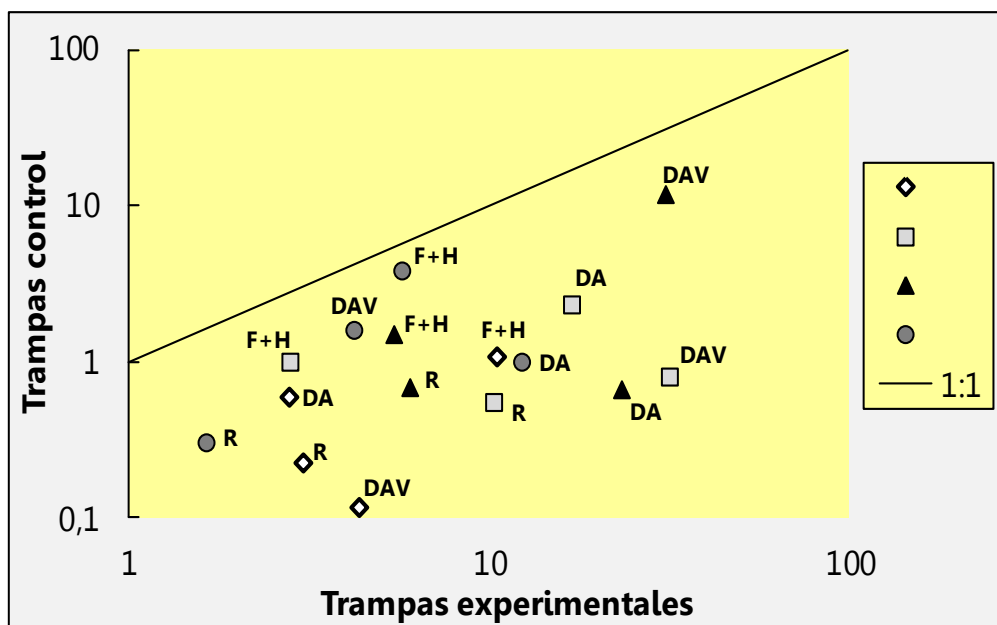


Figura 2. 10. Representación de la abundancia promedio total de coleópteros adultos encontrados en las trampas control versus experimentales en relación a las etapas de descomposición y estaciones (escala logarítmica). ◇ Invierno; ■ Primavera; ▲ Verano; ● Otoño. **F+H:** etapa Fresca + etapa Hinchada; **DA:** Descomposición Activa; **DAV:** Descomposición Avanzada; **R:** Restos.

2.A.3.5 Abundancia promedio total de coleópteros adultos capturados en las trampas experimentales, por etapa de descomposición durante cada estación

Se detectó interacción entre las etapas de descomposición y las estaciones ($p < 0,01$). En la Figura 2. 11 se registró que durante el Invierno la etapa F+H fue la más abundante ($p < 0,05$). En Primavera y Verano, el patrón fue similar, detectándose

una mayor abundancia en la Descomposición Avanzada ($p < 0,05$). Durante el Otoño, el número de ejemplares no difirió significativamente entre las etapas ($p > 0,05$).

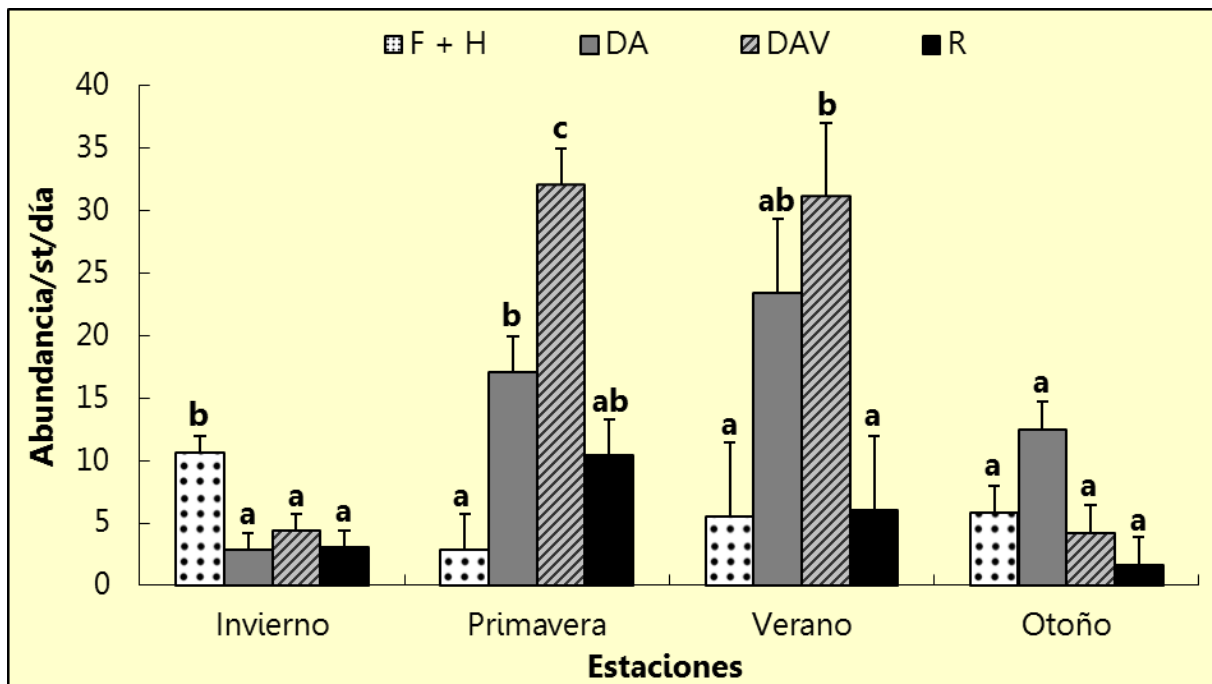


Figura 2. 11. Abundancia promedio total de coleópteros cadavéricos adultos capturados en las trampas experimentales en cada etapa de descomposición y estación. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos. Las medias que comparten alguna letra no difieren al 5%.

2.A.3.6 Abundancia promedio de cada familia encontrada en estado adulto, en los cuerpos porcinos por estación

En los cadáveres se hallaron 12 familias de hábitos necrófagos, necrófilos y omnívoros. Estas fueron (ordenadas de mayor a menor abundancia media total): Histeridae, Dermestidae, Cleridae, Staphylinidae, Nitidulidae, Trogidae, Tenebrionidae, Scarabaeidae, Carabidae, Anthicidae, Melyridae y Archeocrypticidae. Exceptuando a las cinco primeras familias y Carabidae, las restantes constituyen nuevos registros de interés forense para la provincia de Buenos Aires, y Melyridae además para la Argentina. También se encontraron ejemplares de las familias Coccinellidae, Chrysomelidae, Tenebrionidae, Curculionidae, Elateridae, Meloidae,

Bostrichidae y Carabidae, los cuales no fueron objeto de análisis por su carácter de accidental.

A continuación se describió lo observado en cada estación.

2.A.3.6.1 Invierno

La Figura 2. 12 muestra la abundancia promedio y representación porcentual de las familias halladas durante el Invierno. La familia Dermestidae fue la más abundante con marcada diferencia de las restantes, reflejando un 72% del total. Le siguieron Staphylinidae (11%), Histeridae (6%) y Nitidulidae (4%).

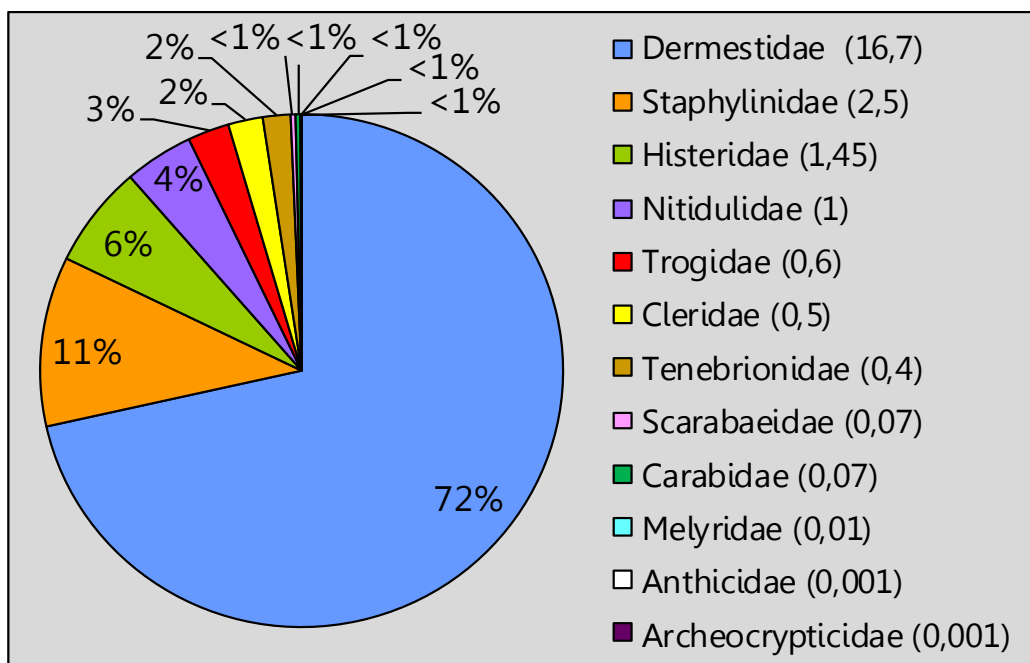


Figura 2. 12. Abundancia promedio de coleópteros adultos por cadáver y por día (indicado entre paréntesis), junto a la representación porcentual, de cada familia durante el Invierno.

2.A.3.6.2 Primavera

En la Figura 2. 13 se presenta la abundancia promedio y representación porcentual de las familias encontradas en la estación primaveral. Histeridae fue la familia con mayor número de individuos, representando un 53% de la población. La secundaron

Dermeestidae (19%), Staphylinidae (14%) y Cleridae (11%). No se encontraron individuos de Archeocrypticidae y Melyridae.

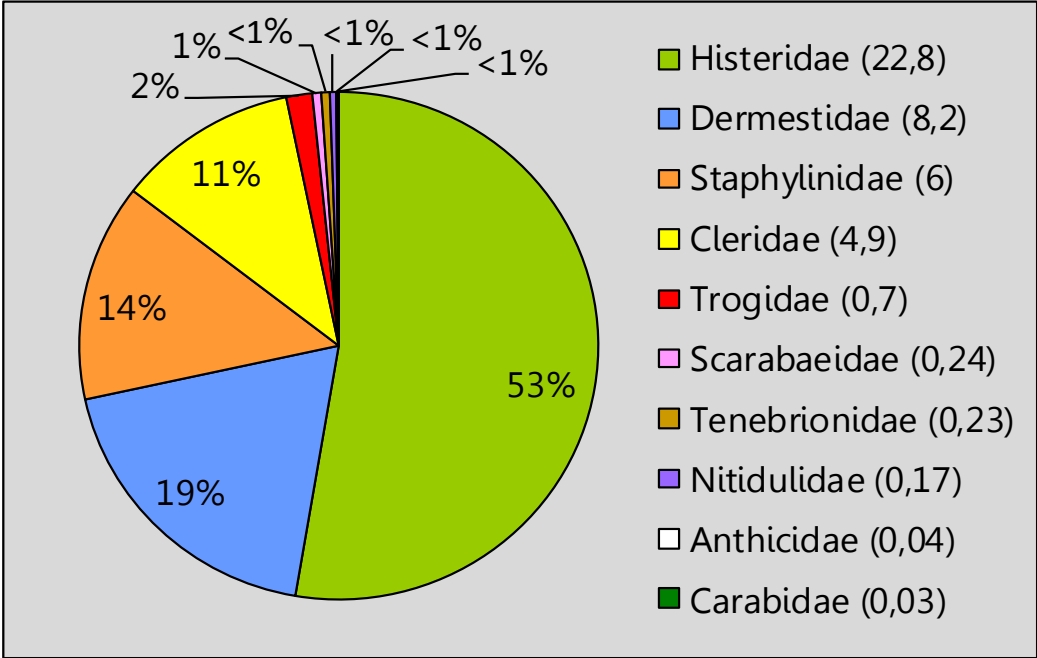


Figura 2. 13. Abundancia promedio de coleópteros adultos por cuerpo y por día (indicado entre paréntesis), junto a la representación porcentual, de cada familia encontrada en Primavera.

2.A.3.6.3 Verano

La Figura 2. 14 muestra la abundancia promedio y representación porcentual de las familias observadas durante el Verano. Las familias más abundantes fueron Histeridae y Cleridae, representando un 34% y un 33% del total, respectivamente. Le siguieron Dermestidae (15%) y Staphylinidae (12%). No se encontraron ejemplares de Anthicidae, Archeocrypticidae y Carabidae.

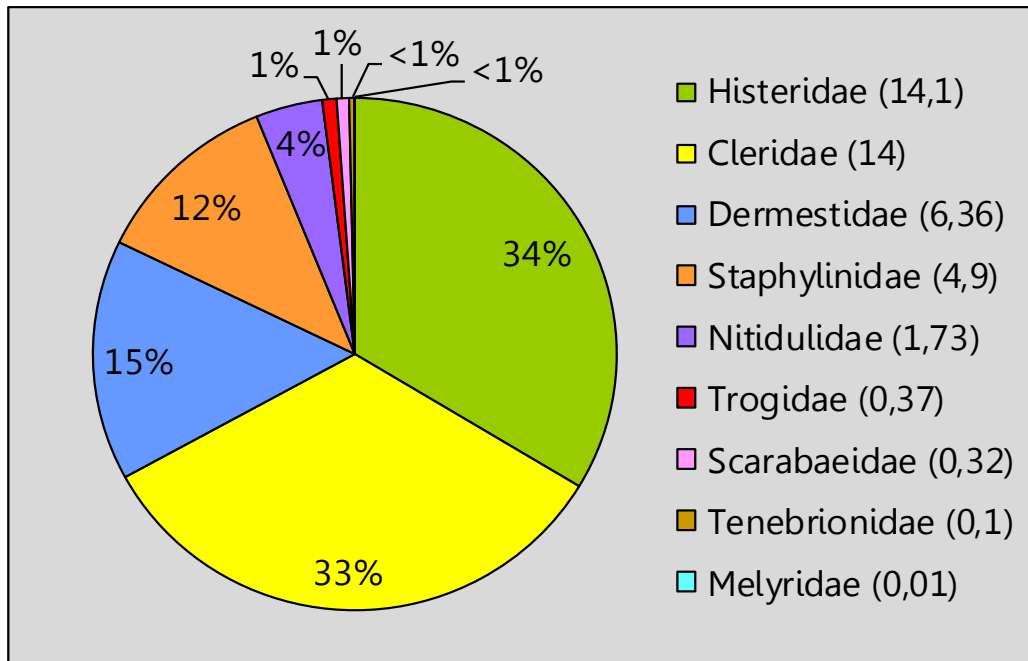


Figura 2. 14. Abundancia promedio de coleópteros adultos por cadáver y por día (indicado entre paréntesis), junto a la representación porcentual, de cada familia durante el Verano.

2.A.3.6.4 Otoño

En la Figura 2. 15 se ilustra la abundancia promedio y representación porcentual de las familias registradas durante la época otoñal. Cleridae y Staphylinidae fueron las familias con más ejemplares, representando un 33% y un 30%, respectivamente. La secundaron Dermestidae (22%) e Histeridae (14%). No se encontraron ejemplares de Anthicidae, Archeocrypticidae y Melyridae.

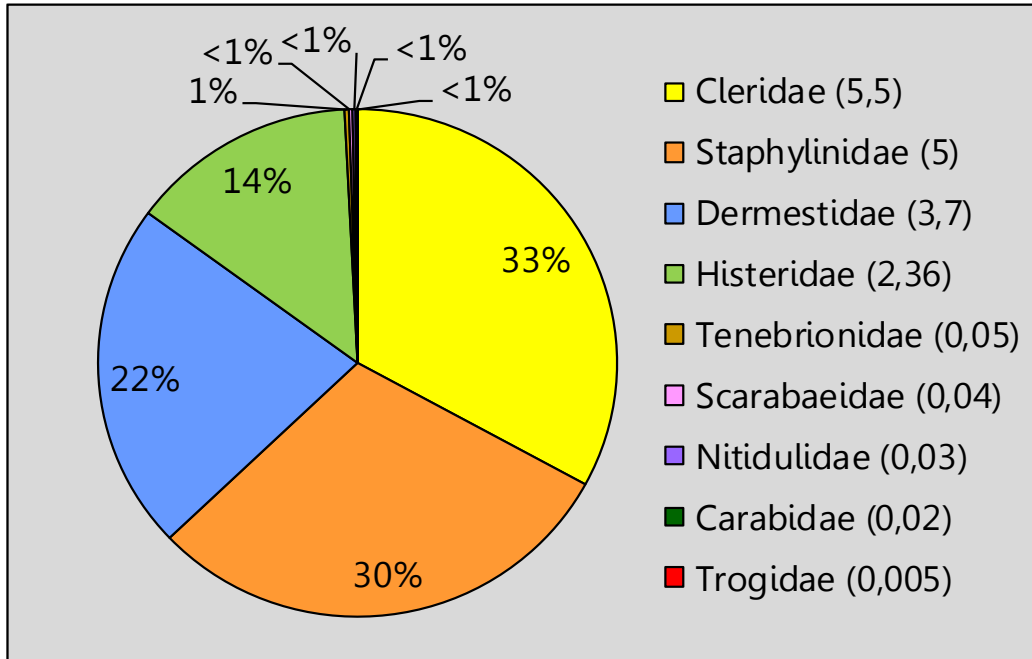


Figura 2. 15. Abundancia promedio de coleópteros adultos por cuerpo y por día (indicado entre paréntesis), junto a la representación porcentual, de cada familia registrada en Otoño.

2.A.3.6.5 Resumen de las abundancias de las familias más representativas recolectadas en estado adulto, en los cadáveres durante cada estación

En la Figura 2. 16 se puede apreciar que Histeridae predominó en Primavera seguida de Verano. Dermestidae fue más abundante durante el Invierno mientras que los cléridos, tuvieron una mayor abundancia en Verano. Staphylinidae contó con un menor número de ejemplares durante el Invierno.

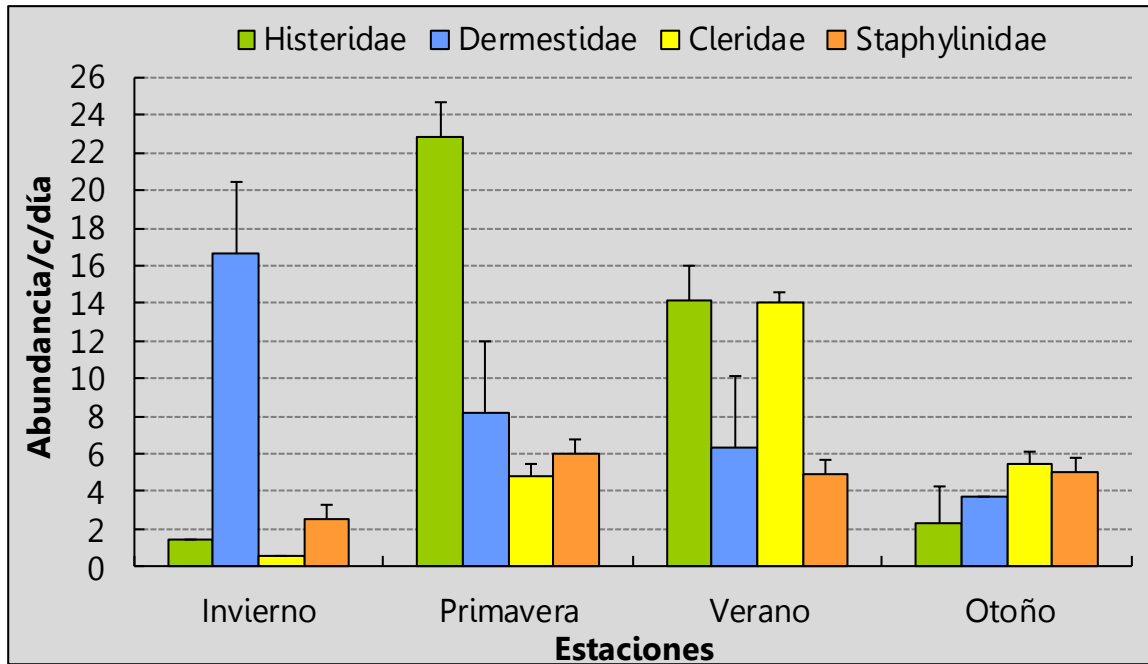


Figura 2. 16. Abundancia promedio de las familias más representativas en estado adulto, recolectadas de los cadáveres durante cada estación.

2.A.3.7 Abundancia promedio de cada familia encontrada en estado adulto, en las trampas experimentales por estación

Se capturaron familias de hábitos necrófagos, necrófilos y omnívoros. Estas fueron (ordenadas de mayor a menor abundancia media total): Histeridae, Staphylinidae, Carabidae, Tenebrionidae, Scarabaeidae, Anthicidae, Dermestidae, Cleridae, Trogidae, Nitidulidae, Archeocryptidae y Melyridae. Exceptuando a las tres primeras familias y a Dermestidae y Cleridae, las restantes constituyen nuevos registros de interés forense para la provincia de Buenos Aires, y Melyridae además para la Argentina. También se encontraron ejemplares de las familias Coccinellidae, Chrysomelidae, Tenebrionidae, Curculionidae, Elateridae, Meloidae, Bostrichidae y Carabidae, los cuales no fueron objeto de análisis por su carácter de accidental.

A continuación se describió lo observado en cada estación.

2.A.3.7.1 Invierno

En la Figura 2. 17 se presenta la abundancia promedio y representación porcentual de las familias registradas durante la estación invernal. La familia Staphylinidae fue la más abundante, representando un 64% del total. Con marcada diferencia le siguió Tenebrionidae (12%). No se encontraron individuos de Nitidulidae.

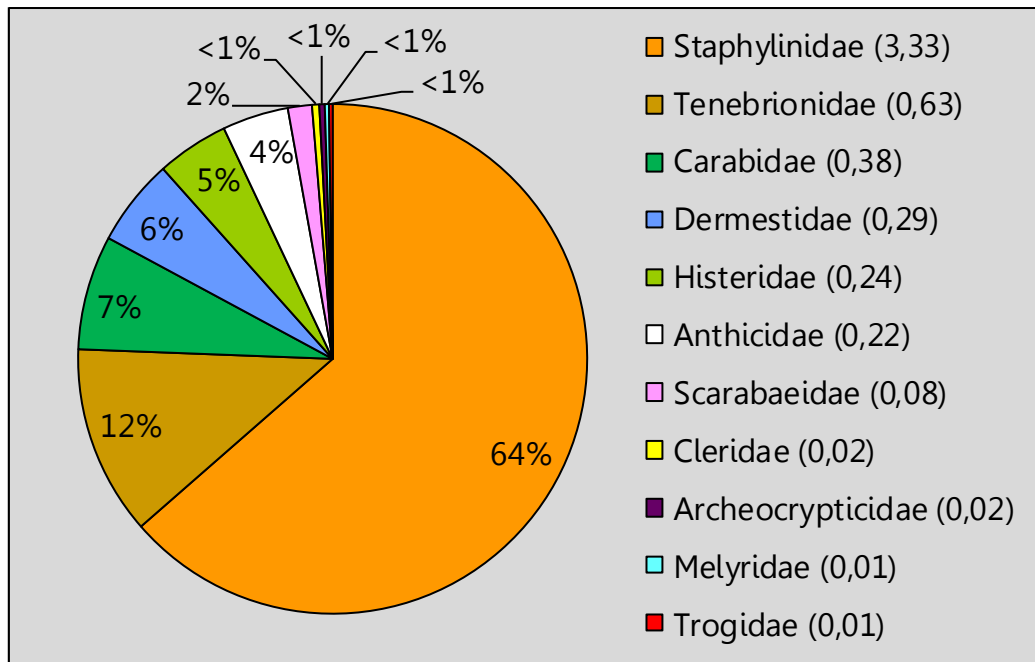


Figura 2. 17. Abundancia promedio de coleópteros adultos capturados en las trampas experimentales por día (indicado entre paréntesis), junto a su representación porcentual, de cada familia registrada durante el Invierno.

2.A.3.7.2 Primavera

La Figura 2. 18 muestra la abundancia promedio y representación porcentual de las familias encontradas durante la estación primaveral. Los histéridos fueron los más abundantes (71%) con amplia diferencia respecto de la segunda familia, Staphylinidae (14%), y las restantes. No se hallaron ejemplares de Melyridae.

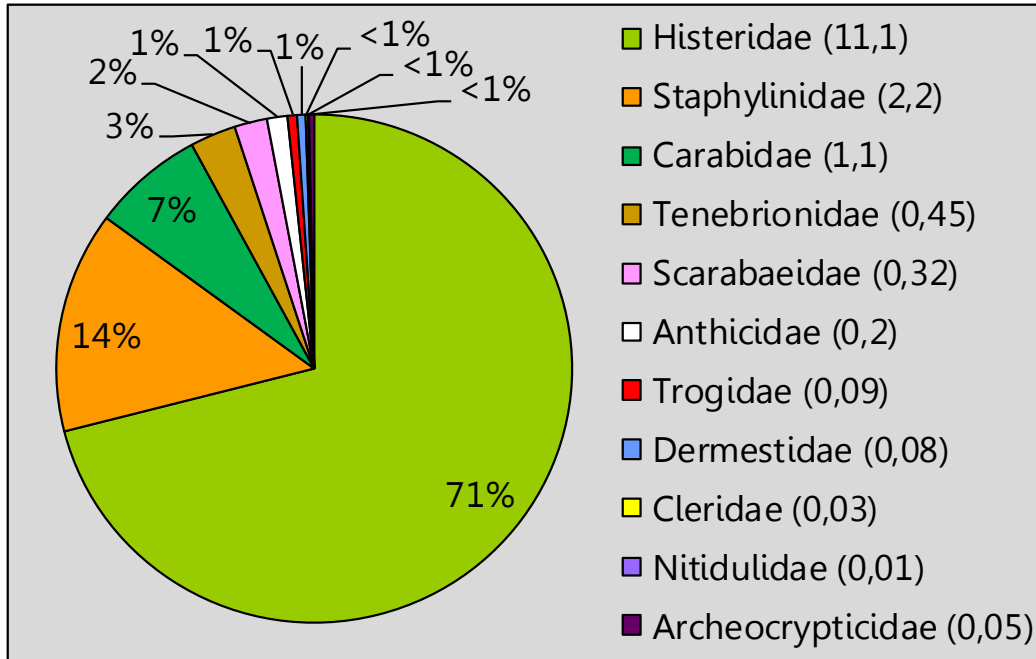


Figura 2. 18. Abundancia promedio de coleópteros adultos capturados en las trampas experimentales por día (indicado entre paréntesis), junto a su representación porcentual, de cada familia encontrada en Primavera.

2.A.3.7.3 Verano

En la Figura 2. 19 se observa la abundancia promedio y representación porcentual de las familias halladas durante la estación más cálida. La familia Histeridae fue la que más ejemplares presentó (78%) con notoria diferencia respecto de los estafilínidos (12%). No se hallaron ejemplares de Archeocrypticidae y Melyridae.

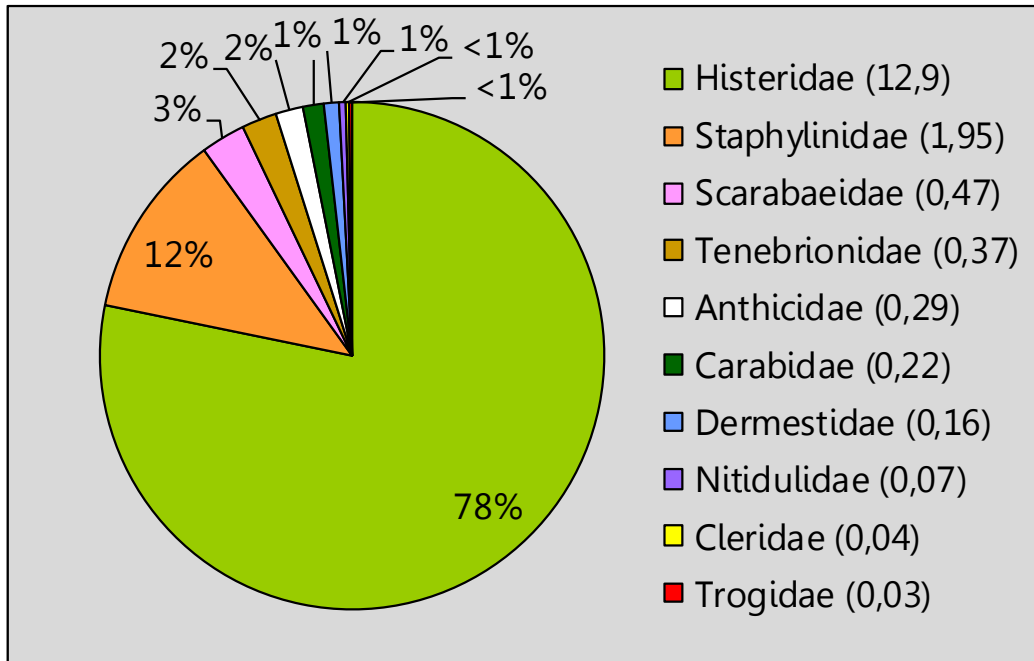


Figura 2. 19. Abundancia promedio de coleópteros adultos capturados en las trampas experimentales por día (indicado entre paréntesis), junto a su representación porcentual, de cada familia hallada durante el Verano.

2.A.3.7.4 Otoño

En la Figura 2. 20 se muestra la abundancia promedio y representación porcentual de las familias capturadas en la estación otoñal. La mayor abundancia estuvo representada por los estafilínidos (74%), que fueron seguidos con amplia diferencia por los histéridos (18%). Archeocrypticidae, Melyridae y Trogidae estuvieron ausentes.

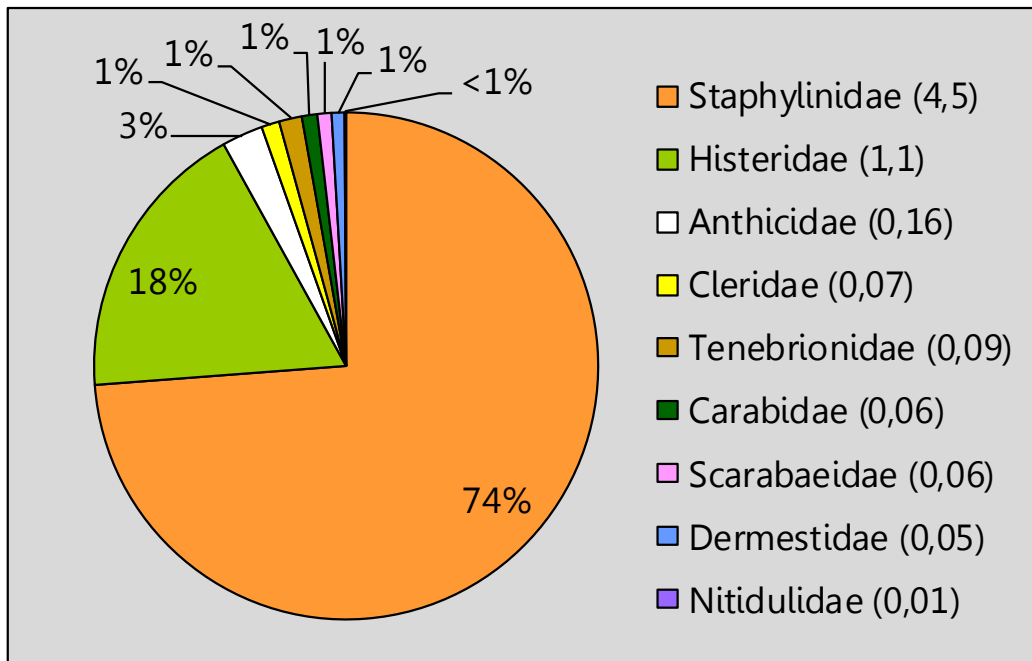


Figura 2. 20. Abundancia promedio de coleópteros adultos capturados en las trampas experimentales por día (indicado entre paréntesis), junto a su representación porcentual, de cada familia capturada en Otoño.

2.A.3.7.5 Resumen de las abundancias de las familias más representativas recolectadas en estado adulto, en las trampas experimentales por estación

En la Figura 2. 21 se vio que Histeridae fue hallada en mayor número en Verano y Primavera. Los estafilínidos mostraron ligeramente más individuos en Otoño e Invierno.

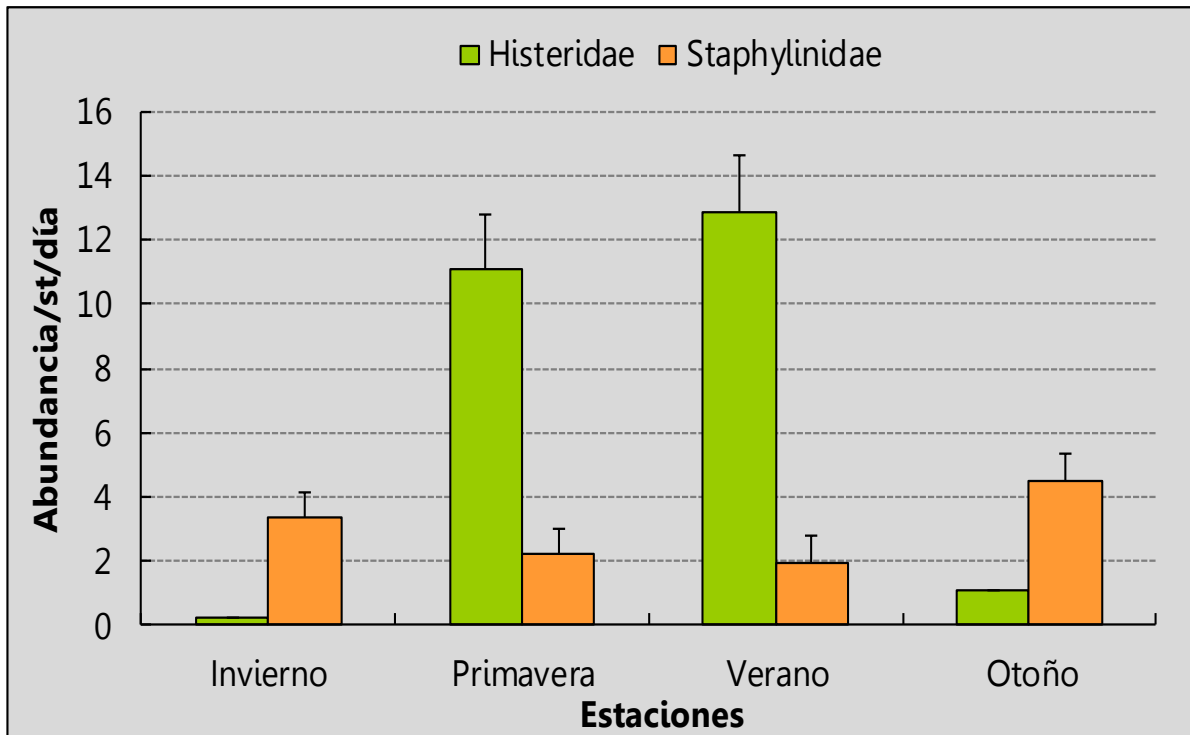


Figura 2. 21. Abundancia promedio de las familias más representativas en estado adulto, recolectadas en las trampas experimentales por estación.

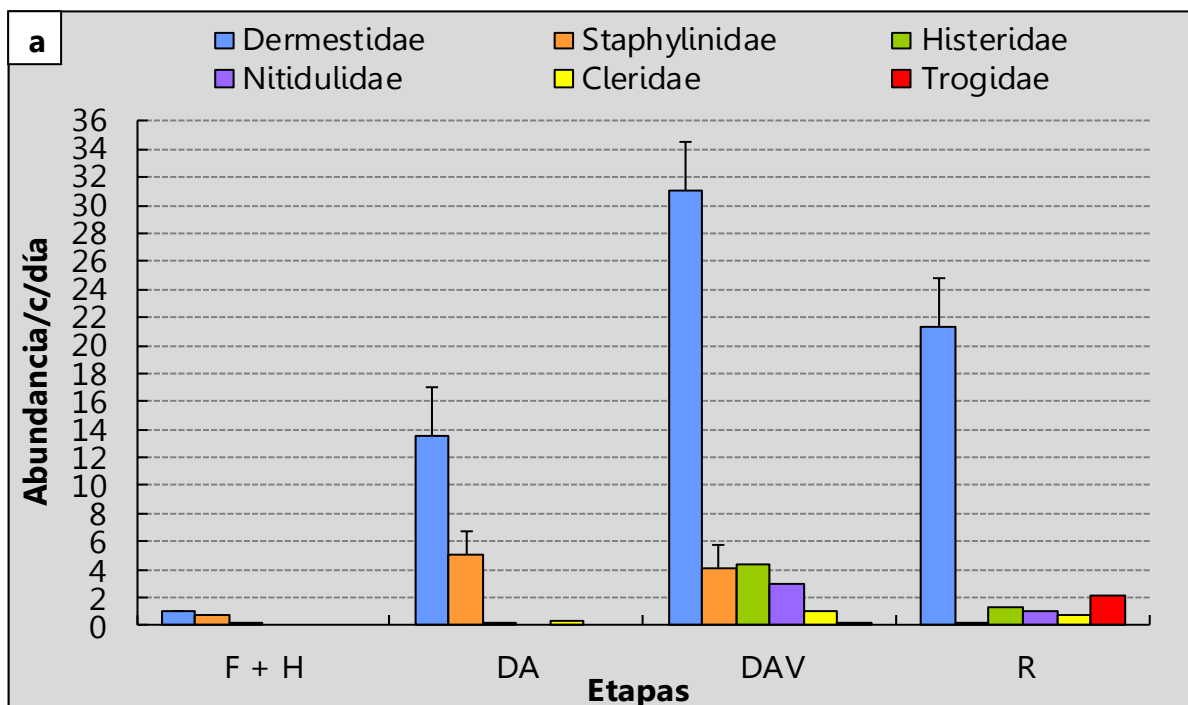
2.A.3.8 Abundancia promedio estacional de las familias encontradas sobre cadáveres por etapa de descomposición

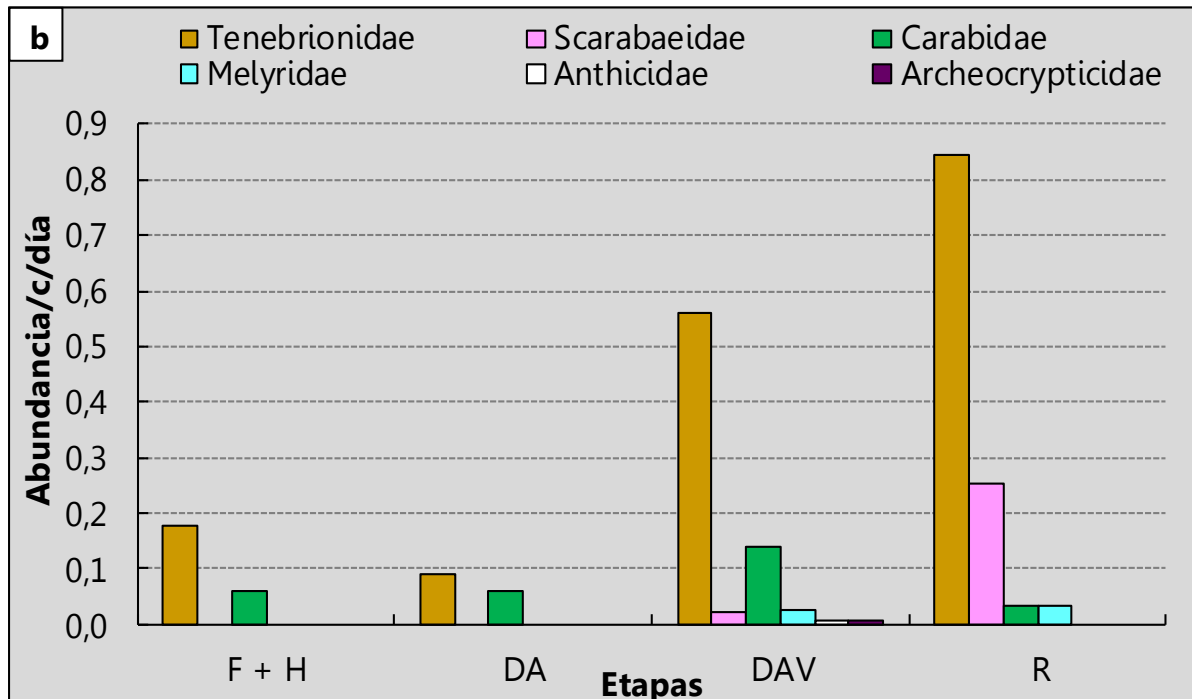
De las seis familias analizadas estadísticamente, cinco de ellas (Dermestidae ($p < 0,015$), Staphylinidae, Histeridae, Cleridae y Scarabaeidae ($p < 0,01$)) presentaron interacción, es decir, que su abundancia no se comportó de igual forma por etapa de descomposición entre las estaciones. La restante (Tenebrionidae) no presentó diferencias en ninguna de sus fuentes de variación (estaciones y etapas) ($p > 0,3$).

2.A.3.8.1. Invierno

En las Figuras 2. 22 (a y b) se muestra la abundancia promedio de las familias a través del proceso de descomposición durante el Invierno. Los derméstidos se encontraron en mayor número durante la Descomposición Avanzada y en Restos

($p < 0,05$). Los estafilínidos fueron más abundantes en la Descomposición Activa que en Restos ($p < 0,05$). El número de histéridos, cléridos y escarabeidos no varió significativamente entre las etapas de descomposición ($p > 0,05$). Si bien los trógididos y los nitidúlidos se encontraron en las dos últimas etapas, los primeros abundaron en Restos y los segundos, en la Descomposición Avanzada. Carabidae se halló durante todo el proceso. Melyridae se presentó en la Descomposición Avanzada y Restos, mientras que Anthicidae y Archeocrypticidae sólo se registraron en la primera de dichas etapas.

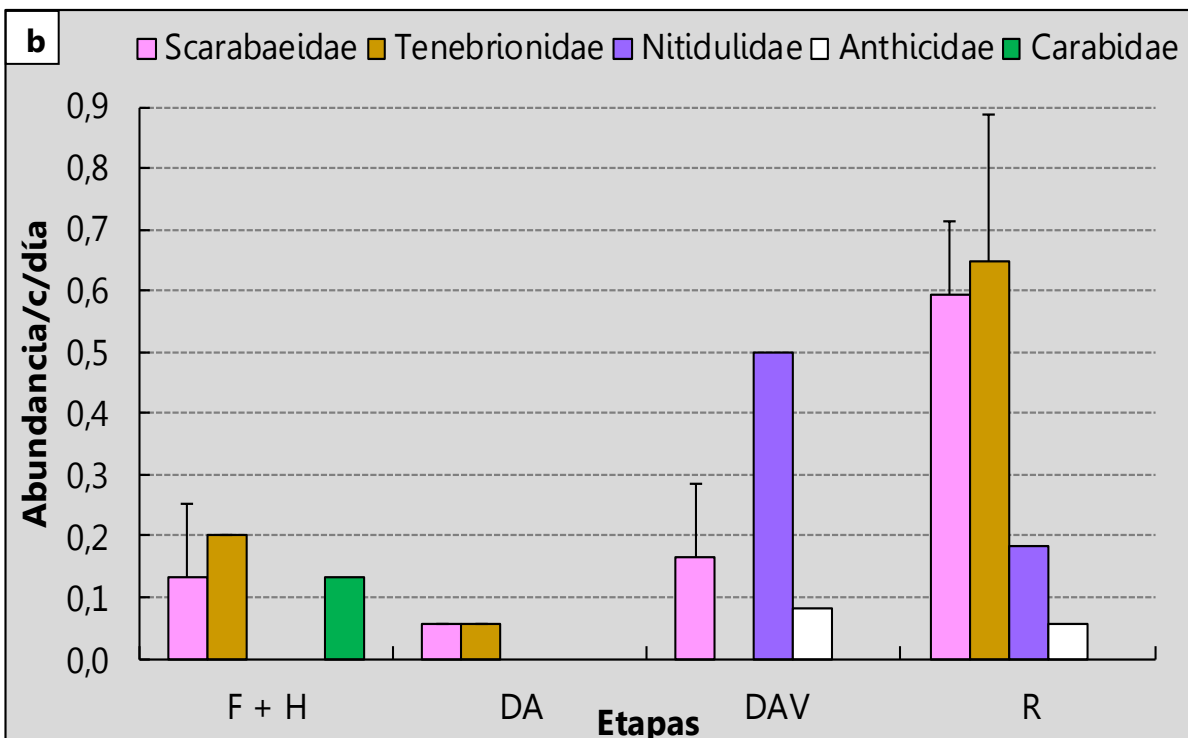
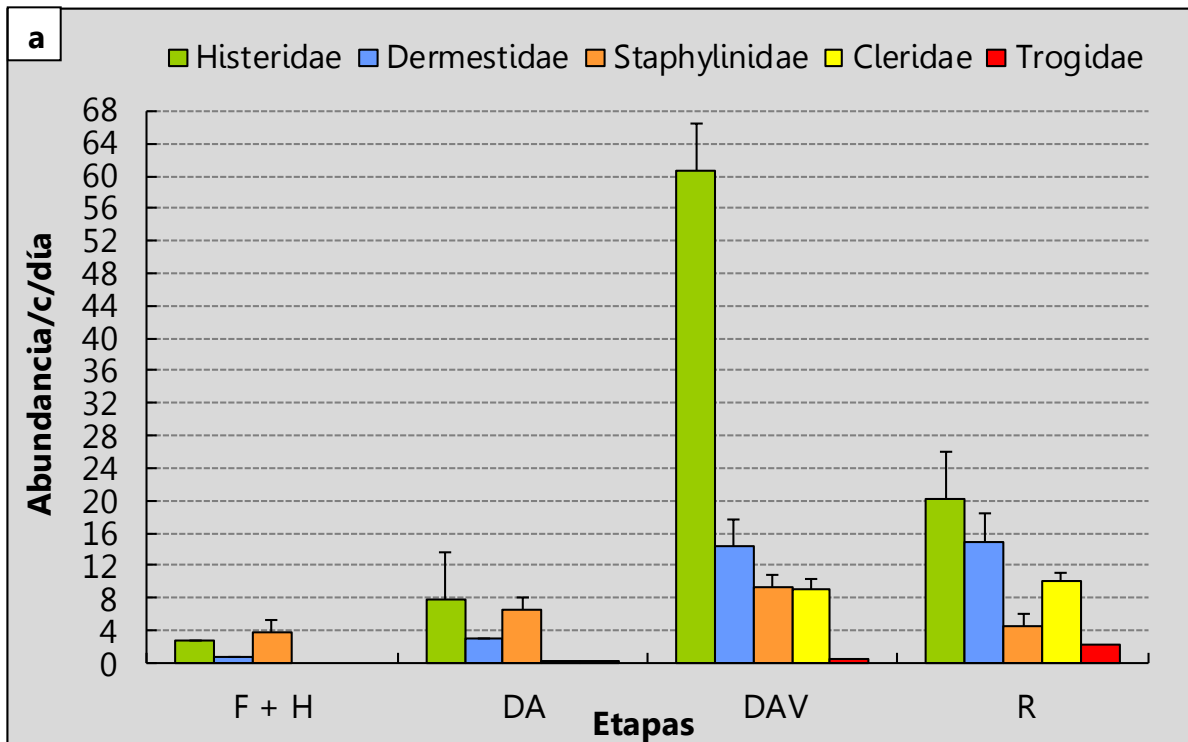




Figuras 2. 22 a y b. Abundancia promedio de cada familia en relación al proceso de descomposición en la estación invernal. En **a**, se muestran las familias que tuvieron un máximo igual o mayor a 1 individuo por cadáver y por día. En **b**, se muestran las familias que mostraron un máximo menor al valor mencionado en **a**. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos.

2.A.3.8.2 PRIMAVERA

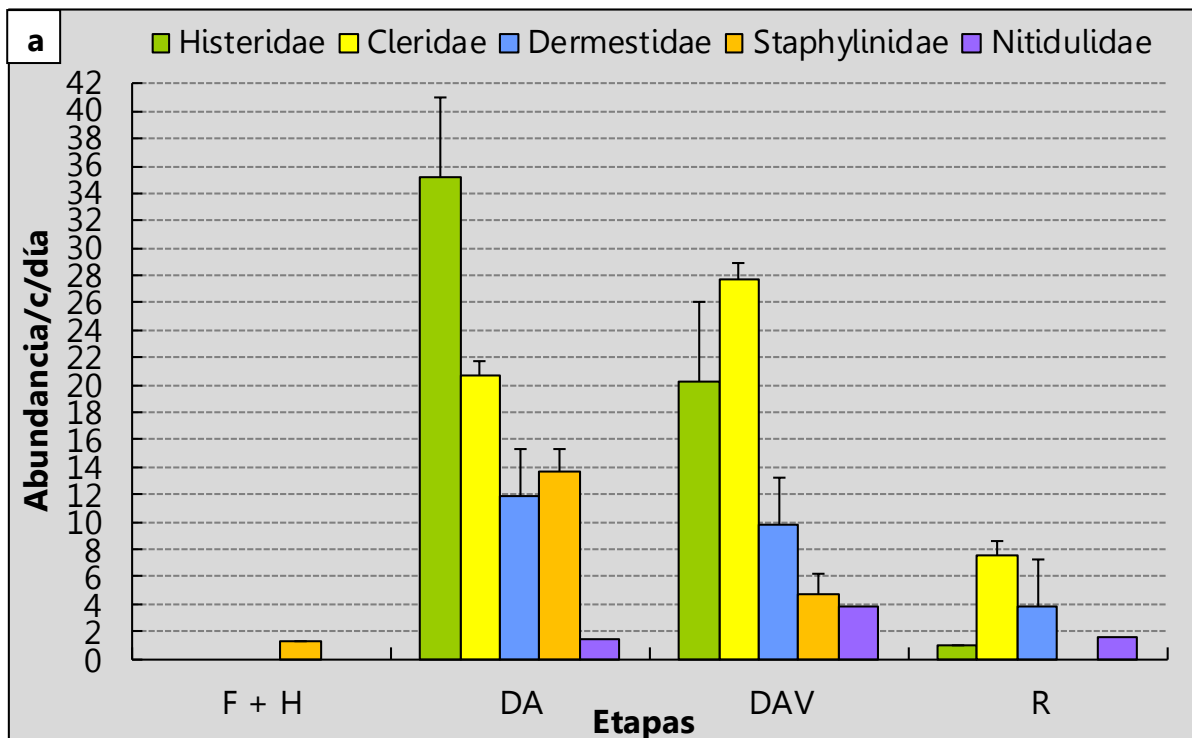
Las Figuras 2. 23 (a y b) ilustran la abundancia promedio de las familias a lo largo de la descomposición durante la estación primaveral. Histeridae abundó en la Descomposición Avanzada con amplia diferencia respecto de las otras etapas y fue seguida por Restos ($p < 0,05$). Los estafilínidos estuvieron en mayor número durante la Descomposición Avanzada y la Activa ($p < 0,05$). Los cléridos al igual que los derméstidos fueron abundantes en la Descomposición Avanzada y en Restos ($p < 0,05$); en cambio, los escarabeidos sólo en la última etapa ($p < 0,05$). Los trógidos también predominaron en Restos. Los nitidúlidos y anthicidos se hallaron en las dos últimas etapas con abundancias semejantes. Los carábidos se encontraron únicamente en la etapa F+H.

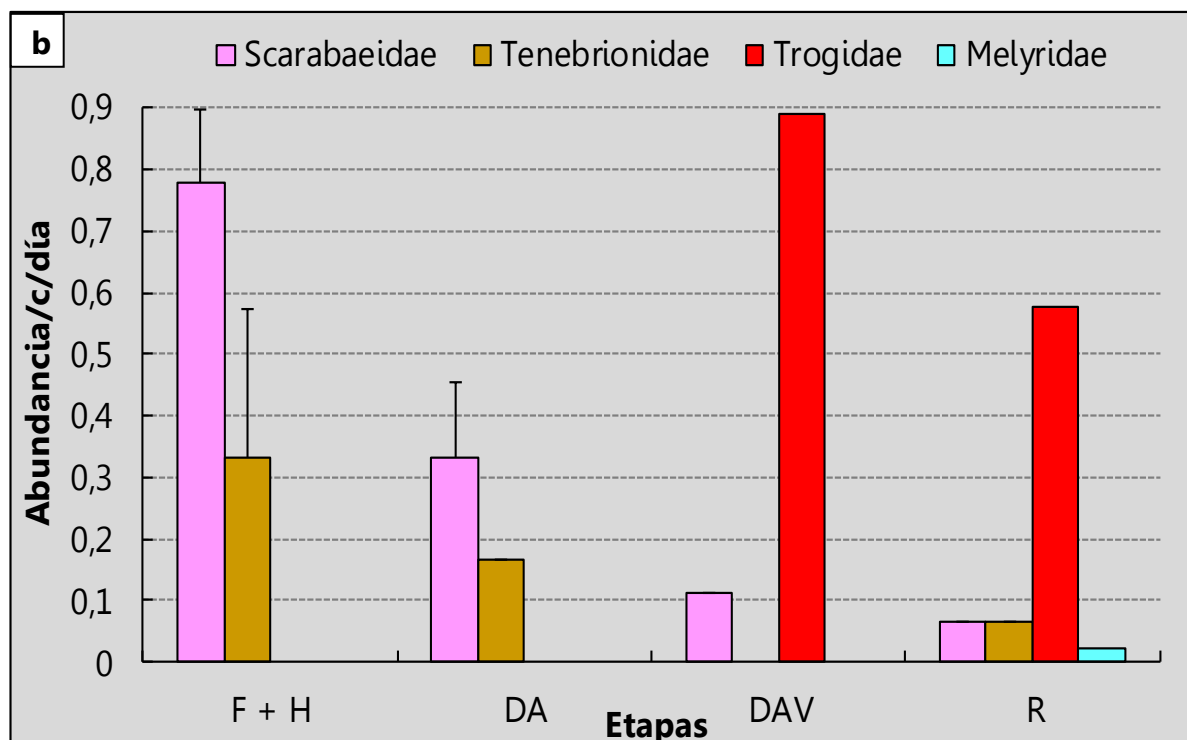


Figuras 2. 23 a y b. Abundancia promedio de cada familia por etapa de descomposición en Primavera. En **a**, se muestran las familias que tuvieron un máximo igual o mayor a 1 individuo por cadáver y por día. En **b**, se muestran las familias que mostraron un máximo menor al valor mencionado en **a**. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos.

2.A.3.8.3 Verano

En las Figuras 2. 24 (a y b) se presenta la abundancia promedio de las familias a través del proceso de descomposición durante la estación más cálida. Histeridae y Dermestidae fueron más abundantes en la Descomposición Activa y la Avanzada ($p < 0,05$). Los cléridos predominaron en la Descomposición Avanzada seguida de la Activa ($p < 0,05$). Los estafilínidos abundaron en la Descomposición Activa ($p < 0,05$). Un mayor número de escarabeidos se registró durante la etapa F+H ($p < 0,05$). Los tróglidos se hallaron en las dos últimas etapas. No hubo ejemplares de nitidúlidos en la etapa F+H, mientras que Carabidae y Melyridae sólo se encontraron en Restos.

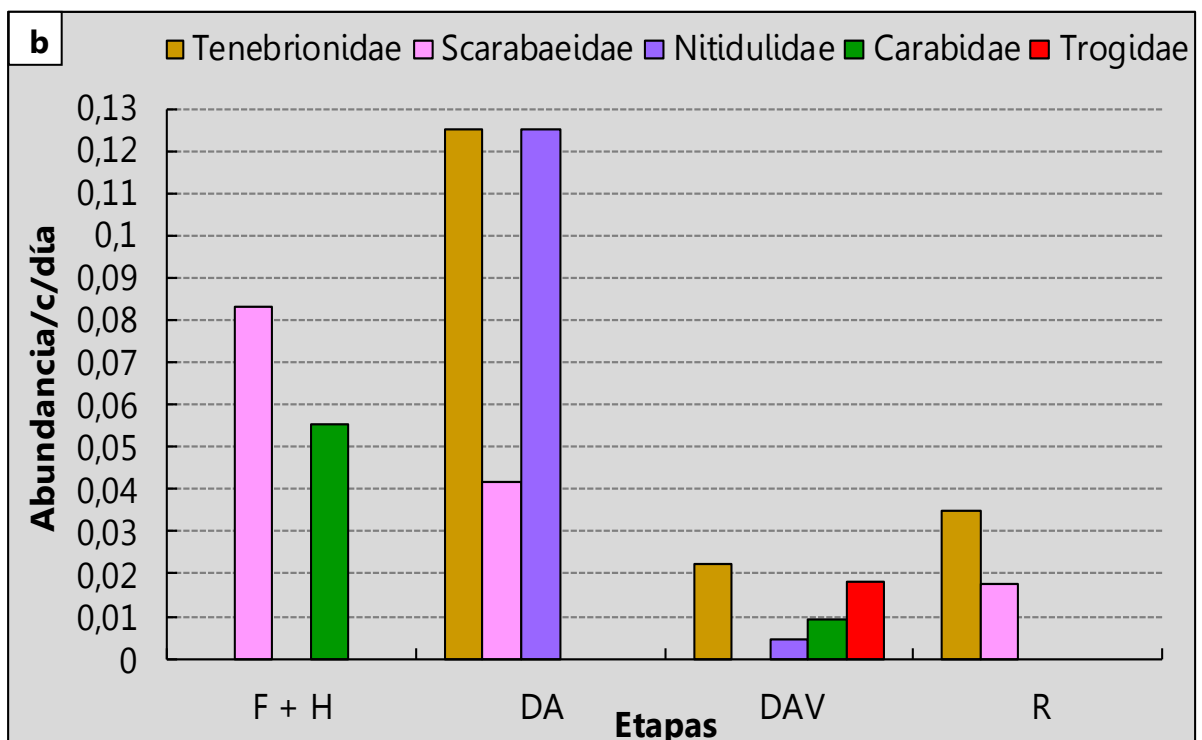
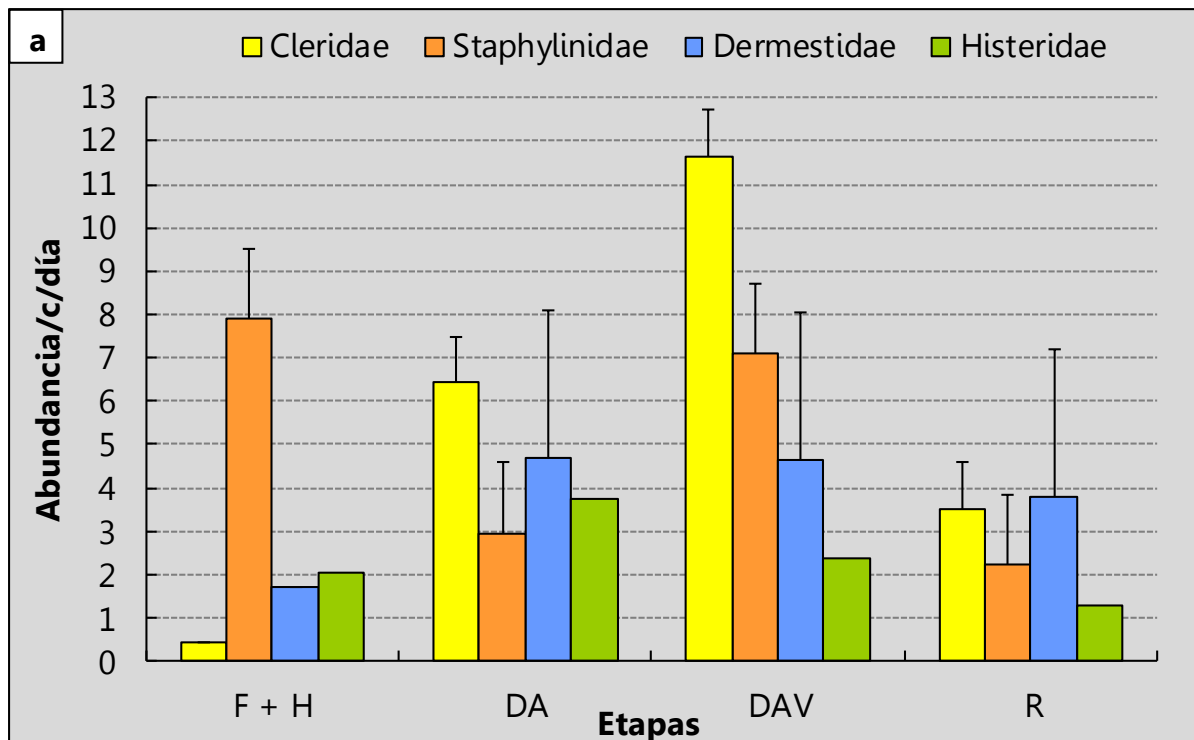




Figuras 2. 24 a y b. Abundancia promedio de cada familia en relación con el proceso de descomposición durante el Verano. En **a**, se muestran las familias que tuvieron un máximo igual o mayor a 1 individuo por cadáver y por día. En **b**, se muestran las familias que mostraron un máximo menor al valor en **a**. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos.

2.A.3.8.4 Otoño

Las Figuras 2. 25 (a y b) muestran la abundancia promedio de las familias a lo largo del proceso de descomposición durante la estación otoñal. Los cléricos fueron más abundantes en la Descomposición Avanzada ($p < 0,05$). Los estafilínidos predominaron en la etapa F+H y en la Descomposición Avanzada ($p < 0,05$). Por el contrario, no hubo diferencias significativas en el número de ejemplares de derméstidos, histéricos y escarabeidos a lo largo de la descomposición ($p > 0,05$). Los trógidos se hallaron únicamente en la Descomposición Avanzada. Los nitidúlidos se encontraron prácticamente en la Descomposición Activa dado que su presencia en la Descomposición Avanzada fue muy escasa. Algo semejante ocurrió con los carábidos con la diferencia de que se presentaron prácticamente en la etapa F+H.



Figuras 2. 25 a y b. Abundancia promedio de cada familia por etapa de descomposición en Otoño. En **a**, se muestran las familias que tuvieron un máximo igual o mayor a 1 individuo por cadáver y por día. En **b**, se muestran las familias que mostraron un máximo menor al valor en **a**. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos.

2.A.3.9 Abundancia promedio estacional de familias capturadas en las trampas experimentales por etapa de descomposición

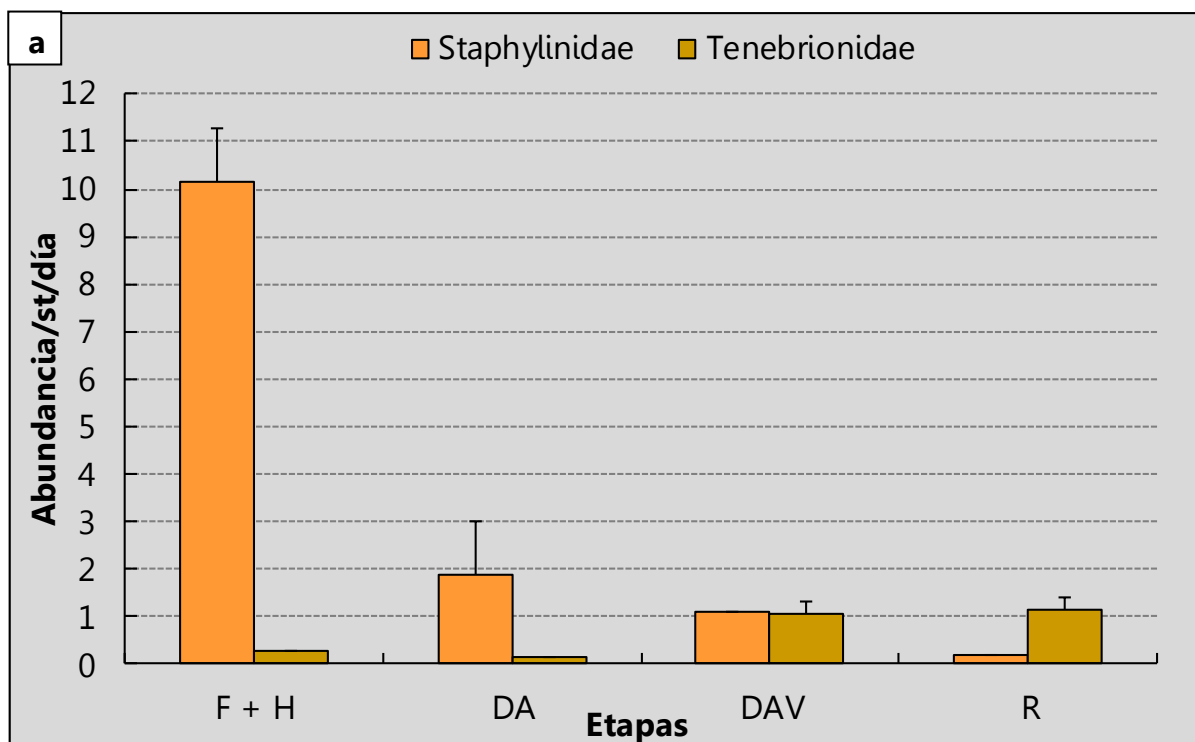
Las familias cuyas abundancias fueron influenciadas por las estaciones y las etapas de descomposición fueron Staphylinidae ($p < 0,0002$) e Histeridae ($p < 0,001$). En cambio, no hubo interacción entre los factores para las siguientes familias: Dermestidae ($p > 0,76$), Scarabaeidae ($p > 0,25$), Carabidae ($p > 0,43$), Anthicidae ($p > 0,14$) y Tenebrionidae ($p > 0,27$). Además, esta última no mostró diferencias en ninguna de las fuentes de variación ($p > 0,05$). Con las cuatro familias restantes no se pudieron aplicar test estadísticos.

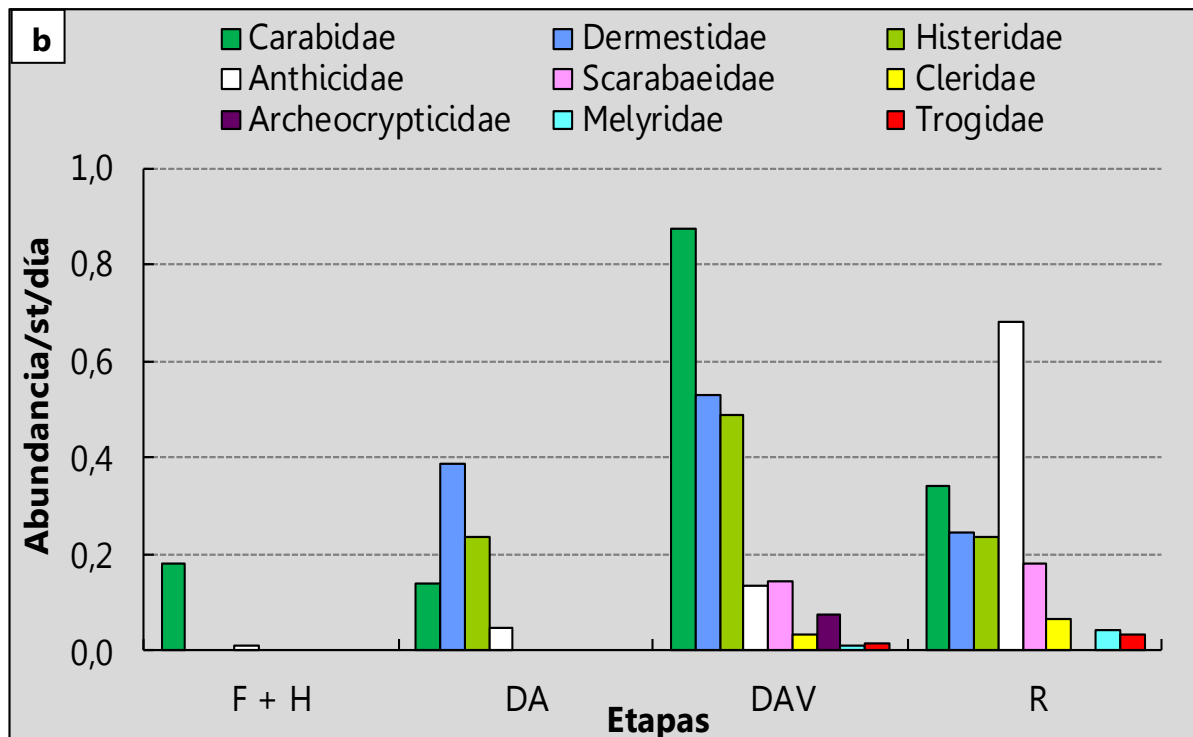
A continuación se describió a las familias cuyo comportamiento resultó ser el mismo en todas las estaciones. La abundancia de derméstidos no difirió estacionalmente ($p > 0,05$) pero sí entre las etapas donde se halló que la Descomposición Avanzada fue más abundante que la etapa F+H ($p < 0,05$). Con respecto a los carábidos, si bien se capturaron más ejemplares en Primavera que en las otras estaciones, esto no alcanzó a detectarse estadísticamente ($p > 0,05$). Tampoco se encontró que los cambios corporales influencien en mayor o menor medida la abundancia de esta familia ($p > 0,05$). Scarabaeidae fue más abundante en Verano que en Invierno y Otoño ($p < 0,05$), y presentó menos ejemplares en la etapa F+H que en la Descomposición Avanzada ($p < 0,05$). Anthicidae tuvo menor abundancia en la etapa F+H que en la Descomposición Avanzada y en Restos ($p < 0,05$).

Posteriormente se detallaron aquellas familias que presentaron interacción y las que no pudieron ser analizadas estadísticamente.

2.A.3.9.1 Invierno

Las Figuras 2. 26 (a y b) muestran la abundancia promedio de las familias a través del proceso de descomposición durante la estación invernal. Los estafilínidos fueron muy abundantes en la etapa F+H ($p < 0,05$), mientras que los histéricos no mostraron variaciones significativas en su abundancia a lo largo del proceso ($p > 0,05$). Archeocrypticidae se halló sólo en la Descomposición Avanzada; Trogidae, Cleridae y Melyridae se presentaron durante las dos últimas etapas de descomposición.

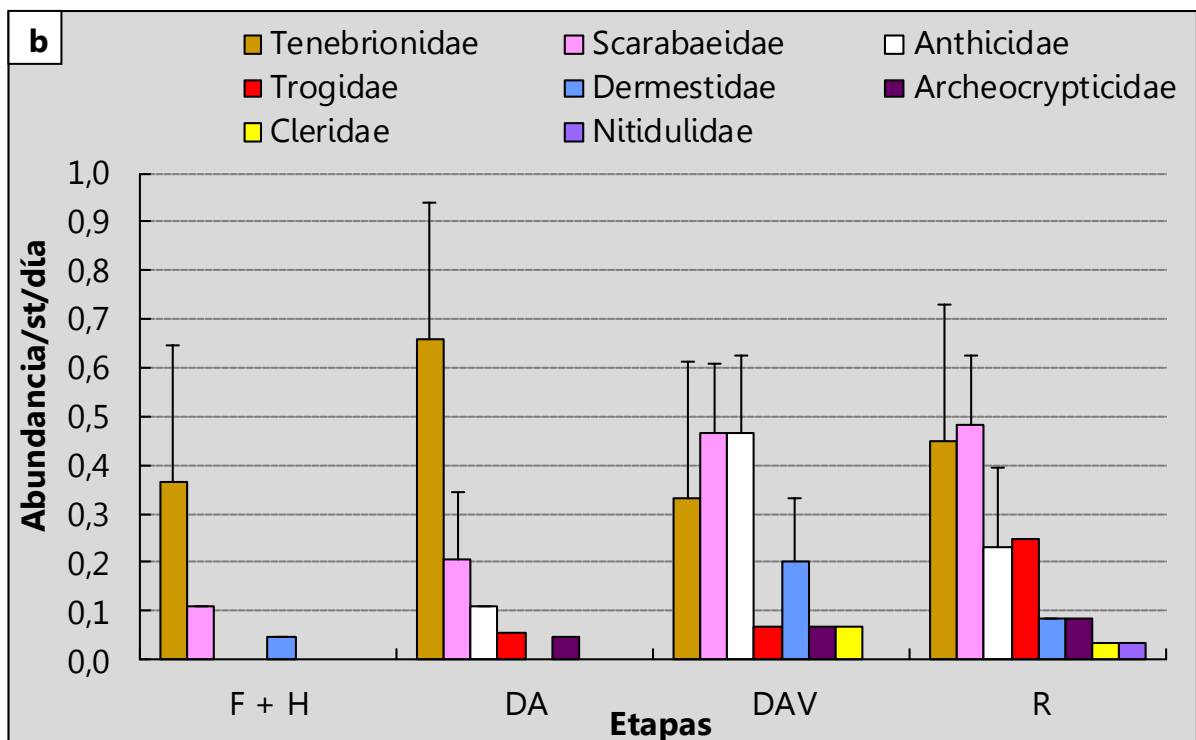
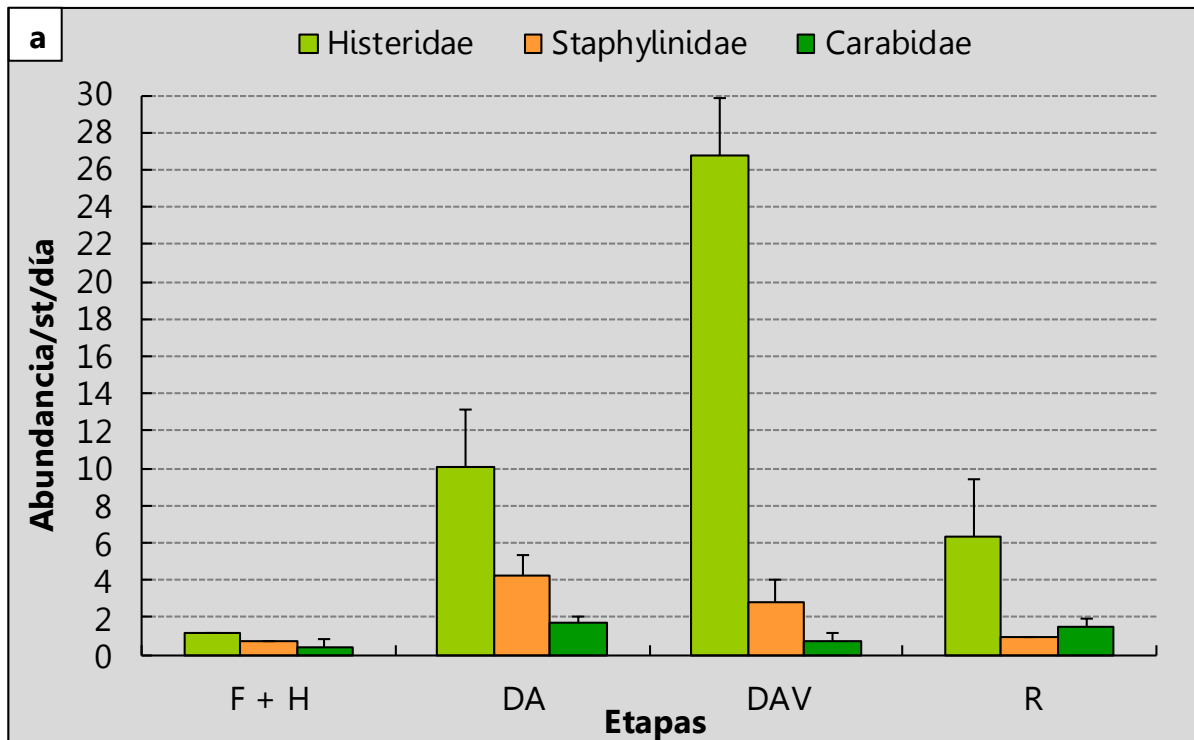




Figuras 2. 26 a y b. Abundancia promedio de cada familia encontrada en las trampas experimentales por etapa de descomposición en Invierno. En **a**, se muestran las familias cuyos máximos fueron iguales o mayores a 1 individuo por unidad de muestreo y por día. En **b**, se muestran las familias con máximos inferiores a los mencionados en **a**. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos.

2.A.3.9.2 PRIMAVERA

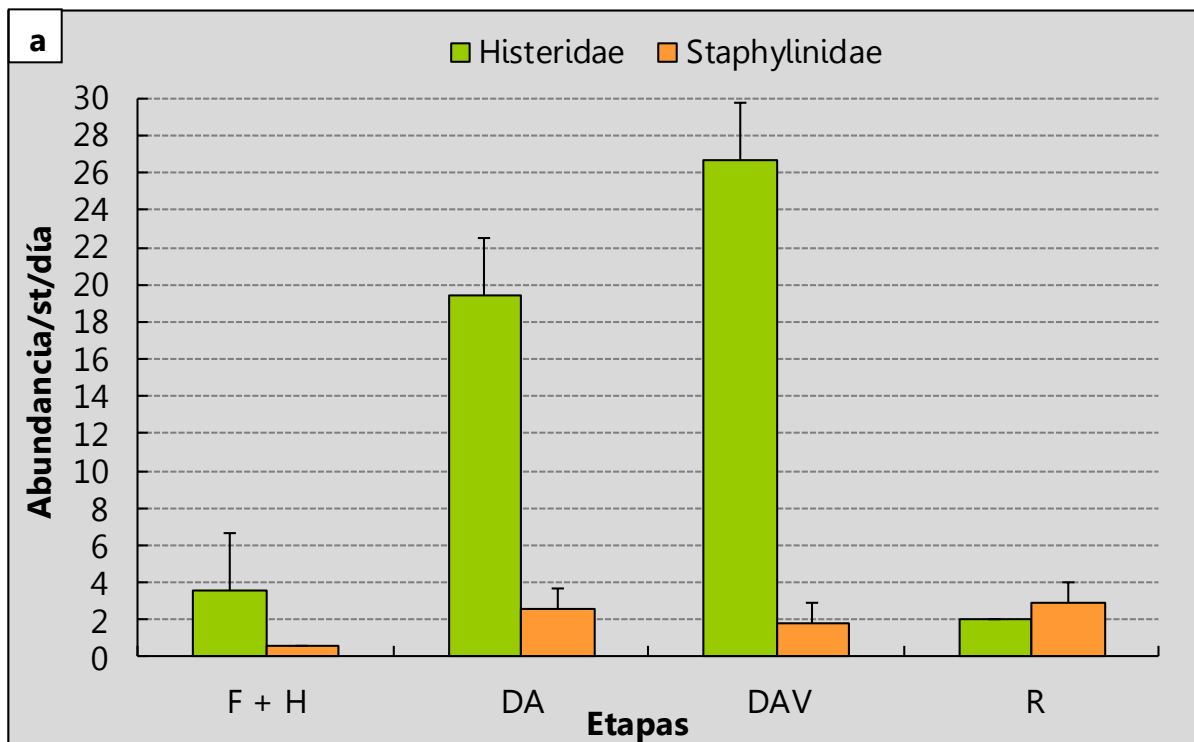
En las Figuras 2. 27 (a y b) se observa la abundancia promedio de las familias a lo largo de la descomposición en la estación Primavera. Histeridae predominó en la Descomposición Avanzada ($p < 0,05$). Los estafilínidos fueron más abundantes durante la Descomposición Activa que en la etapa F+H ($p < 0,05$). Los trógididos presentaron más ejemplares durante Restos; ésta etapa fue la única en la que se hallaron los nitidúlidos. Archeocrypticidae se halló desde la Descomposición Activa hasta Restos. Los cléridos se hallaron en las dos últimas etapas de descomposición.

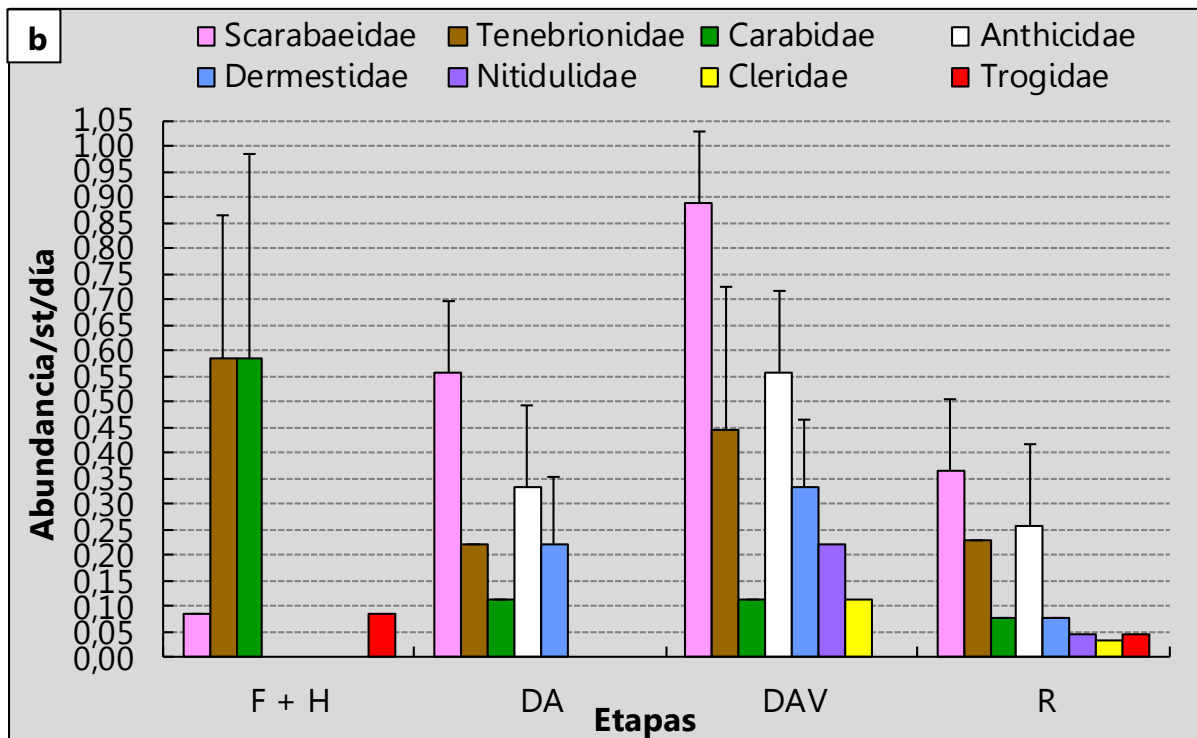


Figuras 2. 27 a y b. Abundancia promedio de cada familia hallada en las trampas experimentales en relación al proceso de descomposición durante la Primavera. En **a**, se muestran las familias cuyos máximos fueron iguales o mayores a 1 individuo por unidad de muestreo y por día. En **b**, se muestran las familias con máximos inferiores a los mencionados en **a**. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos.

2.A.3.9.3 VERANO

Las Figuras 2. 28 (a y b) ilustran la abundancia promedio de las familias a través del proceso de descomposición durante la estación más calurosa. Histeridae fue más abundante en la Descomposición Avanzada y la Activa ($p < 0,05$). Los estafilínidos no variaron en número a lo largo del proceso ($p > 0,05$). Los tróglidos se encontraron en la primera y última etapas de descomposición. Los cléridos y nitidúlidos se capturaron en la Descomposición Avanzada y en Restos.

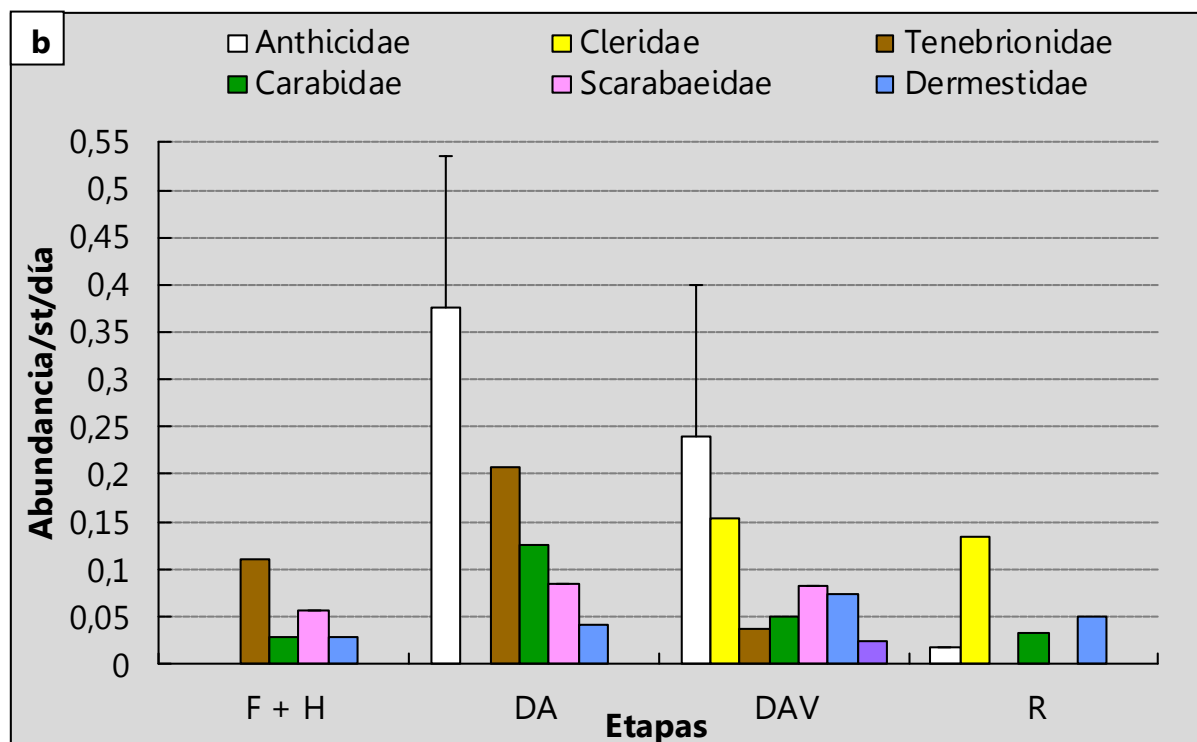
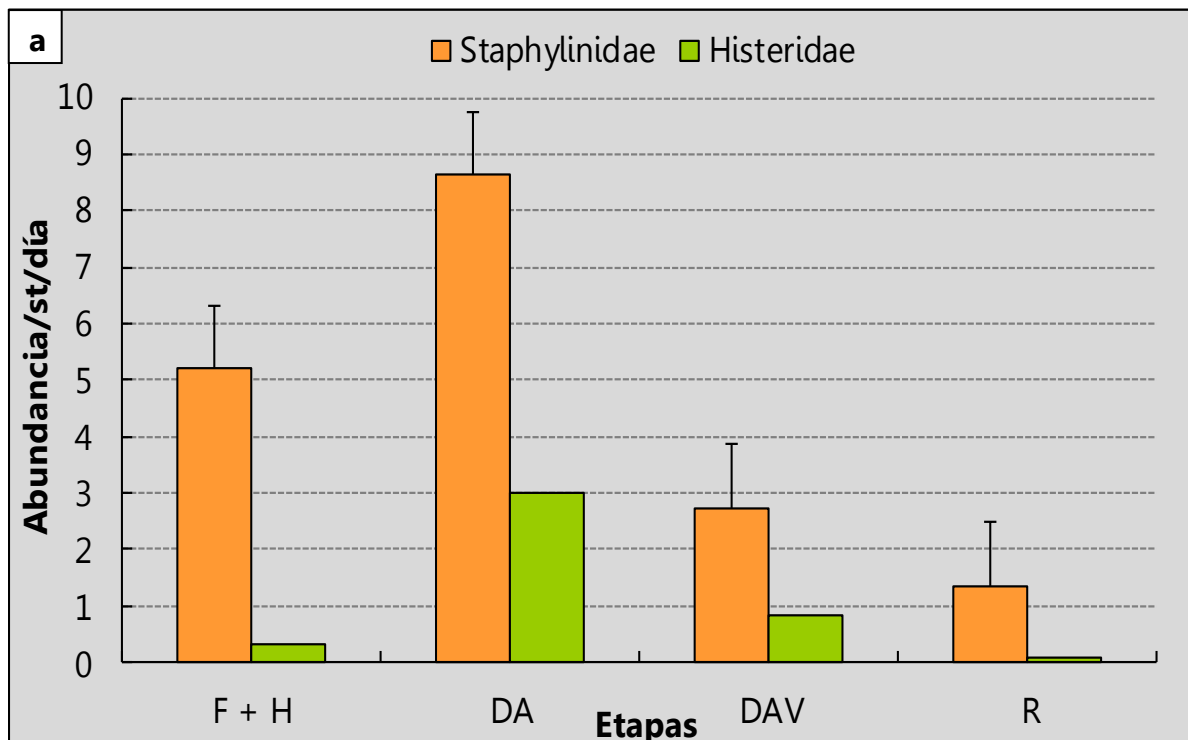




Figuras 2. 28 a y b. Abundancia promedio de cada familia capturada en las trampas experimentales por etapa de descomposición en Verano. En **a**, se muestran las familias cuyos máximos fueron iguales o mayores a 1 individuo por unidad de muestreo y por día. En **b**, se muestran las familias con máximos inferiores a los mencionados en **a**. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos.

2.A.3.9.4 OTOÑO

En las Figuras 2. 29 (a y b) se presenta la abundancia promedio de las familias registradas a lo largo de la descomposición en la estación otoñal. Los estafilínidos fueron más abundantes en la Descomposición Activa seguida por la etapa F+H ($p < 0,05$). La abundancia de Histeridae no varió significativamente entre las etapas ($p > 0,05$). Los nitidúlidos se capturaron durante la Descomposición Avanzada, mientras que los cléridos también se hallaron en Restos.



Figuras 2. 29 a y b. Abundancia promedio de cada familia colectada en las trampas experimentales en relación al proceso de descomposición durante el Otoño. En **a**, se muestran las familias cuyos máximos fueron iguales o mayores a 1 individuo por unidad de muestreo y por día. En **b**, se muestran las familias con máximos inferiores a los mencionados en **a**. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos.

2.A.3.10 Análisis de la asociación de coleópteros cadavéricos con etapas de la descomposición y estaciones del año

En la Figura 2. 30 se muestra la representación conjunta de las variables y las filas en el plano de las dos componentes principales (76%). Se observó que Dermestidae predominó en Invierno durante toda la descomposición; Staphylinidae en la etapa F+H en Primavera, Verano y Otoño; e Histeridae y Cleridae en las siguientes etapas durante dichas estaciones. Además, estas dos últimas familias se pudieron separar, teniendo en cuenta los resultados del clúster, en dos grupos diferentes.

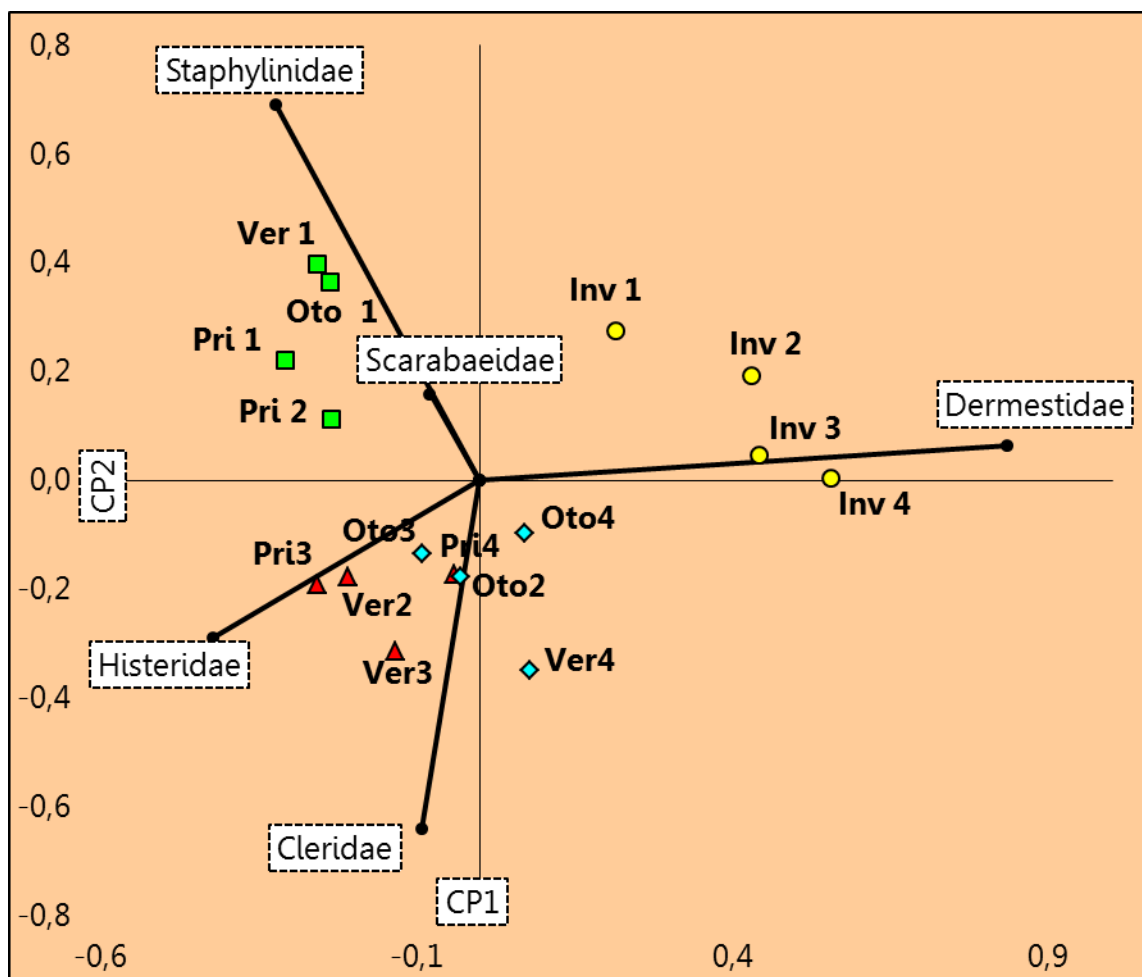


Figura 2. 30. Biplot con las variables representadas a partir de la matriz de autovectores y las filas en su norma. **Inv:** Invierno; **Oto:** Otoño; **Pri:** Primavera; **Ver:** Verano. **1:** F+H (etapa Fresca + etapa Hinchada); **2:** Descomposición Activa; **3:** Descomposición Avanzada; **4:** Restos. Los símbolos diferentes responden a cada grupo resultante del clúster.

A continuación se realizó un examen detallado de la composición de las filas (Figura 2. 31).

En Invierno, Dermestidae predominó durante todo el proceso, compartiendo las primeras etapas con los estafilínidos. Éstos fueron reemplazados por los derméstidos a medida que el proceso de descomposición progresó.

Durante la Primavera, los estafilínidos estuvieron en mayor proporción en la etapa F+H y fueron seguidos por los histéridos. A la inversa, en la Descomposición Activa los histéridos predominaron seguidos por los estafilínidos, quienes continuaron siendo reemplazados por los histéridos en las etapas siguientes. En la última etapa, la presencia de los derméstidos también resultó apreciable, si bien se observaron durante todo el proceso.

En Verano, la composición en la etapa F+H estuvo representada por Staphylinidae y Scarabaeidae, luego durante la Descomposición Activa, fueron reemplazadas por los histéridos y en segundo lugar, por los cléridos. En cambio, estos últimos reemplazaron a los histéridos en la Descomposición Avanzada y Restos. En esta última etapa, los derméstidos tuvieron una participación importante si bien se observaron desde la Descomposición Activa.

Durante el Otoño, los estafilínidos fueron los principales componentes en la etapa F+H pero en las siguientes, los cléridos se convirtieron en dominantes. Estos coleópteros junto con los derméstidos dominaron en la última etapa.

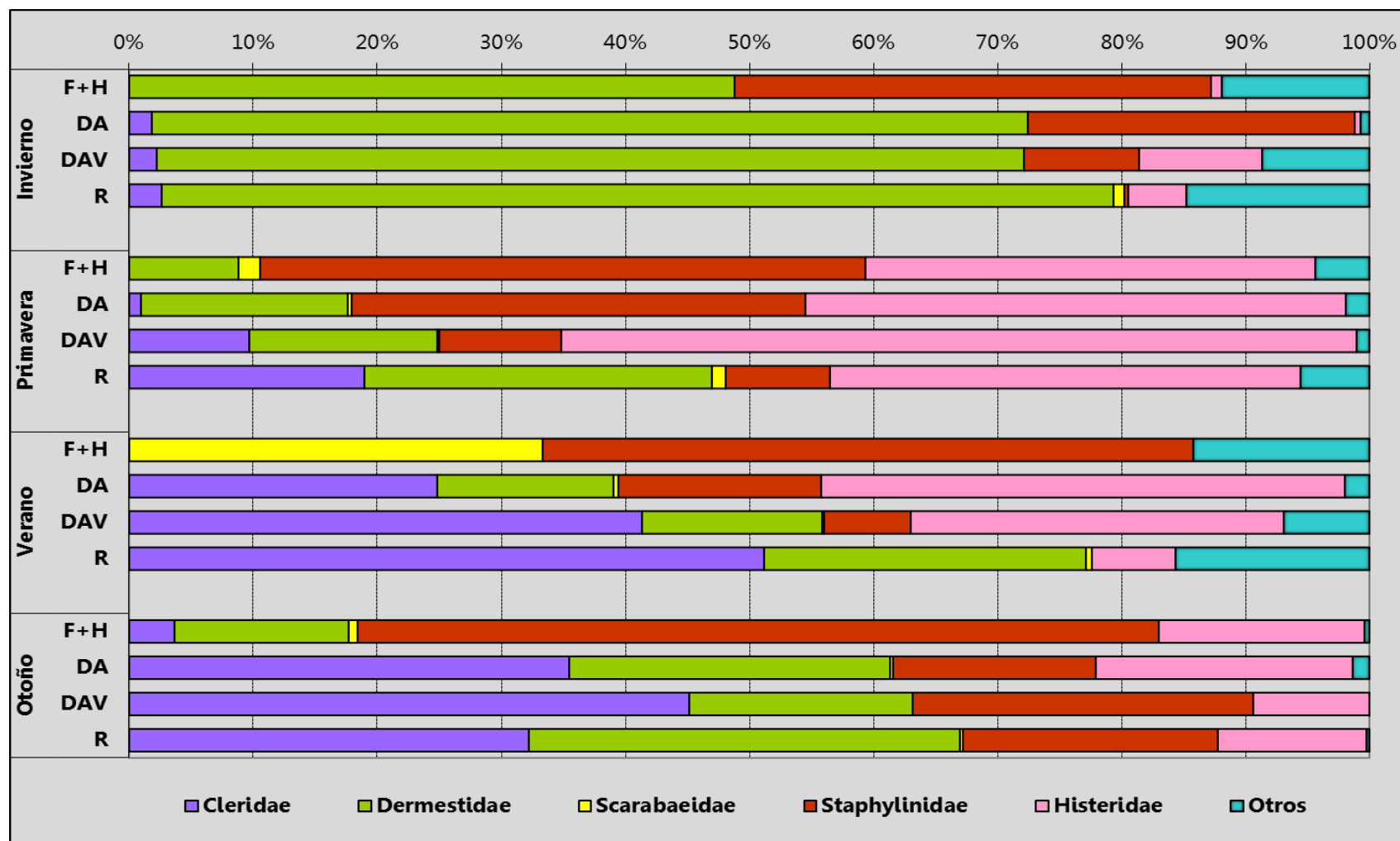


Figura 2. 31. Composición de las filas. **F+H:** Estado Fresco + Estado Hinchado; **DA:** Descomposición Activa; **DAV:** Descomposición Avanzada; **R:** Restos.

2.A.3.11 Abundancia promedio total de larvas de coleópteros halladas en los cadáveres, por etapa de descomposición y estación

En la Figura 2. 32 se presenta la abundancia promedio total de larvas por etapa de descomposición durante cada estación. De ellas, Invierno fue la más abundante (13,7 larvas/c/día) y el mayor número de ejemplares se encontró en Restos seguidos por la Descomposición Avanzada. En Primavera, se encontraron individuos en las últimas etapas de descomposición, mientras que en Verano y Otoño, se hallaron durante todo el proceso, siendo Restos y la Descomposición Avanzada, las etapas con mayor número de larvas, respectivamente.

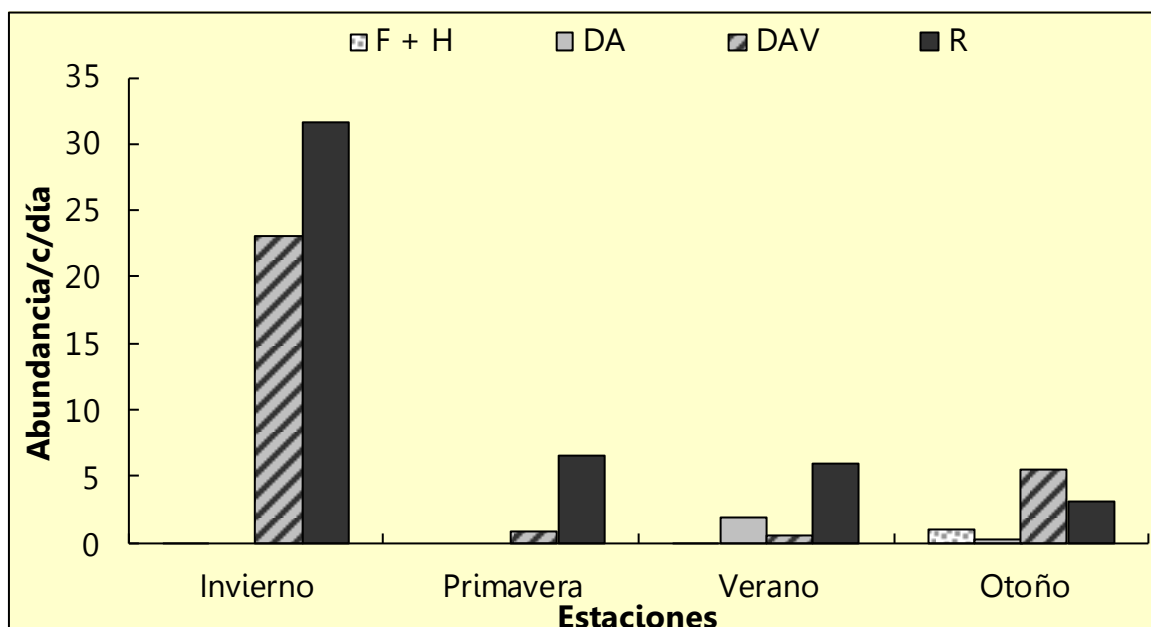


Figura 2. 32. Abundancia promedio total de larvas de coleópteros halladas en los cadáveres durante las etapas de descomposición por estación. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada. DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos.

2.A.3.12 Abundancia promedio total de larvas de coleópteros halladas en las trampas experimentales, por etapa de descomposición y estación

La Figura 2. 33 presenta la abundancia promedio total de larvas por etapa de descomposición durante cada estación. De ellas, Invierno fue la más abundante (1,6 larvas/st/día), encontrándose el mayor número de ejemplares en la Descomposición Avanzada seguida de Restos. En Primavera, la mayoría de las larvas se encontró en las últimas etapas de descomposición, mientras que en Verano, la Descomposición Activa y la Avanzada fueron las más abundantes. Durante el Otoño, la abundancia fue prácticamente constante durante todo el proceso.

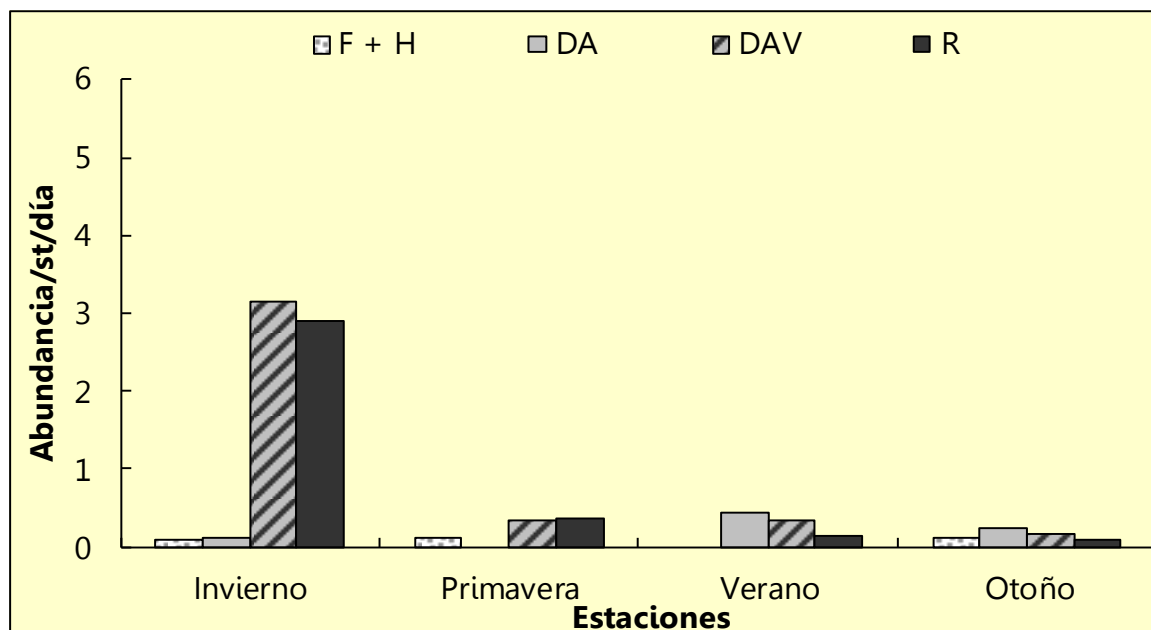


Figura 2. 33. Abundancia promedio total de larvas de coleópteros encontradas en las trampas experimentales en relación al proceso de descomposición por estación. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada. DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos.

2.A.3.13 Abundancia promedio de larvas de coleópteros de cada familia recolectadas en los cadáveres por estación

Se hallaron siete familias en estado larval: Dermestidae, Histeridae, Tenebrionidae, Carabidae, Scarabaeidae, Staphylinidae y Nitidulidae. Hay que tener en cuenta que esta última familia presentó larvas sólo en una ocasión y por lo tanto sólo se mencionará.

En la Tabla 2. 3 se muestra la abundancia promedio de larvas de cada familia por estación. Dermestidae resultó predominante en todas las épocas, pero fue en Invierno cuando se obtuvo su mayor registro. Las larvas de estafilínidos no se observaron durante el Verano. Las de carábidos se hallaron en Invierno y Otoño, pero fue durante la estación más fría cuando su abundancia fue menor. Los ejemplares de Histeridae fueron más abundantes en Otoño seguido por Primavera, mientras que los de escarabeidos predominaron durante el Verano desapareciendo en Otoño. El número de larvas de tenebriónidos fue menor en Invierno.

Los ejemplares de Nitidulidae sólo se hallaron durante el Invierno.

Tabla 2. 3. Abundancia promedio de larvas de coleópteros de cada familia hallada por cadáver y por día en cada estación.

Familias	Estaciones del año			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Dermestidae	13,7	1,5	1,9	1,8
Histeridae	0,002	0,2	0,1	0,5
Tenebrionidae	0,001	0,03	0,01	0,2
Scarabaeidae	0,003	0,03	0,2	0
Carabidae	0,004	0	0	0,03
Staphylinidae	0,01	0,01	0	0,005

2.A.3.14 Abundancia promedio de larvas de coleópteros de cada familia recolectada en las trampas experimentales por estación

Se capturaron larvas de siete familias: Dermestidae, Histeridae, Tenebrionidae, Carabidae, Scarabaeidae, Staphylinidae y Cleridae. Hay que tener en cuenta que ésta última familia se presentó en estado larval en una oportunidad, por lo que sólo se mencionará.

En la Tabla 2. 4 se presenta la abundancia promedio de larvas de cada familia por estación. Dermestidae fue la familia más abundante, siendo capturada mayormente en Invierno. No se hallaron larvas de Staphylinidae durante el Verano, mientras que las de histéridos y tenebriónidos se ausentaron en Otoño. Los ejemplares de

Carabidae se encontraron durante el Invierno y Otoño. Scarabaeidae se halló en estado larval únicamente en Verano.

El ejemplar de Cleridae sólo se observó durante el Otoño.





Tabla 2. 4. Abundancia promedio de larvas de coleópteros de cada familia, hallada en las trampas experimentales por día durante cada estación.





































Familias	Estaciones del año			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Dermestidae	1,5	0,06	0,2	0,1
Staphylinidae	0,01	0,1	0	0,01
Carabidae	0,02	0	0	0,02
Histeridae	0,004	0,01	0,01	0
Tenebrionidae	0,002	0,01	0,004	0
Scarabaeidae	0	0	0,004	0

2.A.3.15 Abundancia promedio de cada familia observada en estado larval en los cuerpos, en relación al proceso de descomposición por estación

En la Tabla 2. 5 se representó la abundancia promedio de larvas encontradas por cadáver y por día durante cada etapa de descomposición y estación. Las larvas de Dermestidae se hallaron y/o fueron más abundantes en las etapas de Descomposición Avanzada y/o de Restos. También se observó lo mismo con las larvas de histéridos, excepto en la estación invernal. Especímenes de Scarabaeidae se capturaron principalmente en Restos. Las larvas de tenebriónidos en general se encontraron hacia el final del proceso de descomposición, salvo en Otoño, cuando se hallaron en más de una etapa pero abundaron en F+H. Los ejemplares inmaduros de carábidos fueron más abundantes durante la etapa F+H en Otoño. Al igual que los carábidos, las larvas de Staphylinidae se hallaron en una etapa diferente en cada estación donde se presentaron.

El ejemplar de Nitidulidae se observó durante la Descomposición Avanzada.

Tabla 2. 5. Abundancia promedio de larvas de coleópteros de cada familia, halladas por cadáver y por día durante cada etapa de descomposición, en los cuatro experimentos estudiados. **F+H:** etapa Fresca + etapa Hinchada; **DA:** Descomposición Activa; **DAV:** Descomposición Avanzada; **R:** Restos. Espacio en blanco: 0 individuos/c/día; 0 <  < 0,33 individuos/c/día; 0,33 <  < 1 individuos/c/día; 1 <  < 3,33 individuos/c/día;  > 3,33 individuos/c/día.

Familias	Estaciones															
	Invierno				Primavera				Verano				Otoño			
	F+H	DA	DAV	R	F+H	DA	DAV	R	F+H	DA	DAV	R	F+H	DA	DAV	R
Carabidae																
Dermestidae																
Histeridae																
Scarabaeidae																
Staphylinidae																
Tenebrionidae																

2.A.3.16 Abundancia promedio de cada familia colectada en estado larval en las trampas experimentales, durante las etapas de descomposición por estación

En la Tabla 2. 6 se muestra la abundancia promedio de larvas encontradas en las trampas por día durante cada etapa de descomposición y estación. Los ejemplares inmaduros de Dermestidae predominaron desde la Descomposición Activa hasta Restos. Las larvas de Staphylinidae se encontraron mayoritariamente durante la Descomposición Avanzada y en Restos. Los ejemplares de carábidos se capturaron en todo el proceso de descomposición, mientras que los de Histeridae se hallaron únicamente en Restos. Las larvas de Tenebrionidae se encontraron en la etapa F+H y Restos. Scarabaeidae se encontró en estado larval, únicamente durante la última etapa en la estación estival.

El ejemplar de Cleridae se capturó en la Descomposición Avanzada.

Tabla 2. 6. Abundancia promedio de larvas de coleópteros de cada familia, capturadas en las trampas experimentales por día durante cada etapa de descomposición, en los cuatro experimentos estudiados. **F+H:** etapa Fresca + etapa Hinchada; **DA:** Descomposición Activa; **DAV:** Descomposición Avanzada; **R:** Restos. Espacio en blanco: 0 individuos/st/día; $0 < \text{larva} < 0,1$ individuos/st/día; $0,1 < \text{larva} < 0,33$ individuos/st/día; $0,33 < \text{larva} < 1$ individuos/st/día; ≥ 1 individuos/st/día.

Familias	Estaciones															
	Invierno				Primavera				Verano				Otoño			
	F+H	DA	DAV	R	F+H	DA	DAV	R	F+H	DA	DAV	R	F+H	DA	DAV	R
Carabidae																
Dermestidae																
Histeridae																
Scarabaeidae																
Staphylinidae																
Tenebrionidae																

CAPÍTULO 2

SEGUNDA PARTE

ESTUDIO BIONÓMICO DE LA COLEOPTEROFAUNA CADAVERICA BAJO CONDICIONES NATURALES

2.B.1 Introducción

Los objetivos en esta sección son los mismos que para la primera parte con la diferencia que se detalló la información a nivel de especie o al nivel taxonómico inferior al que se pudo llegar (género, tribu, etc).

2.B.2 Materiales y métodos

La metodología y materiales empleados en esta segunda parte fueron los mismos que los descritos en la primera. Además de estudiarse la abundancia promedio de cada especie por unidad de muestreo y por día en cada etapa de descomposición y estación del año, se evaluó la diversidad específica para lo cual se usó el índice de Shannon (H) con escala en logaritmo Neperiano.

Para el estudio de los efectos de las estaciones y etapas de descomposición sobre la diversidad específica se aplicó un ANOVA Doble, y cuando se comprobó el supuesto de homocedasticidad, se utilizaron los CM error 1 y 2 de la prueba mencionada.

Por último se estudiaron los roles tróficos de las especies, agrupándolas de acuerdo a ellos. En una primera instancia se evaluó la abundancia de cada grupo, para lo cual se calculó la media y error estándar de cada uno de ellos por unidad de muestreo y por día, en cada estación y etapa de descomposición. En la segunda instancia se analizó la composición de cada grupo, cuya representación se realizó por medio de un diagrama ternario en el caso de los cadáveres y de gráficos de barras en el caso de las trampas.

2.B.3 Resultados

2.B.3.1 Especies encontradas en los experimentos de campo

En la Tabla 2. 7 se muestra la lista de todas las especies encontradas en estado adulto. Estas fueron más de 54 especies pertenecientes a las 12 familias descritas en la primera parte del capítulo. Muchas de ellas constituyen nuevos reportes de interés forense para la Argentina. Algunas de las especies se hallaron sólo en las trampas o en los cadáveres.

Tabla 2. 7. Especies encontradas durante las cuatro experiencias de campo.

FAMILIA	SUBFAMILIA	TRIBU	SUBTRIBU	GÉNERO/ESPECIE	
Anthicidae				sp.	
Archeocrypticidae				<i>Archeocrypticus topali</i> Kaszab [∅]	
Carabidae	Harpalinae	Cyclosomini		<i>Tetragonoderus chalceus</i> Chaudoir *	
				<i>Tetragonoderus laevigatus</i> Chaudoir *	
		Harpalini	Harpalina	<i>Selenophorus (S) punctulatus</i> Dejean *	
			Pelmatellina	<i>Pelmatellus egenus</i> Dejean *	
			Stenolophina	<i>Bradycellus viduus</i> Dejean *	
		Lebiini	Dromiina	<i>Carbonellia platensis</i> Berg	
			Pterostichini	Euchroina	<i>Argutoridius oblitus</i> Dejean *
Trechinae	Bembidiini	Bembidiina	<i>Notaphus posticalis platensis</i> Negre *		
Cleridae	Korynetinae			<i>Necrobia rufipes</i> De Geer	
Dermestidae	Dermestinae	Dermestini		<i>Dermestes maculatus</i> De Geer	
Histeridae	Dendrophilinae			spp.	
				<i>Carcinopsis</i> sp. [∅]	
	Saprininae				<i>Euspilotus</i> sp. [∅]
					<i>Euspilotus (H) caesopygus</i> Marseul [∅]
					<i>Euspilotus (H) connectens</i> Paykull [∅]
					<i>Euspilotus (s. str.) lacordairei</i> Marseul [∅]
					<i>Euspilotus (H) niger</i> Arriagada *
					<i>Euspilotus (s. str.) ornatus</i> Blanchard [∅]
					<i>Euspilotus (H) parenthesis</i> Schmidt ^{T∅}
					<i>Euspilotus (s. str.) patagonicus</i> Blanchard
			<i>Euspilotus (H) pavidus</i> Erichson [∅]		
			<i>Xerosaprinus (X) diptychus</i> Marseul [∅]		
	Histerinae			<i>Phelister</i> sp. [∅]	

FAMILIA	SUBFAMILIA	TRIBU	SUBTRIBU	GÉNERO/ESPECIE
Histeridae	Histerinae			sp. 1 sp. 2
Melyridae				<i>Astylus</i> sp. *
Nitidulidae	Nitidulinae			<i>Nitidula carnaria</i> Schaller *
Tenebrionidae		Opatrini	Opatrina	<i>Blapstinus punctulatus</i> Solier ^T ∅
	Diaperinae	Crypticini		<i>Gondwanocrypticus platensis</i> Fairmaire ∅
	Pimeliinae	Edrotini		<i>Hylitus tentyroides</i> Lacordaire ∅
	Tenebrioninae	Opatrini		<i>Trichoton roigi</i> Ferrer and Moragues ^T ∅
		Scotobiini		<i>Leptynoderes strangulata</i> Fairmaire *
				<i>Scotobius clathratus</i> Guérin-Méneville *
				<i>Scotobius milliaris</i> Billberg *
				<i>Scotobius muricatus</i> Guérin-Méneville *
Scarabaeidae	Aphodiinae	Aphodiini		<i>Aphodius militaris</i> LeConte ^T *
				<i>Aphodius pseudolividus</i> Balthasar *
		Eupariini		<i>Atenius platensis</i> Blanchard *
	Dynastinae	Phileurini		<i>Archophileurus chaconus</i> Kolbe *
				<i>Archophileurus fodiens</i> Kolbe *
	Scarabaeinae	Ateuchini		<i>Degallieridium</i> sp. ^T *
		Canthonini		<i>Canthon ornatus bipunctatus</i> Burmeister *
				<i>Pseudocanthon</i> sp. *
		Onthophagini		<i>Onthophagus</i> sp. ^C ∅
Staphylinidae	Aleocharinae			spp.
	Oxytelinae	Oxytelini		<i>Carpelimus</i> spp. *
	Staphylininae	Staphylinini	Staphylinina	<i>Creophilus maxillosus</i> Linnaeus
			Pilonthina	<i>Philonthus flavolimbatus</i> Erichson ∅
			Quediina	<i>Haematodes</i> sp. ^T *
				<i>Haematodes bicolor</i> * Laporte de Castelnau
Trogidae				<i>Omorgus (H) batesi</i> Harold ∅ <i>Polynoncus gemmingeri</i> Harold ∅

C: especie hallada sólo en los cadáveres. **T:** especie capturada sólo en las trampas.

*Nuevos reportes de interés forense para la Argentina.

∅Nuevos reportes de importancia forense para la provincia de Buenos Aires.

2.B.3.2 Diversidad específica de coleópteros adultos encontrados en cadáveres porcinos, por etapa de descomposición y estación

La diversidad específica se comportó de forma similar en todas las etapas de descomposición, a través de las estaciones, es decir, no se detectó interacción ($p > 0,30$). La Figura 2. 34 muestra que la etapa F+H fue menos diversa que las otras etapas ($p < 0,05$). De manera análoga, se observa que el Invierno fue la estación con menor diversidad ($p < 0,05$).

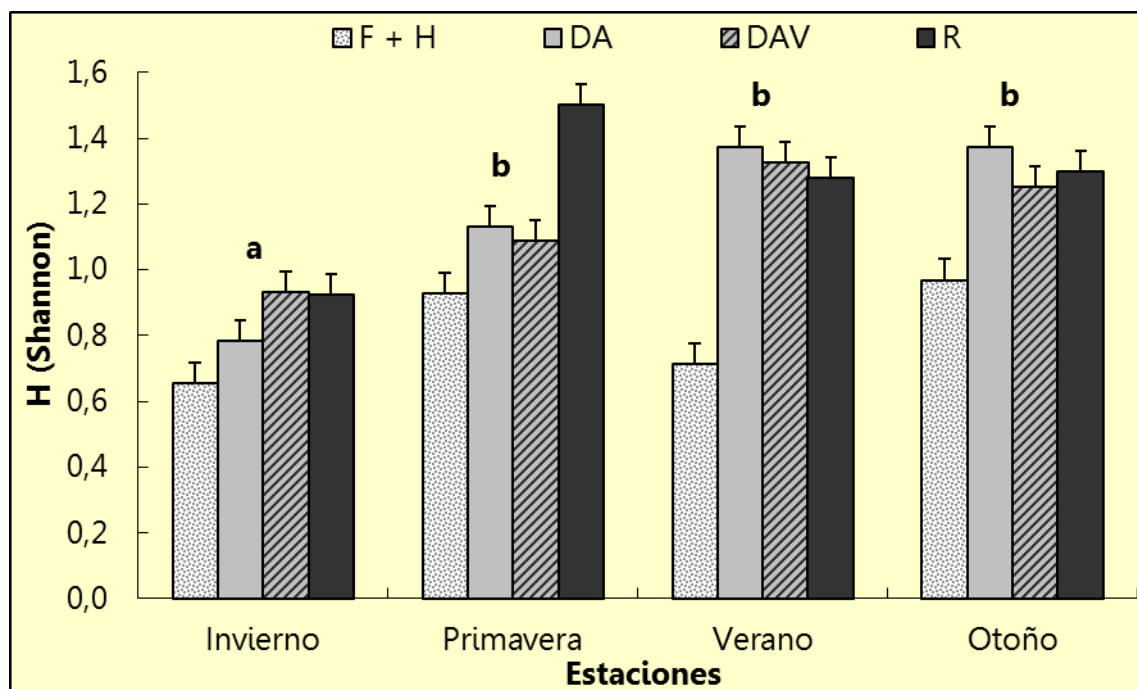


Figura 2. 34. Diversidad específica de coleópteros cadavéricos adultos hallados en los cuerpos en relación al proceso de descomposición durante cada estación. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos. Las medias que comparten alguna letra no difieren al 5%.

2.B.3.3 Abundancia promedio estacional de las especies halladas en los cadáveres

2.B.3.3.1 Invierno

En la Figura 2. 35 se presenta a las especies que tuvieron una abundancia promedio igual o superior a 0,5 individuos/c/día. *Dermestes maculatus* fue la más abundante (20,2 individuos/c/día) con marcada diferencia de las restantes.

Scotobius clathratus (0,01 individuos/c/día), *L. strangulata* (0,003 individuos/c/día), *A. topali* (0,005 individuos/c/día) y *A. chaconus* (0,002 individuos/c/día), se encontraron sólo en la estación invernal.

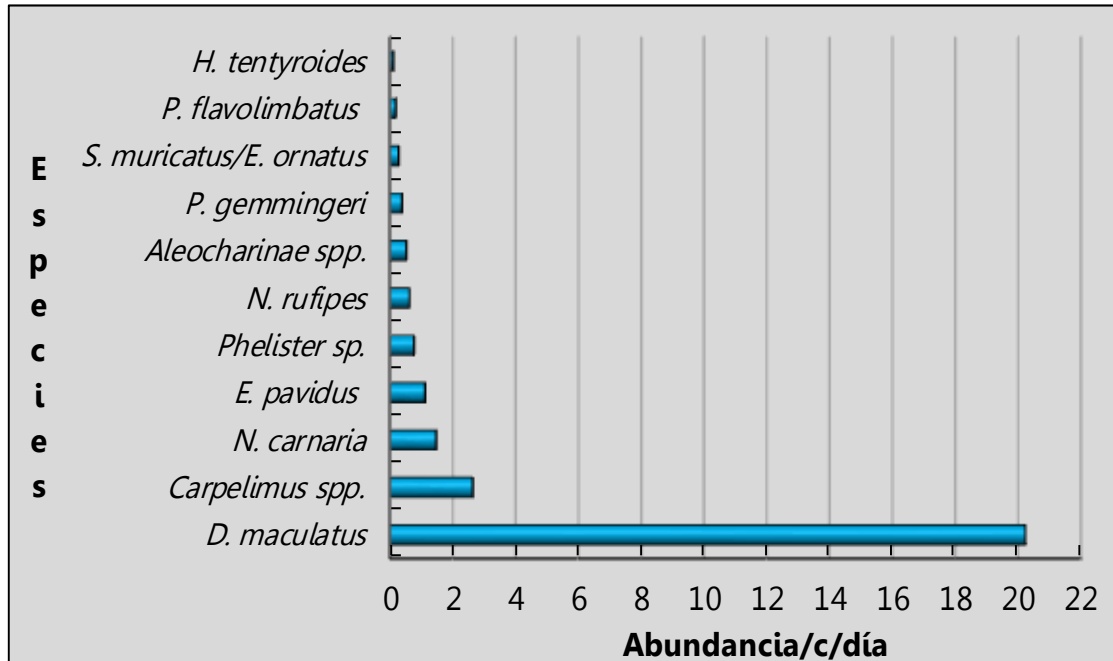


Figura 2. 35. Abundancia promedio de las especies más representativas halladas en los cadáveres durante el Invierno.

2.B.3.3.2 Primavera

La Figura 2. 36 muestra a las especies con una abundancia promedio igual o mayor a 0,5 individuos/c/día. La más abundante fue *Phelister* sp. (16,6 individuos/c/día), le siguieron *D. maculatus* (10,8 individuos/c/día) y *N. rufipes* (6,9 individuos/c/día).

Ontophagus sp. (0,16 individuos/c/día), *E. niger* (0,04 individuos/c/día), *E. (H) connectens* y *A. fodiens* (0,03 individuos/c/día) se hallaron sólo en la estación primaveral.

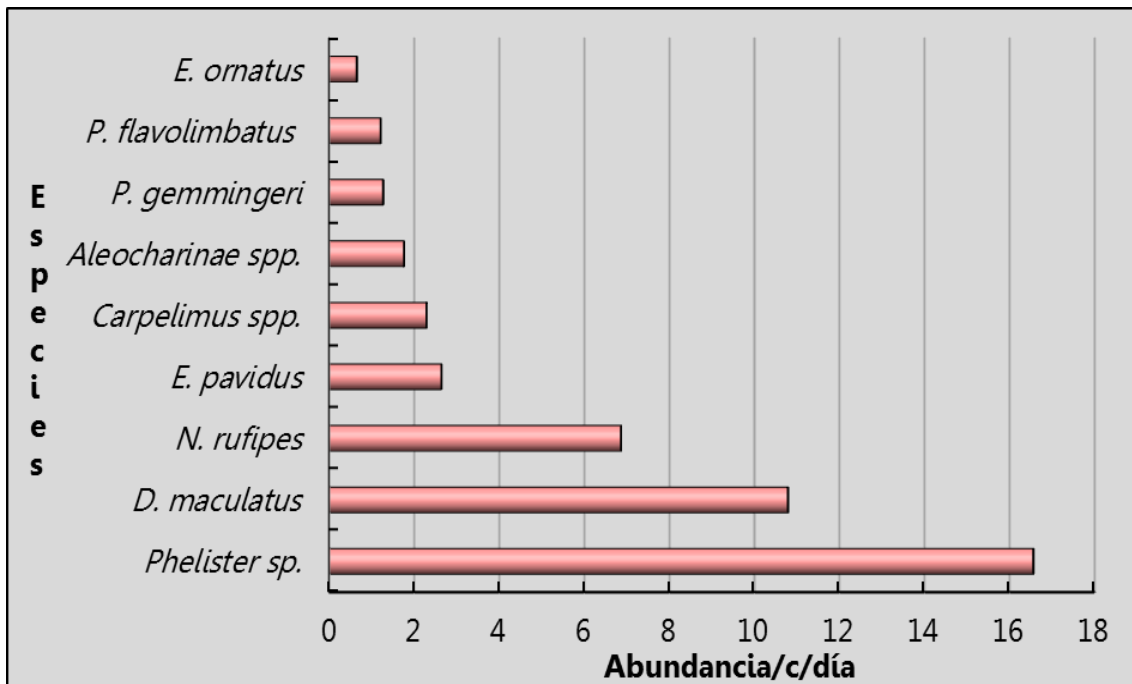


Figura 2. 36. Abundancia promedio de las especies predominantes encontradas en los cuerpos en Primavera.

2.B.3.3.3 Verano

En la Figura 2. 37 se ilustra a las especies que mostraron una abundancia promedio igual o superior a 0,5 individuos/c/día durante la época más calurosa. *Necrobia rufipes* fue la especie más abundante (11,3 individuos/c/día), seguida por *D. maculatus* (5,25 individuos/c/día).

Se observó que *Dendrophilinae spp.* (0,11 individuos/c/día) y *Carcinopsis sp.* (0,10 individuos/c/día) se registraron únicamente en Verano.

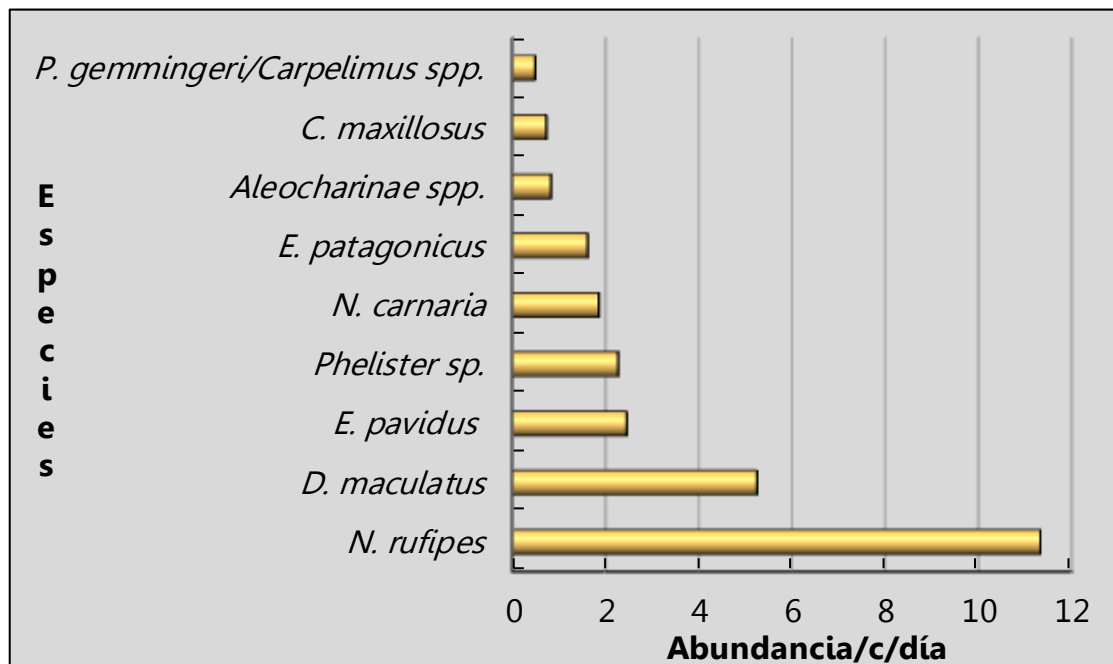


Figura 2. 37. Abundancia promedio de las especies más representativas observadas en los cadáveres durante el Verano.

2.B.3.3.4 Otoño

La Figura 2. 38 muestra a las especies con una abundancia promedio igual o mayor a 0,5 individuos/c/día. *Necrobia rufipes* presentó el mayor número de ejemplares (8,1 individuos/c/día), secundada por *D. maculatus* (4,1 individuos/c/día).

Las especies *Euspilotus sp.* (0,01 individuos/c/día), Histerinae sp. 1 (0,08 individuos/c/día) y *H. bicolor* (0,005 individuos/c/día) se observaron sólo durante la estación otoñal.

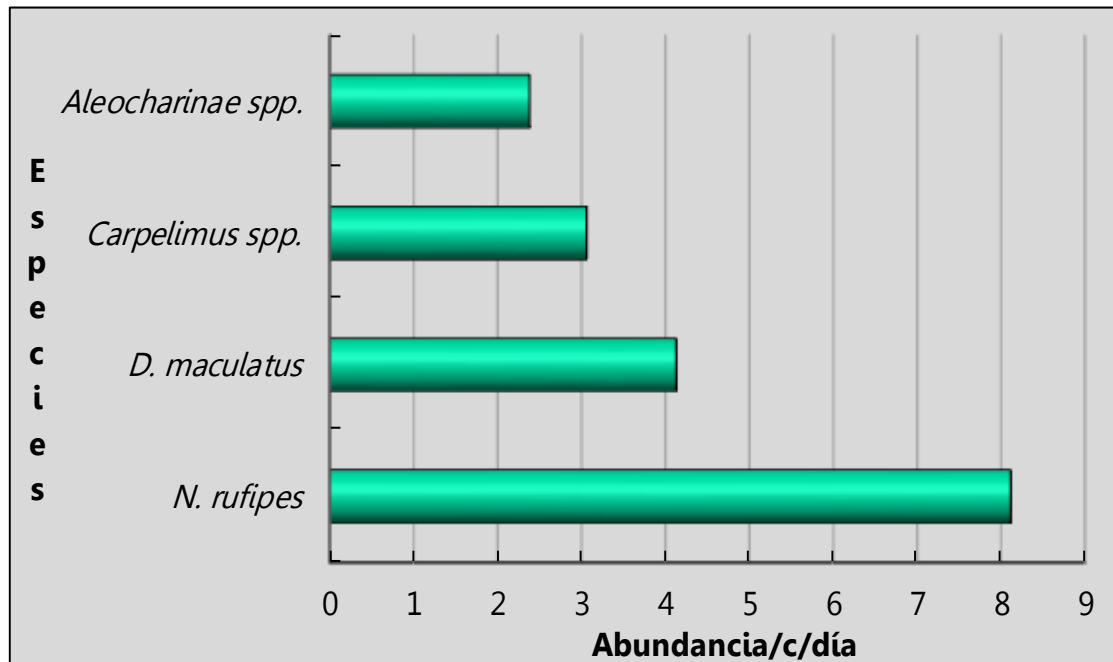


Figura 2. 38. Abundancia promedio de las especies predominantes registradas en los cuerpos en Otoño.

2.B.3.3.5 Resumen de la abundancia promedio estacional de las especies recolectadas de los cadáveres

Para presentar estos resultados se tuvieron en cuenta aquellas especies que mostraron una abundancia igual o mayor a 0,1 individuo/c/día y una frecuencia igual o superior a 8.

Como se observó en la Tabla 2. 7, las familias Anthicidae, Archeocrypticidae, Cleridae, Dermestidae, Melyridae y Nitidulidae, presentaron la riqueza específica más baja dado que estuvieron representadas por una sola especie. Anthicidae sp. se halló en Invierno y Primavera, siendo más abundante en esta última estación. *Archeocrypticus topali* se encontró sólo en la estación invernal. *Necrobia rufipes* fue más abundante durante el Verano. Por el contrario, *D. maculatus* presentó una mayor abundancia en Invierno. *Astylus* sp. se observó durante el Invierno y Verano en igual número de ejemplares. *Nitidula carnaria* mostró más ejemplares en Verano seguido de la estación invernal.

Aleocharinae spp. y *Carpelimus* spp. fueron los estafilínidos más abundantes. Estos presentaron menos ejemplares en Verano, y en el caso de los primeros también durante la estación más fría. Les siguieron *P. flavolimbatus* y *C. maxillosus*, las cuales predominaron en Primavera y Verano, respectivamente.

Entre los carábidos, la tribu Cyclosomini fue la más abundante seguida por Harpalini. Ambas coexistieron durante el Invierno, mientras que en Primavera se halló sólo a Harpalini. La tribu Cyclosimini estuvo representada por *T. chalceus* y la tribu Harpalini por *P. egenus*. La tribu Bembiidini, presentó un único ejemplar correspondiente a *N. posticalis platensis*.

En cuanto a los histéridos, *Phelister* sp., *E. (H) pavidus*, *E. (s. str.) patagonicus*, *E. (s. str.) lacordarei* y *E. (s. str.) ornatus* fueron las especies halladas con más frecuencia y abundancia. *Phelister* sp. abundó en Primavera con notoria diferencia respecto de las otras estaciones. *Euspilotus (H) pavidus* fue menos abundante durante el Otoño. *Euspilotus patagonicus* y *E. (s. str.) lacordarei* resultaron menos abundantes en Invierno, mientras que *E. (s. str.) ornatus*, durante el Verano.

Los tenebriónidos se presentaron en bajas frecuencias y abundancias. La especie *S. muricatus* resultó ser la más abundante, principalmente en Invierno y Primavera. Con marcada diferencia le siguieron *H. tentyroides* y *S. milliaris*, la primera predominó en Invierno, mientras que la segunda, se ausentó en Otoño.

Las especies de escarabeidos también se encontraron con baja frecuencia y abundancia. *Canthon ornatus bipunctatus* y *Pseudocanthon* sp. fueron las especies con mayor número de ejemplares. La primera abundó durante el Verano y la segunda, también en Primavera.

Polynoncus gemmingeri (Trogidae) fue la especie más frecuente y abundante. Particularmente presentó más ejemplares en Primavera.

2.B.3.4 Diversidad específica de coleópteros adultos encontrados en las trampas experimentales por etapa de descomposición y estación

En la diversidad específica se detectó interacción entre las etapas de descomposición y las estaciones ($p < 0.01$). La Figura 2. 39 muestra que durante el Invierno, la Descomposición Avanzada y Restos fueron las etapas más diversas

($p < 0,05$). En Primavera, la diversidad no difirió significativamente entre las etapas de descomposición ($p > 0,05$). Durante el Verano, F+H fue la etapa menos diversa ($p < 0,05$). En Otoño, el patrón de diversidad durante la descomposición fue similar al de Invierno, pero no mostró variaciones entre la Descomposición Activa y las dos últimas etapas ($p > 0,05$), las cuales fueron menos diversas que en la estación más fría.

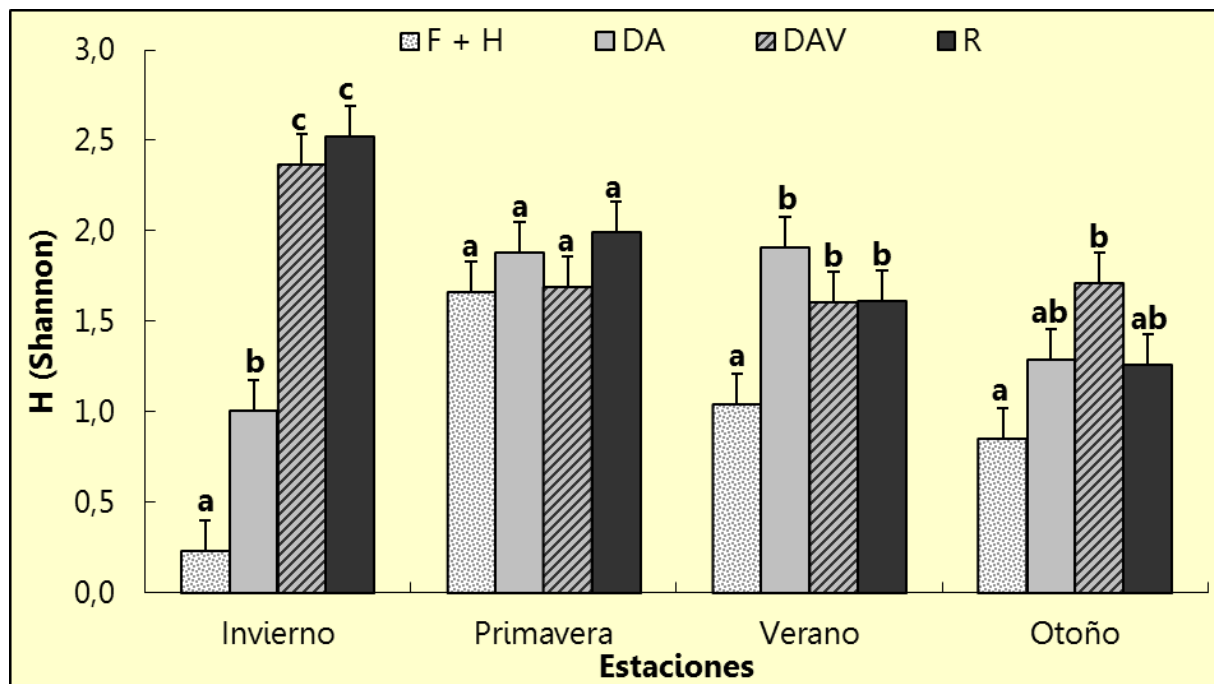


Figura 2. 39. Diversidad específica total de coleópteros cadavéricos adultos capturados en las trampas experimentales en relación al proceso de descomposición durante cada estación. F+H: etapa Fresca + etapa Hinchada; DA: Descomposición Activa; DAV: Descomposición Avanzada; R: Restos. Las medias que comparten alguna letra no difieren al 5%.

2.B.3.5 Abundancia promedio estacional de las especies halladas en las trampas experimentales

2.B.3.5.1 Invierno

Carpelimus spp. fueron las especies más abundantes con notoria diferencia respecto de las restantes y la única con una abundancia promedio igual o mayor a 0,5 individuos/st/día.

Astylus sp. (0,02 individuos/st/día), *A. fodiens* (0,004 individuos/st/día), *A. chaconus* y *E. (H) caesopygus* (0,002 individuos/st/día) se hallaron solamente en la estación invernal.

2.B.3.5.2 Primavera

En la Figura 2. 40 se observa a las especies que tuvieron una abundancia promedio igual o superior a 0,5 individuos/st/día. Durante la estación primaveral, *Phelister* sp. fue la más abundante (4,85 individuos/st/día), seguida por *E. (s. str.) ornatus* (2,7 individuos/st/día).

Pilonthus flavolimbatus (0,3 individuos/st/día), *E. (H) connectens* (0,07 individuos/st/día), *Euspilotus* sp. (0,02 individuos/st/día), *E. (H) parenthesis*, *X. (X) diptychus*, *Degallieridium* sp. y *Haematodes* sp. (0,01 individuos/st/día) se capturaron sólo en Primavera.

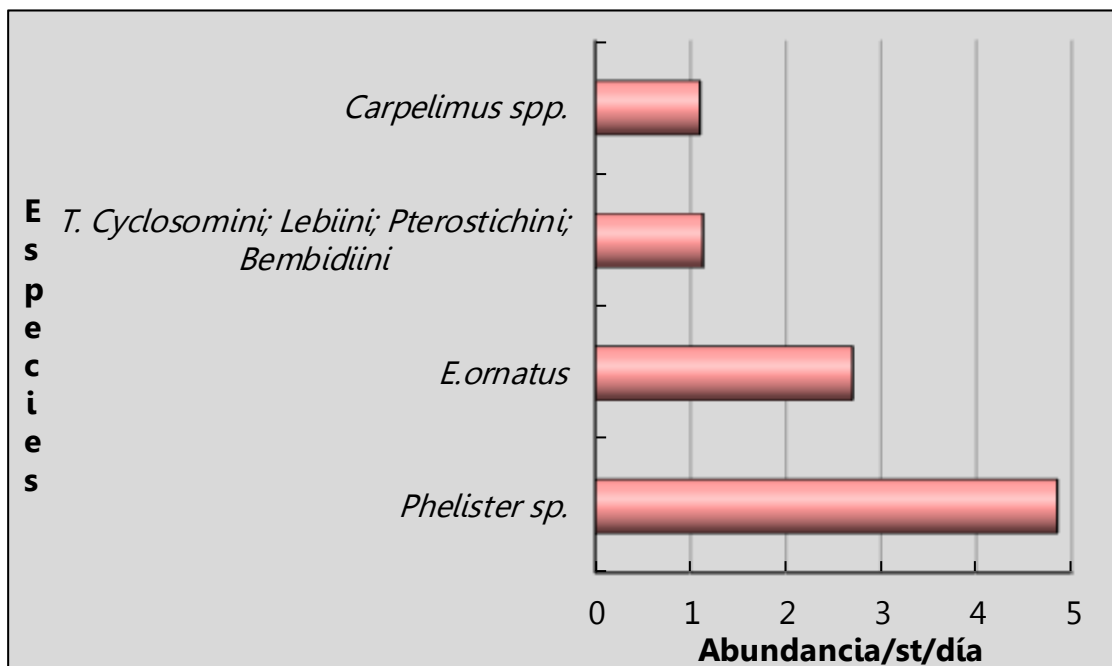


Figura 2. 40. Abundancia promedio de las especies más representativas encontradas en las trampas experimentales durante la Primavera.

2.B.3.5.3 Verano

La Figura 2. 41 muestra a las especies con una abundancia promedio igual o mayor a 0,5 individuos/st/día. *Phelister* sp. fue la que presentó más individuos (4,1 individuos/st/día), seguida por *Carpelimus* spp. (2,2 individuos/st/día).

Euspilotus niger (0,01 individuos/st/día) se encontró únicamente en esta estación.

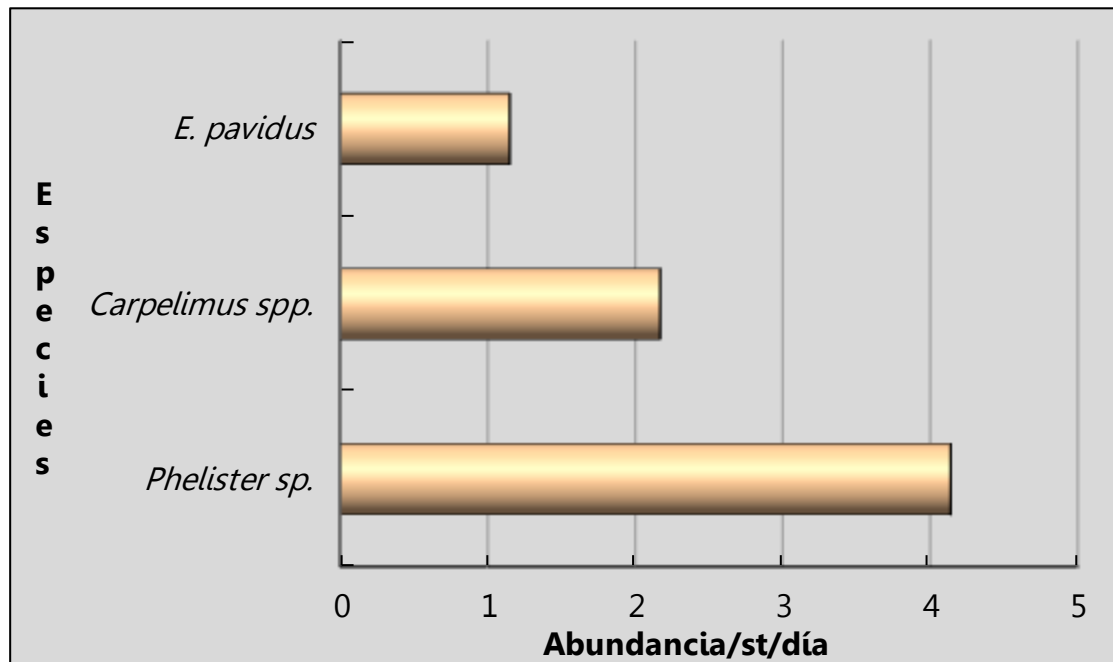


Figura 2. 41. Abundancia promedio de las especies predominantes capturadas en las trampas experimentales en Verano.

2.B.3.5.4 Otoño

En la Figura 2. 42 se presenta a las especies que mostraron una abundancia promedio igual o mayor a 0,5 individuos/st/día. *Carpelimus* spp. (1,9 individuos/st/día) y *Phelister* sp. (1,7 individuos/st/día) fueron las más abundantes.

Histerinae sp. 1 y *H. bicolor* (0,005 individuos/st/día) se encontraron sólo en la época otoñal.

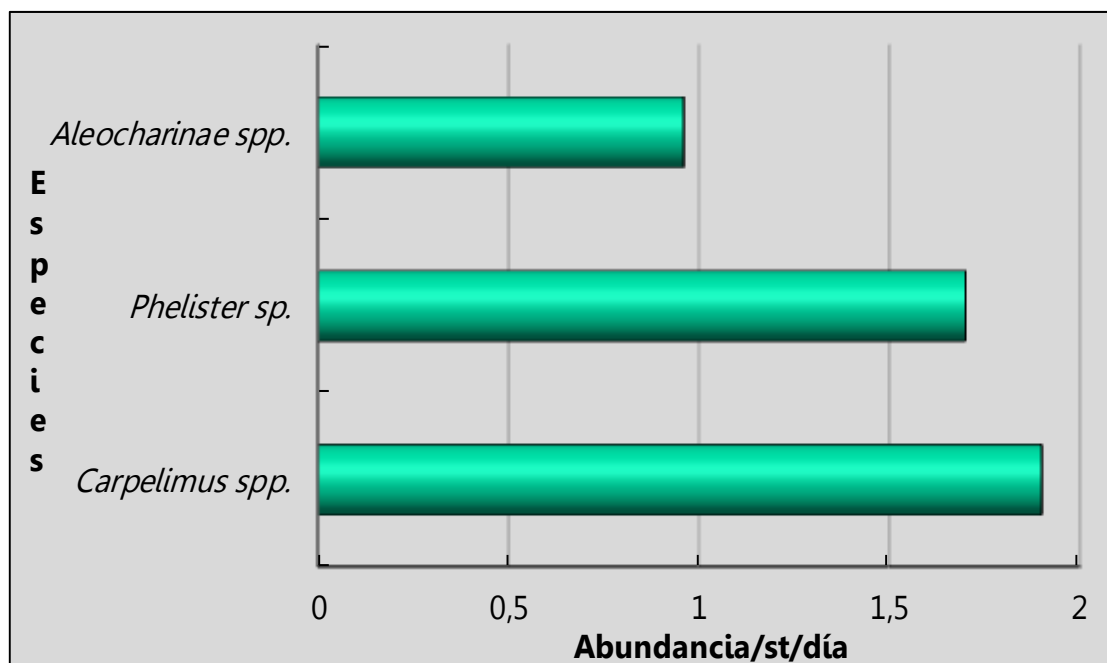


Figura 2. 42. Abundancia promedio de las especies más representativas capturadas en las trampas durante el Otoño.

2.B.3.5.5 Resumen de la abundancia promedio estacional de las especies recolectadas en las trampas

En este resumen se describieron las especies que presentaron una abundancia mayor o igual a 0,1 individuo/st/día y una frecuencia igual o superior a 8.

En la Tabla 2. 7 se observa que las familias Anthicidae, Archeocrypticidae, Cleridae, Dermestidae, Melyridae y Nitidulidae, presentaron la riqueza específica más baja dado que estuvieron representadas por una sola especie. Anthicidae sp. mostró prácticamente la misma abundancia entre las estaciones. *Archeocrypticus topali* se presentó en Primavera e Invierno. *Necrobia rufipes* presentó una menor abundancia durante el Invierno y *D. maculatus* en Otoño. *Astylus* sp. se halló solamente en Invierno. En cambio, ejemplares de *N. carnaria* se capturaron principalmente durante el Verano pero ninguno en Invierno.

De la familia Staphylinidae, *Carpelimus* spp. fueron las que presentaron un mayor número de ejemplares, el cual se mostró casi constante entre las estaciones. La secundó Aleocharinae spp., las cuales fueron más abundantes en Otoño.

Los carábidos con mayor abundancia correspondieron a la tribu Cyclosomini, particularmente con más individuos en Primavera y representada por *T. chalceus*. La segunda tribu en número de ejemplares fue Harpalini, siendo *P. egenus* la especie predominante.

Entre los histéricidos, *Phelister* sp., *E. (s. str.) ornatus*, *E. (H) pavidus*, *E. (s. str.) patagonicus* y *E. (s. str.) lacordairei* fueron las que se encontraron con mayor frecuencia y abundancia, principalmente en las estaciones cálidas.

Los tenebriónidos más frecuentes y abundantes fueron *S. milliaris*, *H. tentyroides*, *S. muricatus* y *G. platensis*. Las tres primeras tuvieron más ejemplares en Invierno y/o Verano, mientras que la última, en Invierno y Primavera.

Las especies de Scarabaeidae con mayor abundancia fueron *A. pseudolivinus*, *A. platensis* y *A. militaris*. La primera fue más abundante en Verano, la segunda lo fue también en Primavera, y la tercera durante la Primavera.

En cuanto a los trógidos, ambas especies halladas se presentaron con baja frecuencia y abundancia similar, si bien *P. gemmingeri* fue más abundante en Primavera.

2.B.3.6 Abundancia promedio de cada especie observada en los cadáveres, por etapas de descomposición durante cada estación

En la tabla 2. 8 se muestra la sucesión y abundancia de las especies en las distintas etapas de descomposición durante las estaciones estudiadas.

Durante el Invierno, la etapa de Descomposición Avanzada fue la de mayor riqueza específica ($S > 30$) y la más abundante (44,7 individuos/c/día). En Primavera, durante la etapa de Restos se observaron más especies ($S > 28$). La Descomposición Avanzada fue la más abundante (95,2 individuos/c/día) seguida por Restos (53,3 individuos/c/día). Durante el Verano, la etapa Restos presentó el mayor número de especies ($S > 18$). En cambio, la Descomposición Activa fue la más abundante (79,7 individuos/c/día) seguida por la Descomposición Avanzada (69,7 individuos/c/día). En Otoño, la Descomposición Avanzada presentó mayor riqueza específica ($S > 18$) y abundancia (26,5 individuos/c/día).

A continuación se realizó un resumen de la abundancia de las especies más representativas por etapas de descomposición.

De los estafilínidos, Aleocharinae spp. y *Carpelimus* spp. fueron abundantes en todas las etapas salvo la Fresca. *Pilonthus flavolimbatus* predominó desde la Descomposición Activa hasta el final del proceso de descomposición. *Creophilus maxillosus* fue más abundante en la Descomposición Activa y la Avanzada.

Todas las tribus de carábidos mostraron más ejemplares en la Descomposición Activa y la Avanzada.









































































Phelister sp. abundó desde la Descomposición Activa hasta Restos. *Euspilotus* (*H*) *pavidus* predominó desde la etapa Hinchada hasta Restos. *Euspilotus* (s. str.) *patagonicus* fue más abundante desde la etapa Hinchada hasta la Descomposición Avanzada. *Euspilotus* (s. str.) *lacordairei* principalmente presentó más ejemplares en la Descomposición Activa y la Avanzada. *Euspilotus* (s. str.) *ornatus* fue más abundante durante la etapa Hinchada y la Descomposición Activa, aunque también puede resultar importante en la Descomposición Avanzada y Restos.

De los tenebriónidos, *S. muricatus* se halló principalmente en la Descomposición Avanzada y Restos; *H. tentyroides* en la etapa Hinchada y Restos; y *S. milliaris* fue más abundante en la etapa Hinchada y la Descomposición Activa, aunque también puede serlo en Restos.











































































































Con respecto a los escarabaeidos, *C. ornatus bipunctatus* predominó en la etapa Hinchada y *Pseudocanthon* sp., también lo hizo en la Descomposición Activa.

De los Trógididos, *P. gemmingeri* se encontró en las dos últimas etapas del proceso de descomposición.

























































































Tabla 2. 8. Abundancia promedio de las especies halladas por cuerpo y por día, durante cada etapa del proceso de descomposición por estación. **F:** Fresca; **H:** Hinchada; **DA:** Descomposición Activa; **DAV:** Descomposición Avanzada; **R:** Restos. **N:** Necrófagos; **Ne:** Necrófilos; **O:** Omnívoros. Celda en blanco: 0 individuos/c/día; $0 < \text{insecto} < 0,1$ individuos/c/día; $0,1 < \text{insecto} < 0,33$ individuos/c/día; $0,33 < \text{insecto} < 1$ individuos/c/día; $\text{insecto} \geq 1$ individuos/c/día.

Especies	Invierno					Primavera					Verano					Otoño							
	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R			
<i>Anthicidae</i> sp. ^O																							
<i>Archeocrypticus topali</i> ^{Ne}																							
<i>Astylus</i> sp. ^{Ne}																							
Harpalini ^{Ne}																							
Cyclosomini, Lebiini, Pterostichini, Bembidiini ^{Ne}																							
<i>Necrobia rufipes</i> ^O																							
<i>Dermestes maculatus</i> ^N																							
<i>Carcinopsis</i> sp. ^{Ne}																							
<i>Euspilotus</i> sp. ^{Ne}																							
<i>Euspilotus (H) caesopygus</i> ^{Ne}																							
<i>Euspilotus (H) connectens</i> ^{Ne}																							
<i>Euspilotus (s. str.) lacordairei</i> ^{Ne}																							
<i>Euspilotus (H) niger</i> ^{Ne}																							

Continuación de la Tabla 2. 8.

Especies	Invierno					Primavera					Verano					Otoño				
	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R
<i>Euspilotus (s. str.) ornatus</i> ^{Ne}																				
<i>Euspilotus (s. str.) patagonicus</i> ^{Ne}																				
<i>Euspilotus (H) pavidus</i> ^{Ne}																				
<i>Phelister</i> sp. ^{Ne}																				
<i>Xerosaprinus diptychus</i> ^{Ne}																				
Dendrophilinae spp. ^{Ne}																				
Histerinae sp. 1 ^{Ne}																				
Histerinae sp. 2 ^{Ne}																				
<i>Nitidula carnaria</i> ^O																				
<i>Gondwanocrypticus platensis</i> ^{Ne}																				
<i>Hylitus tentyroides</i> ^{Ne}																				
<i>Leptynoderes strangulata</i> ^{Ne}																				
<i>Scotobius clathratus</i> ^N																				
<i>Scotobius milliaris</i> ^N																				
<i>Scotobius muricatus</i> ^N																				
<i>Aphodius pseudolividus</i> ^N																				

Continuación de la Tabla 2. 8.

Especies	Invierno					Primavera					Verano					Otoño						
	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R		
<i>Archophileurus chaconus</i> ^{Ne}																						
<i>Archophileurus fodiens</i> ^{Ne}																						
<i>Ataenius platensis</i> ^N																						
<i>Canthon ornatus bipunctatus</i> ^N																						
<i>Ontophagus sp.</i> ^N																						
<i>Pseudocanthon sp.</i> ^N																						
Aleocharinae spp. ^{Ne}																						
<i>Carpelimus spp.</i> ^{Ne}																						
<i>Creophilus maxillosus</i> ^{Ne}																						
<i>Haematodes bicolor</i> ^{Ne}																						
<i>Philonthus flavolimbatus</i> ^{Ne}																						
<i>Omorgus batesi</i> ^N																						
<i>Polynoncus gemmingeri</i> ^N																						

2.B.3.7 Abundancia estacional promedio de las especies capturadas en trampas experimentales en cada etapa de descomposición

En la tabla 2.9 se muestra la sucesión y abundancia de las especies en relación al proceso de descomposición durante las estaciones estudiadas.

Durante el Invierno, la mayor riqueza específica se presentó en la Descomposición Avanzada ($S > 31$) mientras que la etapa Fresca fue la más abundante (16,3 individuos/st/día). En Primavera, el mayor número de especies se registró en Restos ($S > 33$), en cambio, la Descomposición Avanzada fue la más abundante (32,7 individuos/st/día). Durante el Verano, la etapa Restos mostró la mayor riqueza específica ($S > 24$), mientras que la Descomposición Avanzada (30,4 individuos/st/día) fue la más abundante, seguida por la Descomposición Activa (24 individuos/st/día). En Otoño, se encontraron más especies en la Descomposición Avanzada ($S > 22$) y la mayor abundancia se registró en la Descomposición Activa (12,2 individuos/st/día).

A continuación se realizó un resumen de la abundancia de las especies representativas a lo largo del proceso de descomposición.

Considerando los Staphylinidae, *Carpelimus* spp. y Aleocharinae spp. predominaron desde el principio del proceso hasta el final.

Entre los carábidos, la tribu Cyclosomini abundó desde el principio hasta el final de la descomposición. Algo similar ocurrió con la tribu Harpalini.

De los histéridos, *Phelister* sp. se halló desde la etapa Hinchada hasta Restos; a *E. (H) pavidus* y *E. (s. str.) ornatus* se los encontró principalmente en la Descomposición Activa hasta Restos; *E. (s. str.) patagonicus* y *E. (s. str.) lacordairei* se destacaron en la Descomposición Activa y la Avanzada.

Respecto a los tenebriónidos, *S. milliaris* predominó en la Descomposición Avanzada, pero también puede destacarse en la Descomposición Activa y/o en Restos. *Hylitus tentyroides* fue más abundante desde la etapa Fresca hasta la Descomposición Activa, aunque eventualmente puede serlo hasta el final del proceso. *Scotobius muricatus* tuvo más ejemplares en la etapa Hinchada y la Descomposición Activa. *Gondwanocrypticus platensis* se halló desde la etapa hinchada hasta el final del proceso de descomposición.












































































































De los escarabeidos mencionados, *A. pseudolivida* puede hallarse desde la etapa Hinchada hasta la Descomposición Avanzada; *A. platensis* desde la Descomposición Activa hasta Restos y *A. militaris* fue particularmente observada en la Descomposición Activa y la Avanzada.

En cuanto a los trógididos, ambas especies capturadas se presentaron principalmente en las dos últimas etapas.






































































































Tabla 2. 9. Abundancia promedio de las especies capturadas en las trampas por día, durante cada etapa del proceso de descomposición por estación. **F:** Fresca; **H:** Hinchada; **DA:** Descomposición Activa; **DAV:** Descomposición Avanzada; **R:** Restos. **N:** Necrófagos; **Ne:** Necrófilos; **O:** Omnívoros. Celda en blanco: 0 individuos/st/día; $0 < \text{insecto} < 0,1$ individuos/st/día; $0,1 < \text{insecto} < 0,33$ individuos/st/día; $0,33 < \text{insecto} < 1$ individuos/st/día; $\text{insecto} \geq 1$ individuos/st/día.

Especies	Invierno					Primavera					Verano					Otoño				
	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R
<i>Anthicidae</i> sp. ^O																				
<i>Archeocrypticus topali</i> ^{Ne}																				
<i>Astylus</i> sp. ^{Ne}																				
Harpalini ^{Ne}																				
Cyclosomini, Lebiini, Pterostichini, Bembidiini ^{Ne}																				
<i>Necrobia rufipes</i> ^O																				
<i>Dermestes maculatus</i> ^N																				
<i>Carcinopsis</i> sp. ^{Ne}																				
<i>Euspilotus</i> sp. ^{Ne}																				
<i>Euspilotus (H) caesopygus</i> ^{Ne}																				
<i>Euspilotus (H) connectens</i> ^{Ne}																				
<i>Euspilotus (s. str.) lacordairei</i> ^{Ne}																				
<i>Euspilotus (H) niger</i> ^{Ne}																				
<i>Euspilotus (s. str.) ornatus</i> ^{Ne}																				

Continuación de la Tabla 2. 9.

Especies	Invierno					Primavera					Verano					Otoño				
	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R
<i>Euspilotus (H) parenthesis</i> ^{Ne}																				
<i>Euspilotus (s. str.) patagonicus</i> ^{Ne}																				
<i>Euspilotus (H) pavidus</i> ^{Ne}																				
<i>Phelister</i> sp. ^{Ne}																				
<i>Xerosaprinus diptychus</i> ^{Ne}																				
Dendrophilinae spp. ^{Ne}																				
Histerinae sp. 1 ^{Ne}																				
Histerinae sp. 2 ^{Ne}																				
<i>Nitidula carnaria</i> ^O																				
<i>Blapstinus punctulatus</i> ^{Ne}																				
<i>Gondwanocrypticus platensis</i> ^{Ne}																				
<i>Hylitus tentyroides</i> ^{Ne}																				
<i>Leptynoderes strangulata</i> ^{Ne}																				
<i>Scotobius clathratus</i> ^N																				
<i>Scotobius milliaris</i> ^N																				
<i>Scotobius muricatus</i> ^N																				
<i>Trichoton roigi</i> ^{Ne}																				

Continuación de la Tabla 2. 9.

Especies	Invierno					Primavera					Verano					Otoño						
	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R	F	H	DA	DAV	R		
<i>Aphodius militaris</i> ^N																						
<i>Aphodius pseudolividus</i> ^N																						
<i>Archophileurus chaconus</i> ^{Ne}																						
<i>Archophileurus fodiens</i> ^{Ne}																						
<i>Ataenius platensis</i> ^N																						
<i>Canthon ornatus bipunctatus</i> ^N																						
<i>Degallieridium</i> sp. ^N																						
<i>Pseudocanthon</i> sp. ^N																						
Aleocharinae spp. ^{Ne}																						
<i>Carpelimus</i> spp. ^{Ne}																						
<i>Creophilus maxillosus</i> ^{Ne}																						
<i>Haematodes</i> sp. ^{Ne}																						
<i>Haematodes bicolor</i> ^{Ne}																						
<i>Philonthus flavolimbatus</i> ^{Ne}																						
<i>Omorgus batesi</i> ^N																						
<i>Polynoncus gemmingeri</i> ^N																						

2.B.3.8 Roles tróficos

Anteriormente en este capítulo se mencionó la presencia de coleópteros de hábitos necrófagos, necrófilos y omnívoros. Si bien se encontraron escarabeidos coprófagos, estos se incorporaron dentro del grupo de los necrófagos, dada la capacidad facultativa que pueden tener dichos coleópteros de alimentarse de tejidos.

2.B.3.8.1 Abundancia promedio de coleópteros encontrados en los cuerpos de acuerdo a sus roles tróficos

Los necrófilos fueron los más abundantes seguidos por los necrófagos y omnívoros. Los tres grupos se encontraron en todas las estaciones y desde la etapa Hinchada hasta Restos. En la etapa Fresca, sólo se observaron necrófilos en Otoño.

En la Tabla 2. 8, indicada más arriba, se muestran los roles tróficos de las especies y/o nivel taxonómico inferior al que se llegó.

2.B.3.8.1.1 Necrófilos

Se hallaron más de 35 especies necrófilas. De ellas, *Carpelimus* spp., Aleocharinae spp., *P. flavolimbatus*, *C. maxillosus* (Staphylinidae); *E. (H) pavidus*, *Phelister* sp., *E. (s. str.) ornatus*, *E. (s. str.) lacordairei* y *E. (s. str.) patagonicus* (Histeridae) fueron las que presentaron una alta frecuencia y abundancia.

En la Figura 2. 43 se presenta la abundancia promedio de los necrófilos por etapa de descomposición y estación. Este grupo fue más abundante en Primavera seguida de Verano. Durante la primera estación, la abundancia de los necrófilos fue mayor en la Descomposición Avanzada. En Verano, hubo más individuos en la Descomposición Activa seguida por la Avanzada. Durante el Invierno, el patrón fue similar al de Primavera, pero la etapa de Restos fue menos abundante que la Descomposición Activa. En Otoño, cabe destacar la presencia de ejemplares en la etapa Fresca y en la etapa Hinchada que fue más abundante que en las otras estaciones.

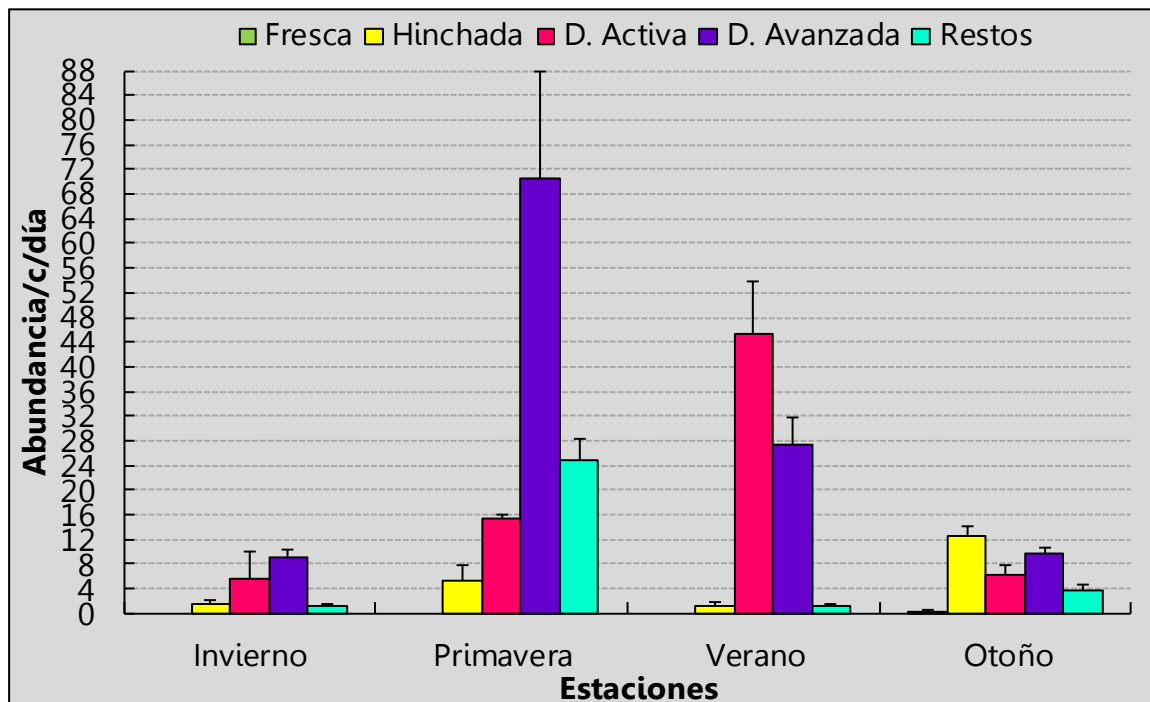


Figura 2. 43. Abundancia promedio de necrófilos adultos hallados por cadáver y por día, en cada etapa de descomposición y estación.

2.B.3.8.1.2 Necrófagos

Se encontraron 11 especies necrófagas, de las cuales *D. maculatus* (Dermestidae) fue la más abundante en todas las estaciones. Le siguieron en abundancia: *P. gemmingeri* (Trogidae); *S. muricatus* (Tenebrionidae); *Onthophagus* sp. y *C. ornatus bipunctatus* (Scarabaeidae).

La Figura 2. 44 muestra la abundancia promedio de los necrófagos a lo largo del proceso de descomposición durante cada estación. Los necrófagos fueron más abundantes en Invierno. Durante esta estación, se observó un incremento en el número de individuos desde la etapa Hinchada hasta la Descomposición Avanzada. En Primavera, la abundancia de los necrófagos mostró el mismo patrón que en Invierno, con la diferencia que no disminuyó en Restos. Durante el Verano, la Descomposición Activa fue la más abundante, decreciendo el número de ejemplares hacia el final del proceso. Mientras que en Otoño, la abundancia fue más pareja entre las etapas de descomposición.

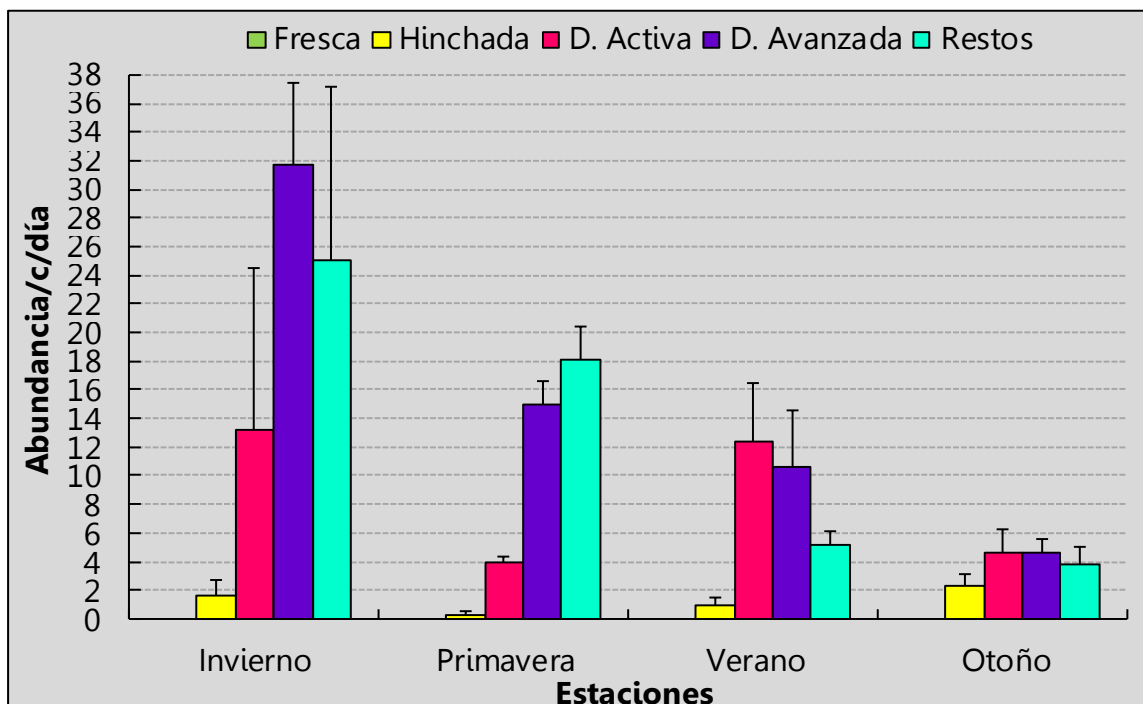


Figura 2. 44. Abundancia promedio de necrófagos adultos encontrados por cadáver y por día, en relación al proceso de descomposición durante los cuatro experimentos estudiados.

2.B.3.8.1.3 Omnívoros

Se capturaron tres especies omnívoras, de las cuales *N. carnaria* (Nitidulidae) y *N. rufipes* (Cleridae) fueron las más representativas.

En la Figura 2. 45 se ilustra la abundancia promedio de los omnívoros por etapa de descomposición y estación. Este grupo fue más abundante en Verano. Durante esta estación, el número de ejemplares fue mayor en la Descomposición Avanzada y la Activa. Durante la Primavera, los omnívoros fueron más abundantes en Restos y la Descomposición Avanzada. En Invierno y Otoño, el patrón observado fue similar al de Verano, pero en la época otoñal, se detectaron individuos desde la etapa Hinchada.

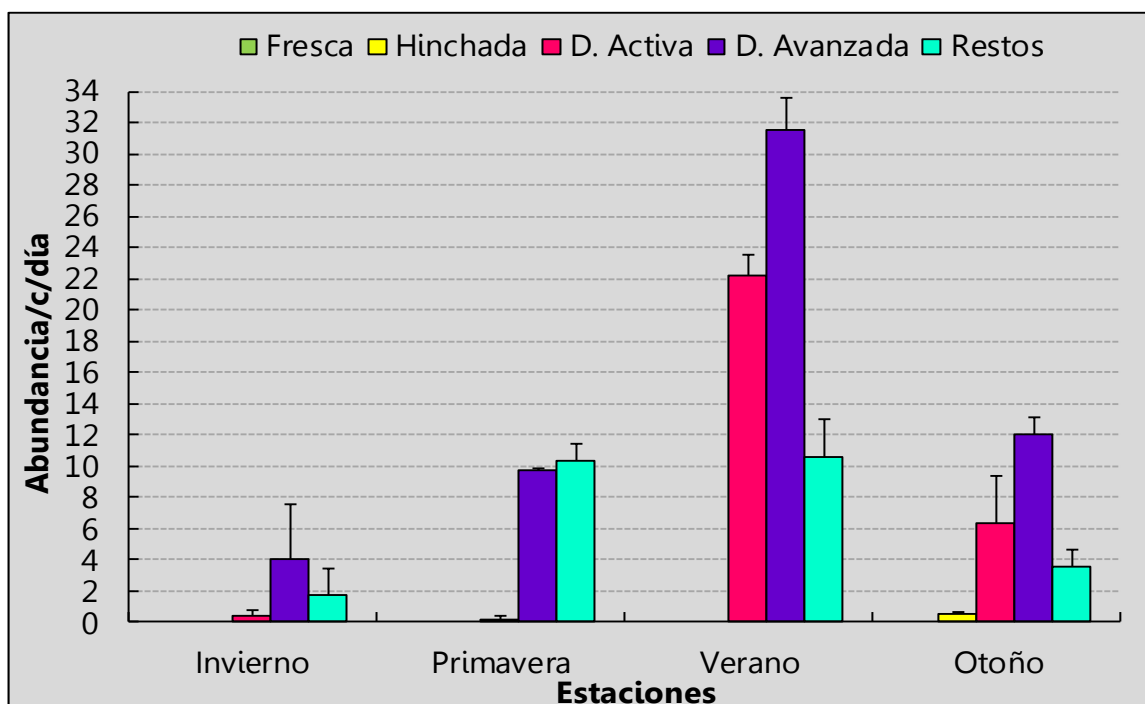


Figura 2. 45. Abundancia promedio de omnívoros por cadáver y por día, hallados en cada etapa de descomposición y estación.

2.B.3.8.2 Gremios de coleópteros adultos hallados en los cadáveres según sus roles tróficos, durante cada etapa de descomposición y estación

Los resultados del análisis de composición se muestran en la Figura 2. 46.

En Invierno, los necrófagos constituyeron el gremio dominante. Su frecuencia relativa fue superior durante todo el proceso de descomposición, aumentando desde la etapa Hinchada (52%) hasta Restos (90%). Al mismo tiempo, la proporción de los necrófilos disminuyó y los omnívoros aparecieron.

Durante la Primavera, los necrófilos constituyeron el gremio más representativo. La dominancia de este grupo descendió desde la etapa Hinchada (95%) hasta Restos (46%).

En Verano, los grupos tuvieron proporciones casi semejantes entre sí. La etapa Hinchada estuvo representada por los necrófilos (55%) seguidos de los necrófagos (45%). En la Descomposición Activa, los necrófilos continuaron predominando (57%),

mientras que la presencia de los necrófagos se redujo notablemente (15%), apareciendo los omnívoros (28%). En la Descomposición Avanzada, los omnívoros se volvieron predominantes (45%) y fueron seguidos por los necrófilos cuya presencia descendió (39%). En la etapa Restos, la mayor frecuencia relativa de la población siguió estando representada por los omnívoros, con un incremento en sus valores (62%), mientras que los necrófilos disminuyeron notablemente (7%). En cambio, los necrófagos aumentaron (31%).

Durante el Otoño, los necrófilos fueron los que mayor proporción mostraron; los otros grupos, estuvieron en partes casi iguales. La frecuencia relativa de los necrófilos fue máxima en la etapa Hinchada (82%) y luego descendió en la Descomposición Activa (36%), manteniéndose en las restantes. La proporción de los necrófagos fue más o menos constante entre las etapas; los omnívoros también mostraron un patrón semejante, con la diferencia que su frecuencia relativa fue mayor y además, aparecieron levemente en la etapa Hinchada.

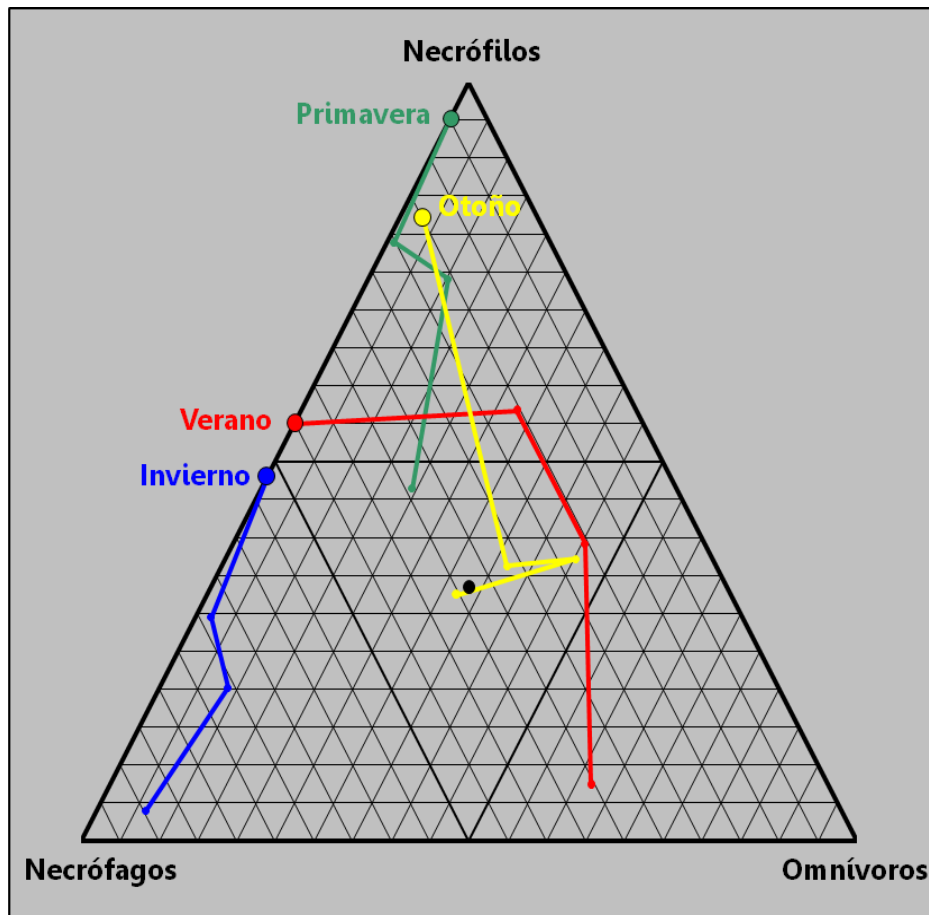


Figura 2. 46. Composición de gremios en un diagrama ternario, observados en los cuerpos por etapa de descomposición durante las estaciones del año. Cada línea de los lados del triángulo equivale a un 5% del total. El punto negro corresponde a la equicomposición (33,3% para cada uno de los gremios). El punto de mayor tamaño en cada línea, indica la etapa de inicio de la descomposición para esa estación.

2.B.3.8.3 Abundancia promedio de coleópteros adultos capturados en las trampas de acuerdo a sus roles tróficos

Los necrófilos constituyeron el gremio más abundante con notoria diferencia respecto de los otros. Los tres gremios se observaron en todas las estaciones pero no en todas las etapas de descomposición. Los omnívoros se ausentaron en la etapa Fresca en todas las estaciones.

En la Tabla 2. 9, señalada más arriba, se indican los roles tróficos de cada especie y/o al nivel taxonómico inferior al que se llegó.

2.B.3.8.3.1 Necrófilos

Se hallaron más de 39 especies. De ellas, *Phelister* sp., *E* (s. str.) *lacordairei*, *E* (s. str.) *ornatus*, *E* (H) *pavidus*, *E* (s. str.) *patagonicus* (Histeridae); *H. tentyroides* (Tenebrionidae); Harpalini, Cyclosomini, Lebiini, Pterostichini, Bembidiini (Carabidae); *Carpelimus* spp. y *P. flavolimbatus* (Staphylinidae), fueron las más representativas.

En la Figura 2. 47 se graficó la abundancia promedio de los necrófilos por etapa de descomposición y estación. Los necrófilos fueron más abundantes en Verano y Primavera. En ambas estaciones, el grupo mostró un comportamiento semejante, este comprendió un aumento progresivo de la abundancia desde la etapa Hinchada hasta la Descomposición Avanzada. Durante el Invierno, la etapa Fresca fue la más abundante seguida por la etapa Hinchada. En Otoño, el mayor número de ejemplares se observó en la Descomposición Activa.

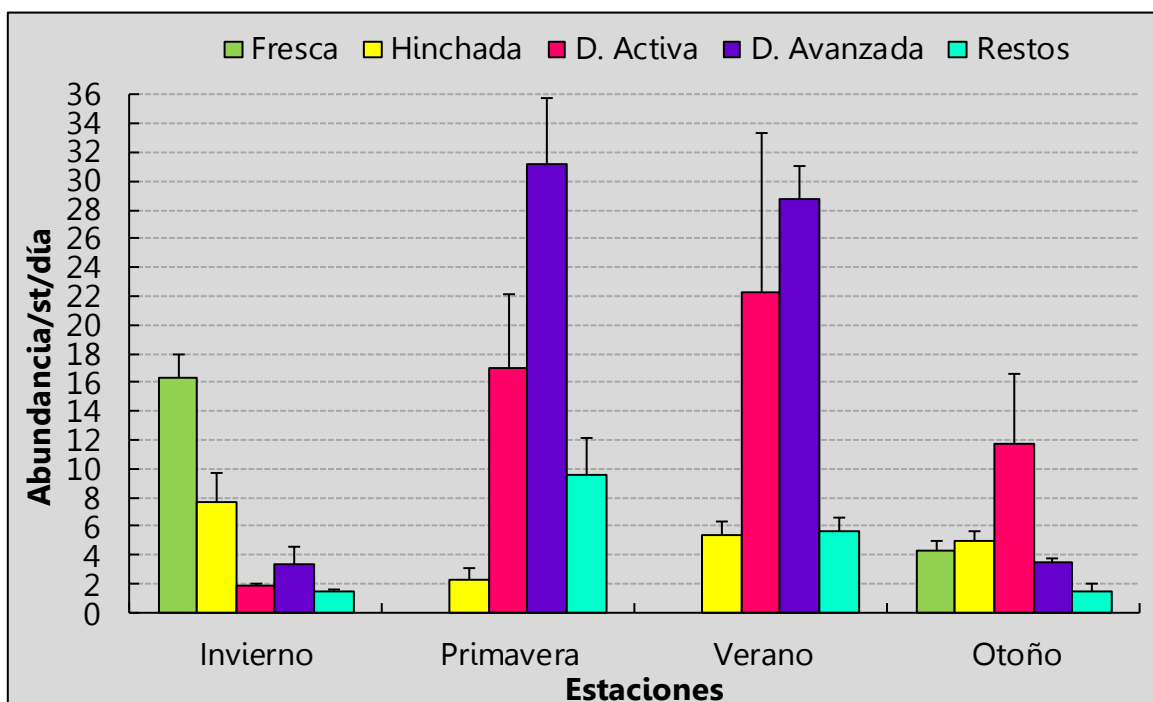


Figura 2. 47. Abundancia promedio de necrófilos capturados en las trampas experimentales por día, en cada etapa de descomposición y estación.

2.B.3.8.3.2 Necrófagos

Se encontraron 12 especies de las cuales, *D. maculatus* (Dermestidae); *S. milliaris* (Tenebrionidae); *A. pseudolividus* y *A. platensis* (Scarabaeidae), fueron las más abundantes.

La Figura 2. 48 ilustra la abundancia promedio de los necrófagos a lo largo del proceso de descomposición en cada estación. Este grupo fue menos abundante en Otoño. Durante el Invierno, la Descomposición Avanzada y Restos fueron las etapas más abundantes. En Primavera, también la mayor abundancia de necrófagos se observó en las dos últimas etapas. En cambio, en Verano, los ejemplares fueron más abundantes en la Descomposición Activa. Durante el Otoño, las etapas mostraron el mismo patrón que en Verano pero con un menor número de individuos.

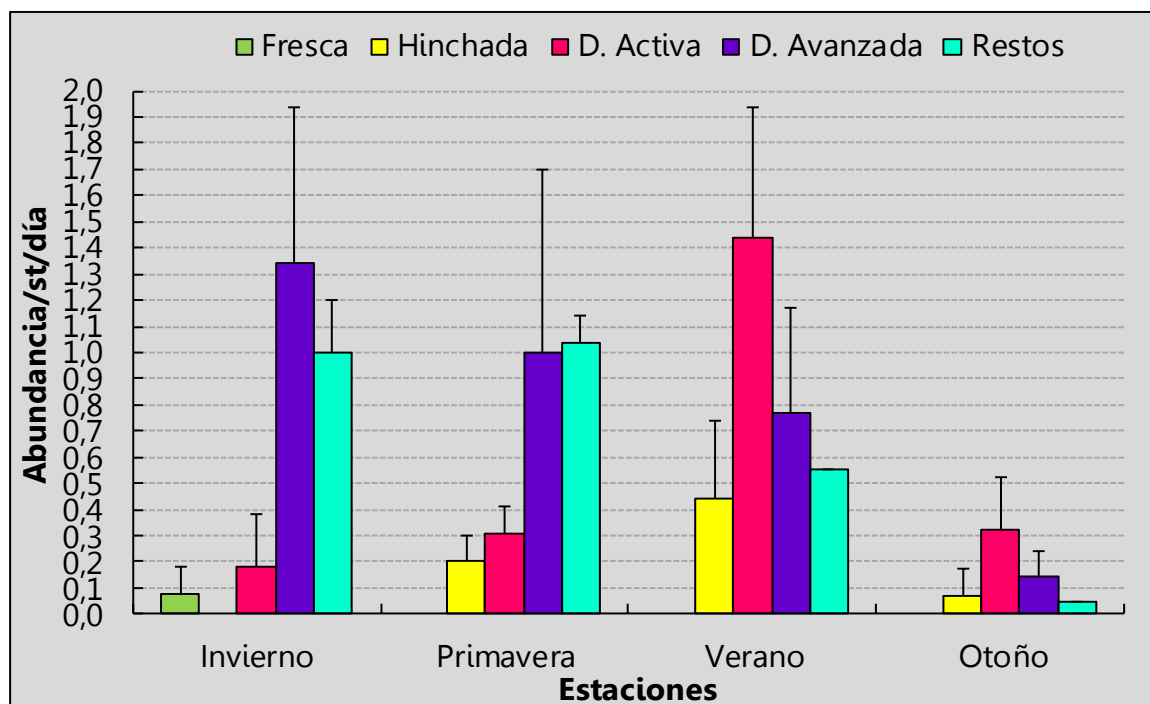


Figura 2. 48. Abundancia de necrófagos capturados en las trampas experimentales por día en relación al proceso de descomposición, durante las cuatro experiencias estudiadas.

2.B.3.8.3.3 Omnívoros

Se reportaron tres especies, de las cuales la más representativa fue Anthicidae sp.

En la Figura 2. 49 se muestra la abundancia promedio de los omnívoros a través de la descomposición durante cada estación. Este grupo fue menos abundante en Invierno y Otoño. En la estación invernal, los omnívoros fueron principalmente abundantes en Restos. Durante la Primavera, hubo más ejemplares en las dos últimas etapas. En Verano, la Descomposición Avanzada mostró un incremento notorio. En otoño, la Descomposición Activa presentó menor abundancia.

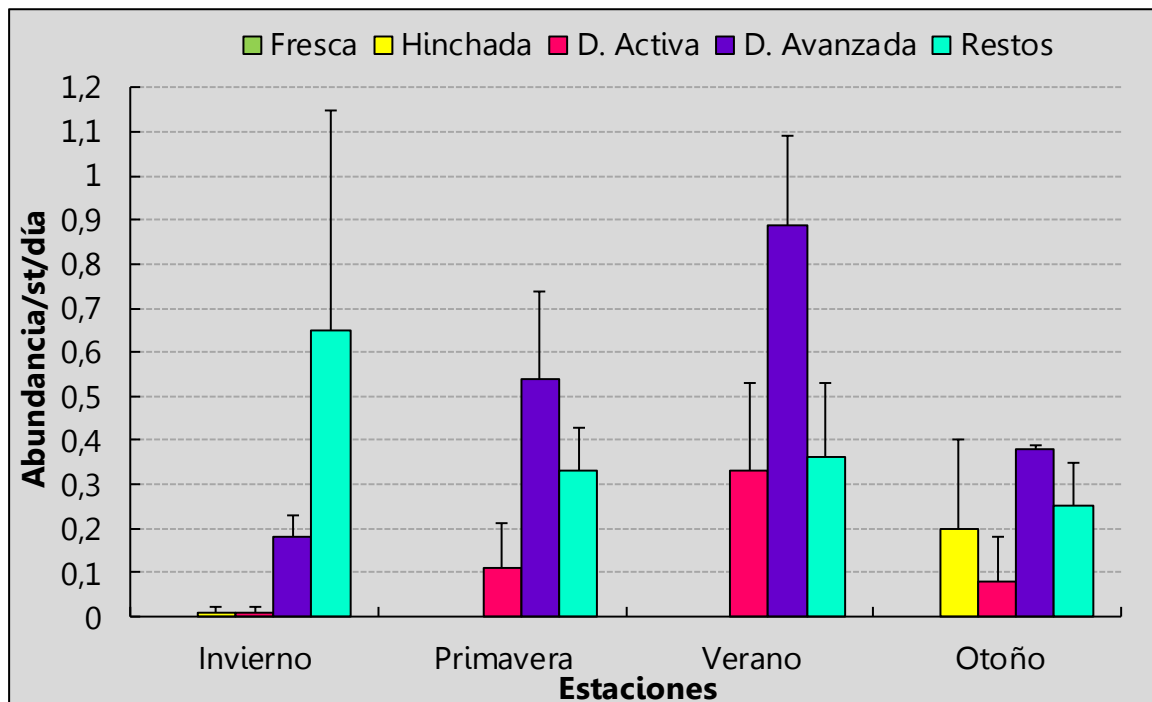
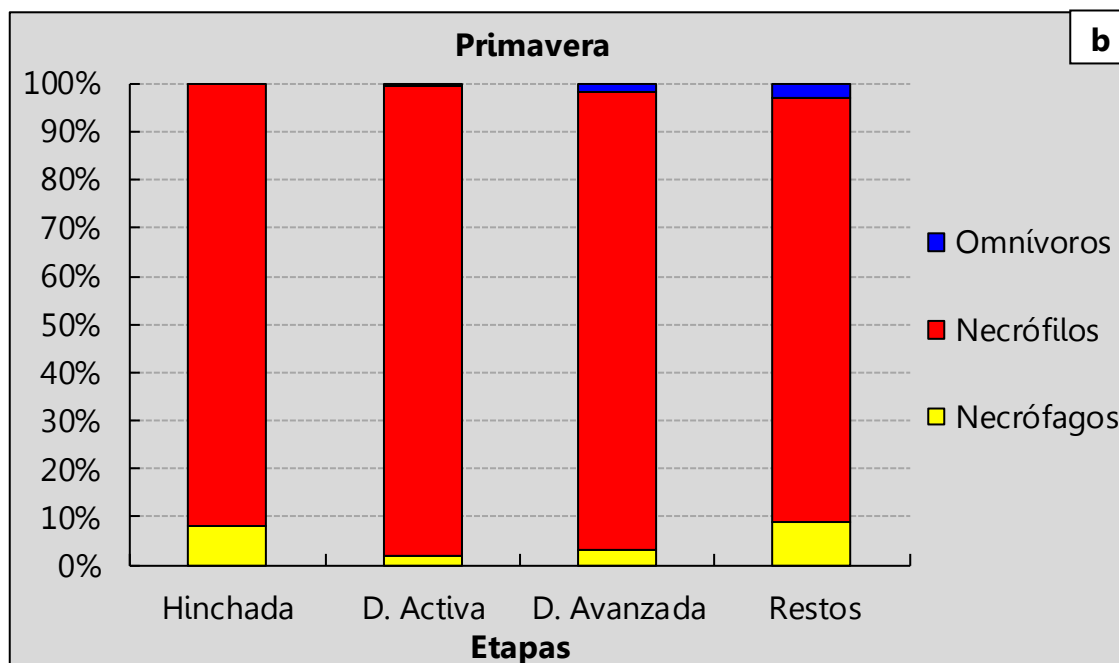
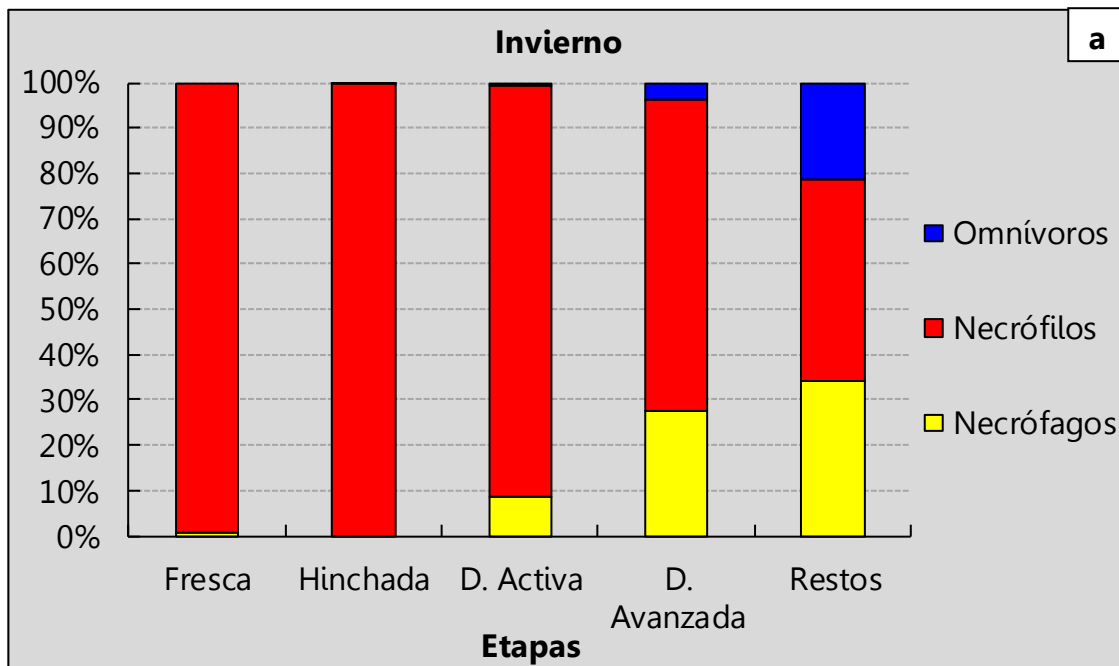


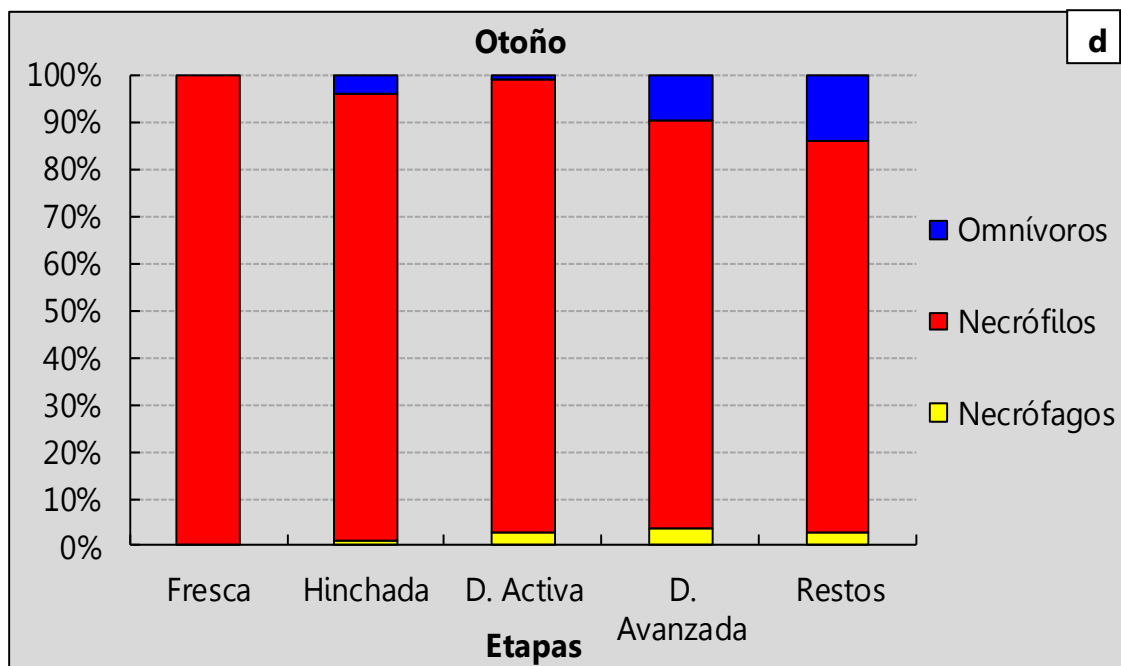
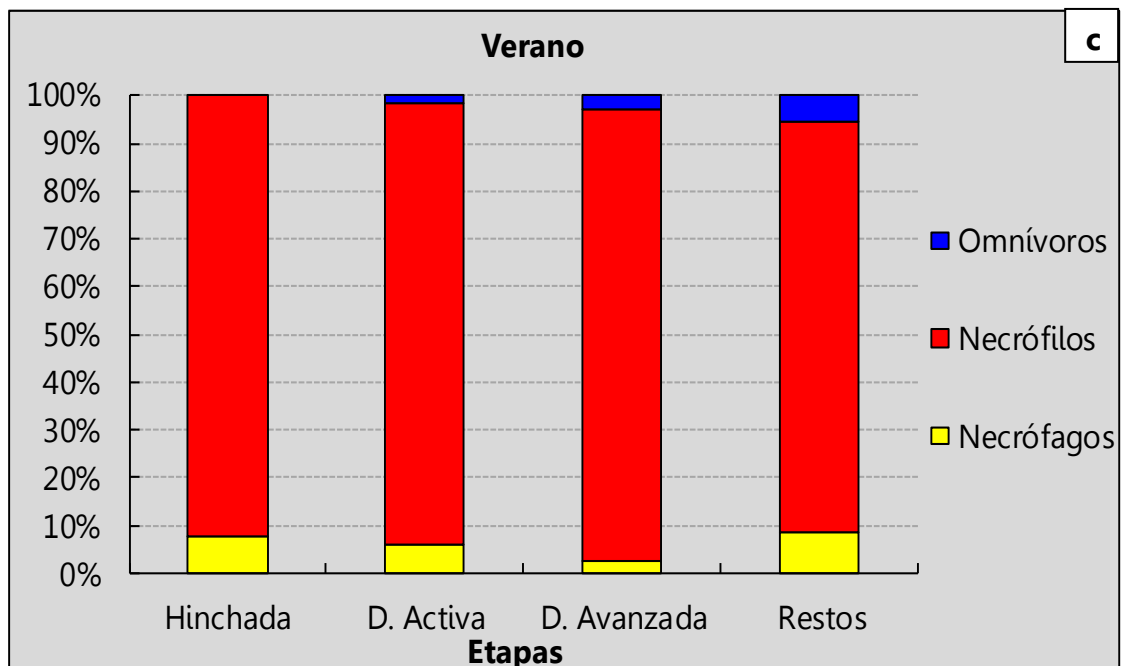
Figura 2. 49. Abundancia de omnívoros capturados en las trampas experimentales por día, en cada etapa de descomposición y estación.

2.B.3.8.4 Gremios de coleópteros adultos hallados en las trampas experimentales, de acuerdo a sus roles tróficos, por etapa de descomposición y estación

En las Figuras 2. 50 (a, b, c y d) se presentan los resultados del análisis de composición. Los necrófilos fueron el gremio predominante de la población durante las cuatro estaciones y etapas de descomposición.

Durante el Invierno, los necrófilos dominaron en todo el proceso de descomposición. A medida que la proporción de este grupo disminuyó, los necrófagos y omnívoros se hicieron más notables, particularmente hacia la etapa de Restos. En las otras tres estaciones, también predominaron los necrófilos, pero su importancia no disminuyó hacia el final del proceso.





Figuras 2. 50 a, b, c y d. Composición de gremios capturados en las trampas por etapa de descomposición durante las estaciones del año.

2.B.4 Discusión

2.B.4.1 Generalidades

Este estudio aporta los primeros datos de la coleopterofauna cadavérica en Bahía Blanca (zona sur de la Provincia de Buenos Aires), sobre cadáveres expuestos a condiciones ambientales de un área periurbana.

En el presente trabajo, la duración del proceso de descomposición fue disminuyendo a medida que las estaciones se volvieron más cálidas, como era esperable. Rodríguez and Bass (1983) indicaron que en estaciones frías el proceso de descomposición es más lento debido a una menor actividad y abundancia de insectos. Los resultados del actual trabajo fueron similares a los de Özdemir and Sert (2009) y Kočárek (2003), a pesar que este autor usó cadáveres de ratas, las cuales no son el modelo estándar por su tamaño (Goff, 1992). En esta tesis, la duración total de descomposición de uno de los cuerpos porcinos durante la estación invernal, mostró una diferencia de 24 días respecto de los otros dos cadáveres. Esto podría estar relacionado con la fisiología de cada individuo. Knight (1991) estableció que la descomposición puede variar de cuerpo a cuerpo. Más aún, Salazar-Ortega (2008) señaló que pueden ocurrir diferencias notorias en la descomposición de dos cadáveres a pesar que los mismos hayan sido expuestos a condiciones similares. A diferencia de lo hallado por Reed (1958), Johnson (1975) y Arnaldos *et al.* (2005), en este estudio, durante una misma estación, la duración de una etapa de descomposición no necesariamente fue menor a la siguiente, sino que se encontraron datos con igual, menor o mayor duración.

En el actual trabajo, la diversidad específica y abundancia promedio total de los coleópteros hallados en estado adulto, mostraron diferencias entre las estaciones, lo cual coincidió con las observaciones de otros autores (Johnson, 1975; Sánchez Piñero, 1997). La diversidad específica experimenta modificaciones temporales, como ocurre en las sucesiones ecológicas (Margaleff, 1974). Se observó que el Invierno fue la estación menos diversa. Esto podría haberse relacionado, como se mencionó más arriba para con la descomposición, a las bajas temperaturas reportadas para la época. Esto coincide con lo reportado por Campobasso *et al.* (2001) y según Smith (1986), la

actividad de los insectos disminuye o cesa en dicha estación. También las etapas de descomposición mostraron diferencias entre sí. La etapa F+H fue la menos diversa. Tal vez esto podría deberse al hecho que la descomposición cadavérica puede asimilarse a una sucesión heterotrófica, a partir de un recurso trófico y/o reproductivo, que se va modificando con el tiempo y que posee una serie de etapas de descomposición con una entomofauna asociada (Campobasso *et al.*, 2001; Centeno and Aballay, en prensa). Es así que en las primeras etapas se observó que los primeros en llegar al cuerpo fueron dípteros necrófagos, y hasta que los mismos se establecieron, podría haber influido en la presencia y abundancia de coleópteros necrófilos. Más aún en el caso de los coleópteros necrófagos y omnívoros si bien se presentaron en dicha etapa, proliferaron en etapas más avanzadas de acuerdo a sus necesidades. Schoenly (1992), Iannacone (2003) y Battán Horenstein *et al.* (2005) hacen referencia a que la etapa Hinchada fue una de las menos diversas.

En este estudio, se encontraron 12 familias de coleópteros y más de 54 especies con hábitos alimenticios necrófagos, necrófilos y omnívoros. Por el contrario, en trabajos realizados en Argentina, el número de familias halladas fue menor (Centeno *et al.*, 2002; Aballay *et al.*, 2008; Battán Horenstein and Linhares, 2011; Aballay, 2012; Ayón, 2013). En el presente trabajo, hubo familias y/o especies cadavéricas con actividad estacional y anual, lo cual también fue observado por otros autores (Anderson, 1982; Davies, 1999; Archer, 2002; Archer and Elgar, 2003; Aballay, 2012; Ayón, 2013). Esto, como se mencionó en el capítulo 1, podría deberse a los factores ambientales que pueden afectar a los procesos de descomposición y sucesión. La separación temporal es una forma de coexistencia, cuando las especies aparecen en diferentes estaciones del año disminuyendo así el solapamiento. Algunas especies se presentan sólo en determinadas épocas del año exhibiendo marcada estacionalidad (Hanski and Kuusela, 1980). Esto es importante dado que las diferencias estacionales en la presencia y actividad de las especies pueden ser de utilidad en la estimación del PMI, principalmente en la región de estudio, determinando cuando fue la estación del deceso, particularmente cuando transcurrió mucho tiempo luego de la muerte (Strong and Adams, 1990; Goff, 1993; Anderson, 2001; Arnaldos *et al.*, 2004). Además, se presentan nuevos reportes de interés forense para la provincia de Buenos Aires y la Argentina.

De las familias registradas en este trabajo, Histeridae fue la que mayor riqueza específica presentó, seguida por Scarabaeidae, Tenebrionidae y Carabidae (estas dos con igual riqueza de especies). Otros autores también mencionan a las dos primeras familias dentro de las tres con mayor riqueza específica (Mise *et al.*, 2010; Vasconcelos and Araujo, 2012). En cuanto a la abundancia, también Histeridae resultó ser la más abundante, y le siguieron Dermestidae y Staphylinidae.

El hecho de haber encontrado larvas en las trampas de caída, sugiere que dicho estado tiene una gran capacidad para moverse en busca de alimento o protección. Este es un comportamiento semejante al de las larvas de Díptera, que es importante considerar al momento de coleccionar larvas en las áreas cercanas al cadáver y estimar el PMI en estados avanzados de descomposición (Goff, 1993; Vergara *et al.*, 2012).

2.B.4.2 Asociación de coleópteros con las etapas de descomposición y estaciones

Al analizar los patrones de asociación de las familias con las etapas de descomposición y las estaciones se observaron principalmente tres grupos de coleópteros. Por el contrario, Segura *et al.* (2011) estudiaron dicha relación sólo con las etapas de descomposición y además encontraron que todas las familias de coleópteros formaron un solo grupo.

Los resultados hallados en el presente trabajo, mostraron que Dermestidae predominó en Invierno durante todo el proceso; Staphylinidae mostró una alta asociación con la etapa F+H en Primavera, Verano y Otoño; e Histeridae y Cleridae en las siguientes etapas durante dichas estaciones. En cambio, Segura *et al.* (2011) observaron que todas las familias que hallaron en las experiencias, se asociaron sólo a la etapa de Restos.

Además en el presente trabajo, Histeridae y Cleridae pudieron disgregarse en dos grupos mediante los resultados del clúster.

Tal vez, Segura *et al.* (2011) usaron una metodología estadística que no les permitió resaltar adecuadamente los ensambles de escarabajos.

Estos resultados son los primeros en discriminar claramente los ensambles de familias de coleópteros.

2.B.4.3 Histeridae

En este trabajo, Histeridae mostró una mayor actividad y abundancia en las estaciones cálidas y desde la Descomposición Activa hasta el final del proceso. Battán Horenstein and Linhares (2011), también colectaron histéridos principalmente durante la Primavera y el Verano durante la Descomposición Activa y la Avanzada. Ayón (2013) registró a Histeridae como abundante y diversa en Verano. Centeno *et al.* (2002) observaron histéridos en Primavera durante la Descomposición Avanzada y Restos. Lopes de Carvalho *et al.* (2004) encontraron especímenes en los meses primaverales durante la Descomposición Activa y la Avanzada. Wolff *et al.* (2001) colectaron ejemplares desde la Descomposición Activa hasta Restos.

La dominancia de los histéridos podría relacionarse con el descenso de los estafilínidos y los bajos niveles de las otras familias. Ciertamente, durante las primeras etapas de descomposición, cuando el dominio de los estafilínidos fue mayor, el de los histéridos fue menor. Más aún, en Verano la presencia de los histéridos decreció durante la Descomposición Avanzada seguida por Restos, lo que coincidió con un aumento en la proporción de los cléridos. Si bien el diseño experimental no permite ser concluyente, estos resultados podrían estar relacionados con los hábitos alimenticios de los histéridos dado que serían necrófilos y por lo tanto, competirían con Cleridae y Staphylinidae por el mismo recurso alimenticio (Arnett, 1968; Goff and Catts, 1990; Tantawi *et al.*, 1996; Brundage, 2009).

A excepción de *E. (s. str.) patagonicus*, las demás especies de Histeridae constituyen nuevos registros para la provincia de Buenos Aires y *E. (H) niger* para la Argentina. Las más abundantes y frecuentes fueron: *Phelister* sp., *E. (H) pavidus*, *E. patagonicus*, *E. (s. str.) ornatus* y *E. (s. str.) lacordairei*. En cambio en otros estudios, otras especies resultaron más abundantes (Wolff *et al.*, 2001; Centeno *et al.*, 2002; Tabor *et al.*, 2004, 2005; Mise *et al.*, 2007; Battán Horenstein and Linhares, 2011; Aballay, 2012; Ayón, 2013). Aballay (2012) menciona el hallazgo de *E. (H) caesopygus* en un cadáver dispuesto a la sombra durante la Primavera, pero debido a datos obtenidos de una pericia realizada en Invierno, sugirió que dicha especie estaría relacionada con la estación fría y que preferiría la sombra. Sin embargo, en este trabajo, *E. (H) caesopygus* fue hallada en cuerpos expuestos al sol, tanto en Invierno

como en Primavera. Por lo que tal vez no habría una preferencia de la especie por una sola estación y condición de exposición (sol o sombra). Esto es de interés a la hora de evaluar pericias entomológicas.

En esta tesis, además de adultos, fueron encontradas larvas que abundaron en la Descomposición Avanzada y en Restos durante el Otoño, y sólo en la última etapa durante la Primavera. Wolff *et al.* (2001) también reportaron larvas en el estado seco. Esto se podría relacionar con el hecho de que pueden alimentarse de larvas de dípteros y otros organismos de cuerpo blando (Geden and Axtell, 1988; Achiano and Giliomee, 2005), las cuales durante dichas etapas se suelen dispersar para pupar y además existen larvas de coleópteros necrófagos. Hasta ahora en Argentina, existía el reporte de una sola larva de Histeridae (Aballay, 2012), por lo que los resultados del actual trabajo son más satisfactorios. Estos datos junto con la escasa información existente sobre el desarrollo de las larvas de esta familia (Kovarik and Catherino, 2005), remarcan lo importante de realizar estudios de los ciclos de vida, de los estadios inmaduros que ayuden en las descripciones de las especies, en la determinación del PMI y otros temas.

2.B.4.4 Dermestidae

En este estudio, la familia Dermestidae estuvo representada por una sola especie, *D. maculatus*. Otros autores evidenciaron el mismo resultado (Lopes de Carvalho *et al.*, 2000; Mavárez-Cardozo *et al.*, 2005; Mise *et al.*, 2007; Barros de Souza *et al.*, 2008; Battán Horenstein and Linhares, 2011; Segura *et al.*, 2011).

Si bien Dermestidae se encontró durante todo el año, como se mencionó arriba, dominó durante la estación más fría. Iannacone (2003) encontró que los derméstidos fueron los más abundantes de las muestras en Invierno. En este trabajo, Dermestidae fue dominante desde el inicio del proceso de descomposición aumentando su dominio a medida que progresaba la descomposición hacia etapas finales. Barros de Souza and Linhares (1997) e Iannacone (2003) hallaron mayormente ejemplares en las dos últimas etapas. Otros autores encontraron a los derméstidos principalmente en la Descomposición Avanzada y/o Restos (Wolff *et al.*, 2001; Centeno *et al.*, 2002; Mise *et al.*, 2007; Segura *et al.*, 2011; Aballay, 2012). Quizás dicha asociación sea

porque *D. maculatus* prefiere un nicho estrecho para reducir la competencia con la actividad de los dípteros (Braack, 1987). A pesar que varios trabajos sugirieron que la llegada de los derméstidos al cadáver es tardía (Payne, 1965; Leclercq, 1978; Beranger, 1990), en este estudio arribaron en la etapa Hinchada. Esto concuerda con lo reportado por otros autores quienes mencionaron que los derméstidos son capaces de ocupar un cadáver en dicha etapa en bajo número, mientras que su abundancia aumenta hacia las dos últimas etapas (Smith, 1986; Braack, 1987; Byrd and Castner, 2009; Aballay, 2012). Esto podría relacionarse con resultados de laboratorio obtenidos por von Hoermann *et al.* (2011), los cuales sugirieron que los machos recién emergidos aparecen en cadáveres bajo determinadas condiciones antes del noveno día de descomposición, porque la diferenciación de la glándula feromonal y la absorción del precursor requieren de tiempo (el cual coincide con la maduración del esperma) antes de que las hembras receptivas sean atraídas (Levinson *et al.*, 1981).

La fuerte asociación de derméstidos con la estación invernal podría relacionarse con el hecho de que al haber menos larvas de moscas y al ser más largo el proceso de descomposición en Invierno, queden más tejidos corporales disponibles durante más tiempo. Por el contrario, en épocas cálidas una mayor presencia de larvas de Diptera podría consumir una biomasa de tejidos más grande, acotando la disponibilidad de alimento para los derméstidos. A este fenómeno también se podrían sumar otros factores como una rápida colonización y descomposición del cadáver. Catts and Haskell (1990) infirieron que un proceso largo de descomposición podría conducir a una mayor presencia de Dermestidae en un cuerpo. También otros autores indicaron que una alta humedad relativa y un tiempo de descomposición corto podrían evitar la presencia de un estado seco y por lo tanto, reducir la presencia de Dermestidae en el cadáver (Mise *et al.*, 2007). Más aún, una menor abundancia de Cleridae e Histeridae en Invierno podría haber disminuido la predación sobre los derméstidos.

En este estudio, las larvas de Dermestidae fueron más abundantes durante la estación invernal. Esto podría correlacionarse con la dominancia que ejercieron los adultos durante dicha estación. Las etapas de descomposición con más ejemplares, fueron las dos últimas. Esto podría estar asociado a la fuerte preferencia que tienen

las larvas por el sustrato seco, hueso y cartílago (Braack, 1987; Pérez *et al.*, 2005). El hecho que en Verano y Otoño se observaron larvas 4, 5 y/o 6 en la etapa Hinchada y Descomposición Activa, podría atribuirse a la presencia de algún resto animal en cercanías al cadáver empleado, es decir, que las larvas se habrían alimentado de otro animal muerto y concurren luego al cadáver experimental para completar su desarrollo. Esto podría ser semejante al movimiento de las larvas de dípteros (dispersión post-alimentaria), las cuales buscan un lugar para pupar u otra fuente de alimento si sus reservas de grasas aún no son suficientes para la pupación (Gomes *et al.*, 2006). Esto podría conducir a errores en la estimación del PMI, dado que la edad de las larvas indicaría un intervalo de tiempo mayor al del deceso. Aballay (2012) no registró ejemplares inmaduros durante el Invierno. Arnaldos *et al.* (2005) y Battán Horenstein and Linhares (2011) reportaron más ejemplares durante las últimas etapas de descomposición. Otros autores que no cuantificaron también observaron larvas en dichas etapas (Barros de Souza and Linhares, 1997; Castillo-Miralbés, 2001; Wolff *et al.*, 2001; Centeno *et al.*, 2002; Iannacone, 2003; Salazar-Ortega, 2008; Ayón, 2013).

2.B.4.5 Cleridae

Esta familia estuvo representada por una sola especie, *N. rufipes*. Lo mismo fue observado por otros autores (Barros de Souza and Linhares, 1997; Lopes de Carvalho *et al.*, 2000; Iannacone, 2003; Magaña *et al.*, 2006; Aballay, 2012).

De acuerdo a Byrd and Castner (2001), Kulshrestha and Satpathy (2001) y Triplehorn and Johnson (2005), es común encontrar a *N. rufipes* en áreas rurales y ambientes exteriores de zonas urbanas. Por lo tanto, cabría de esperar encontrarla en un ambiente periurbano como se hizo en el presente estudio.

En este trabajo, se registró la mayor abundancia de los cléridos durante el Verano, en las etapas de Descomposición Activa y Avanzada. Su dominancia se acotó a la Descomposición Avanzada y Restos; pero en Otoño, tales insectos también ejercieron dominio en la Descomposición Activa. Una alta abundancia y fuerte preferencia por los meses cálidos también fue mencionado por Battán Horenstein and Linhares (2011). Aballay (2012) menciona una asociación de *N. rufipes* a la Descomposición Activa durante el Verano y a la Descomposición Avanzada en Otoño. Mise *et al.*

(2007) describieron a la especie durante la Descomposición Avanzada y Restos en Primavera y Otoño, y en Restos durante el Verano e Invierno. En contraposición con otros autores que registraron cléricos en Invierno sólo durante la etapa Restos (Ashman, 1963; Braack, 1981; Gredilha *et al.*, 2005), en este trabajo, se observaron desde la Descomposición Activa hasta Restos.

Las observaciones realizadas en esta tesis, indicaron que estos escarabajos dominaron cuando la frecuencia relativa de estafilínidos o histéricos disminuyó. Los cléricos son considerados generalmente predadores pero hay algunas excepciones indicando que también pueden ser omnívoros, predando larvas de dípteros y de coleópteros, y comiendo tejidos de origen animal o humano (Ashman, 1963; Braack, 1981; Gredilha *et al.*, 2005).

Con respecto a los estadios larvales, en este estudio se observó una larva en la Descomposición Avanzada durante el Otoño. Tal vez, no se encontraron más individuos porque las larvas son difíciles de hallar dado que suelen ocultarse para formar cámaras pupales. De hecho, Barros de Souza and Linhares (1997) encontraron pequeñas cantidades de larvas. En cambio, Battán Horenstein and Linhares (2011) colectaron muchas larvas en las etapas tardías de la descomposición, quizás porque emplearon una trampa de Schoenly. Wolff *et al.* (2001) evidenciaron larvas durante las dos últimas etapas.

2.B.4.6 Staphylinidae

Los estafilínidos son considerados predadores de larvas de Diptera y otros insectos (Smith, 1986; Mise *et al.*, 2007; Salazar-Ortega, 2008), y algunos son parásitos de puparios de dípteros (Ashe, 2002). Estos hábitos podrían ser una de las causas de los resultados obtenidos en este trabajo. Los estafilínidos dominaron en las primeras etapas decreciendo su dominio a medida que el proceso de descomposición avanzaba, lo que también coincidió con el aumento de otras familias como Dermestidae durante el Invierno, Histeridae durante la Primavera y Cleridae durante el Verano y Otoño. Otros autores también indicaron que los estafilínidos colonizaron los cadáveres en la etapa Fresca e Hinchada (Johnson, 1975; Guarín Vargas, 2005; Liria Salazar, 2006; Martínez *et al.*, 2007; Olaya Másmela, 2008; Salazar Ortega, 2008;

Battán Horenstein *et al.*, 2012; Ayón, 2013). Además estos coleópteros mostraron prácticamente el mismo número de especímenes durante todas las estaciones, siendo más abundantes en la Descomposición Activa y la Avanzada. También, Barros de Souza *et al.* (1997) y Özdemir and Sert (2009) encontraron estafilínidos en todas las estaciones siendo predominantes durante la Descomposición Activa y la Avanzada. Por el contrario, Battán Horenstein and Linhares (2011) observaron a estos coleópteros en altas cantidades durante los primeras etapas en Verano y en Primavera. Esto en parte se observó en la experiencia de Otoño del presente estudio, registrándose a las etapas F+H y Descomposición Avanzada como las más abundantes.

Aleocharinae spp. y *Carpelimus* spp. fueron los estafilínidos más abundantes en estado adulto, secundadas por *P. flavolimbatus* y *C. maxillosus*. Esto difirió de lo hallado por Tabor *et al.* (2004, 2005) y Battán Horenstein and Linhares (2011). *Creophilus maxillosus* se encontró durante todo el año pero resultó más abundante en Verano. Tantawi *et al.* (1996) y Battán Horenstein and Linhares (2011) también hallaron dicha especie en las cuatro estaciones pero con una mayor frecuencia en Invierno. Estos últimos autores la mencionan como representante de la familia, registrándola principalmente desde la Descomposición Activa hasta Restos. En esta tesis, se la encontró con mayor abundancia en la Descomposición Activa y la Avanzada. En este trabajo, *P. flavolimbatus* se registró durante todo el año, mientras que Ayón (2013) sólo lo hizo en Invierno y Otoño.

Pilonthus flavolimbatus constituye un nuevo registro de interés forense para la provincia de Buenos Aires; *Carpelimus* spp., *Haematodes* sp. y *H. bicolor* lo son para la Argentina.

En el presente estudio, larvas de Staphylinidae se registraron durante el Invierno, la Primavera y el Otoño, y en una etapa de descomposición distinta en cada estación. Por el contrario, Aballay (2012) sólo las registró en Otoño y otros autores las vieron a través de todo el proceso de descomposición (Payne and King, 1970; Goff and Catts, 1990; Battán Horenstein and Linhares, 2011). En general, las larvas se alimentan de huevos y larvas de dípteros, y otros organismos de cuerpos blandos (Geden and Axtell, 1988; Achiano and Giliomee, 2005), en el mismo hábitat que el de los adultos. Dada la escasa información que existe sobre el desarrollo de las larvas de esta familia

(Kovarík and Catherino, 2005), sería importante realizar estudios del ciclo de vida que ayuden en las descripciones de las especies, en la determinación del PMI y otros temas.

2.B.4.7 Nitidulidae

Nitidula carnaria fue la única especie registrada de la familia y la primera vez que se menciona a ésta en Sudamérica. Fue más abundante en Verano seguido de Invierno. En cambio, Kočárek (2003) y Battán Horenstein and Linhares (2011) registraron una mayor abundancia de esta familia en Primavera. Durante las experiencias llevadas a cabo en el presente trabajo, se encontraron nitidúlidos desde la Descomposición Activa hasta Restos, lo cual coincidió con Battán Horenstein and Linhares (2011).

Los nitidúlidos pueden alimentarse de los fluidos y exudados de la materia orgánica en descomposición, incluyendo tejidos vegetales o animales (Parsons, 1943; Hayashi, 1978; Adair and Kondratieff, 1996), siendo algunas especies omnívoras (Smith, 1986; Sánchez Piñero, 1997). Usualmente estos coleópteros llegan durante las etapas tardías de descomposición, particularmente cuando los restos están secos, conviviendo con los derméstidos (Payne and King, 1970; Olaya Másmela, 2001; Özdemir and Sert, 2009), lo cual también se observó en el presente estudio. El alimento, entre otras finalidades, es prerequisite para la producción de feromonas (Bartlett *et al.*, 1993; Bartlett and James, 1994) importante para la agregación y reproducción de estos coleópteros. De hecho en este trabajo, tres larvas se hallaron en un cadáver durante la Descomposición Avanzada en Invierno, en un área de putrúlagos con grasa y humedad. Esto coincide con otro trabajo de sucesión y descomposición realizado en Chile (Ortloff and Zanetti, comunicación personal). Además, Byrd and Castner (2001) indicaron que los nitidúlidos preferirían ambientes húmedos. Ortloff *et al.* (2012), no encontraron ejemplares en Verano. Es decir, que estas diferencias estacionales de la presencia de *N. carnaria* en una región de Chile, indicaría que dicha especie podría servir como bioindicador de uso forense.

2.B.4.8 Trogidae

En esta tesis, se halló a *O. batesi* y *P. gemmingeri*, ambas especies y la familia son nuevas menciones de importancia forense para la provincia de Buenos Aires. *Polynoncus gemmingeri* resultó ser la más abundante y frecuente, principalmente en las últimas etapas de descomposición. También Ayón (2013) y Battán Horenstein *et al.* (2012) registraron trógididos en dichas etapas. Esto se puede relacionar con su dieta que incluye principalmente queratina por lo cual se los encuentra entre plumas, pelaje, piel, materia fecal y cueros de cadáveres, y también de osamentas o esqueletos con poco tejido (Vaurie, 1962; Scholtz, 1990). Además de su alimentación, el hecho que pueden reproducirse en el sustrato alimenticio, les confiere importancia forense, por lo tanto, conocer su ciclo de vida sería de ayuda en la resolución de investigaciones criminales.

2.B.4.9 Tenebrionidae

En este trabajo, Tenebrionidae no presentó diferencias en ninguna de las fuentes de variación, es decir que no se vieron afectados por las etapas de descomposición y estaciones. Principalmente, se los observó durante todas las estaciones y desde el principio hasta el final de la descomposición. Quizás esto se relaciona con sus hábitos alimenticios ya que algunos se alimentan de materia animal muerta (Almeida and Mise, 2009).

En cambio, Centeno *et al.* (2002) no registraron tenebriónidos y Battán Horenstein and Linhares (2011) los colectaron durante el Verano en Restos. Asimismo, Ayón (2013) los registró durante la última etapa de descomposición. Por el contrario, Özdemir and Sert (2009) consideraron a los tenebriónidos como accidentales, lo cual queda descartado con los resultados hallados en esta tesis, donde se observó a estos escarabajos alimentándose del cadáver.

Las especies más representativas fueron *H. tentyroides*, *S. milliaris*, *G. platensis* y *S. muricatus*.

Tanto la familia como las especies *B. punctulatus*, *G. platensis*, *H. tentyroides* y *T. roigi* se reportan por primera vez asociadas a cadáveres en la provincia de Buenos Aires y *L. strangulata*, *S. clathratus*, *S. milliaris* y *S. muricatus*, en la Argentina.

2.B.4.10 Scarabaeidae

En este trabajo, Scarabaeidae fue más dominante en Verano durante la etapa F+H. Esto podría atribuirse principalmente a la participación de *C. ornatus bipunctatus*. Ciertamente, Ururahy-Rodrigues *et al.* (2008) vieron escarabajos necrófagos colonizar un cadáver desde el primer día.

Canthon ornatus bipunctatus y *Pseudocanthon* sp. fueron las especies prevalentes en los cadáveres, mientras que en las trampas, fueron *A. pseudolividus*, *A. platensis* y *A. militaris*, principalmente durante el Verano y la Primavera, desde la Descomposición Activa hasta Restos.

Las especies encontradas fueron coprófagas y sapronecrófagas. Cabe destacar que se registró a *C. ornatus bipunctatus* removiendo tejidos cadavéricos y armando especies de pelotas que movilizaban. Según Cambefort (1991), las del género *Ataenius* son básicamente saprófagas. La presencia de *A. chaconus* y *A. fodiens* en los cadáveres, quizás se deba a que los adultos de la tribu Phileurini (Dynastinae) son depredadores de larvas y adultos de coleópteros, y otros insectos.

Aphodius militaris, *A. pseudolividus*, *A. platensis*, *A. chaconus*, *A. fodiens*, *Degallieridium* sp., *C. ornatus bipunctatus* y *Pseudocanthon* sp. son nuevos registros de interés forense para la Argentina, y *Onthophagus* sp. y la familia para la provincia de Buenos Aires.

En este estudio, especímenes larvales no se encontraron en Otoño. El mayor número de larvas se observó durante el Verano y en Restos. Ciertamente, Wolff *et al.* (2001) colectaron ejemplares de tejidos secos. Esto podría relacionarse con el hecho de que las larvas se alimentan de carroña y pieles secas (Almeida and Mise, 2009). Esta es la primera vez que larvas de Scarabaeidae se reportaron en Argentina. Por sus hábitos reproductores y alimenticios, y el hecho de que servirían como indicador forense de la etapa Restos, resulta de interés poder conocer la biología de tales coleópteros así como el comportamiento de los estadios larvales.

2.B.4.11 Carabidae

La familia Carabidae se observó en Invierno desde la etapa Hinchada hasta la de Restos y en las otras estaciones, los especímenes se colectaron en uno o ambas de las siguientes etapas: F+H, Descomposición Avanzada o Restos. Scampini *et al.* (2002) encontraron carábidos durante el Invierno en todas las etapas.

La tribu más representativa fue Cyclosomini y en segundo lugar, Harpalini. Estos coleópteros fueron unos de los pocos que se encontraron en la etapa Fresca. *Tetragonoderus chalceus*, *T. laevigatus*, *S. (S) punctulatus*, *P. egenus*, *B. viduus*, *C. platensis*, *A. oblitus*, *N. posticalis platensis* constituyen nuevos reportes de interés forense para la Argentina.

En el presente trabajo, se vio a los carábidos alrededor de huevos, larvas, pupas y adultos de otros insectos por lo que se los consideró como necrófilos. Scampini *et al.* (2002) sugirieron que debido a su constante presencia y la abundancia de algunas especies, deberían considerarse como parte de la entomofauna carroñera, particularmente como predadores de larvas de otros grupos de insectos como Diptera. En contraste, Özdemir and Sert (2009) y Kočárek (2003) observaron a esta familia en carácter de accidental, lo cual sería opuesto a los resultados de Scampini *et al.* (2002) y este trabajo.

En esta tesis, también se colectaron larvas y al parecer es el primer reporte en Argentina. Las larvas se esconden durante el día y se alimentan durante la noche. La mayoría se alimentan de animales secos o muertos y otros insectos vivos como larvas de dípteros, coleópteros, entre otros (Almeida and Mise, 2009). Dado que se las halló durante el Invierno y Otoño, podrían servir como indicadores estacionales y además el hecho de haberse encontrado en distintas etapas, podrían utilizarse para la estimación de PMIs cortos como largos.

2.B.4.12 Anthicidae

En este trabajo, Anthicidae estuvo representada por una sola especie que no pudo determinarse dado la falta de claves y especialistas en el país. De hecho, Battán Horenstein and Linhares (2011) y Aballay (2012) también hacen referencia a especies de la familia las cuales no pudieron identificar.

El resultado obtenido en la estación más fría en el presente trabajo, podría deberse a que la experiencia de Invierno se solapó con la primaveral, dado que la mayor cantidad de ejemplares se capturó en los meses de Primavera. Al igual que en este trabajo, Battán Horenstein and Linhares (2011) registraron la familia durante todo el año. Fueron más abundantes desde la Descomposición Activa hasta Restos. Olaya Másmela (2001) los observó durante Restos, a pesar que usó otro biomodelo.

El hallazgo de esta familia en el actual trabajo, es el primero para la provincia de Buenos Aires.

2.B.4.13 Melyridae

El representante de esta familia fue *Astylus* sp.. Tanto la familia como la especie se reportan por primera vez en la Argentina asociada a cadáveres. Su presencia en los mismos podría deberse a que la mayoría de los adultos y larvas son predadores (Triplehorn and Johnson, 2005). Por lo tanto es importante ampliar los conocimientos sobre esta familia.

2.B.4.14 Archeocrypticidae

A diferencia de Aballay (2012) que encontró a *A. topali* en un cadáver a la sombra durante el Verano y la Primavera, en el presente estudio, se registraron ejemplares en las trampas colocadas alrededor de los cuerpos expuestos al sol, en Invierno y Primavera. Por lo tanto, Primavera podría ser una estación clave en el hallazgo de esta especie.

Los datos de esta familia y por ende de la especie mencionada son los primeros para la provincia de Buenos Aires.

2.B.4.15 Roles tróficos

Al evaluar la composición específica en los cadáveres, los resultados indicaron que la dominancia de los grupos va cambiando con las estaciones y etapas de descomposición. Se pudo inferir que durante el Invierno, a medida que el proceso de

descomposición progresaba, los necrófagos se volvían dominantes y los omnívoros aparecían, mientras que la proporción de los necrófilos disminuía. En Primavera, cuando el dominio de los necrófilos comenzó a disminuir, aparecieron los otros grupos, teniendo los necrófagos una mayor representación que los omnívoros. También, la disminución de los necrófilos pareció contribuir a una mayor frecuencia relativa de los omnívoros durante el Verano.

Estos resultados se contraponen con lo propuesto por Arnaldos *et al.* (2005) de que los omnívoros aparecen al mismo tiempo que los necrófilos, manteniéndose a través de las etapas de descomposición. Iannacone (2003) reportó que los necrófagos fueron más abundantes y con mayor número de especies, y le siguieron los necrófilos. Por el contrario, en este trabajo, ocurrió lo opuesto.

CAPÍTULO 3

COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS DE MUESTREO: CADÁVERES VERSUS TRAMPAS DE CAÍDA

3.1 Introducción

Este capítulo se desprende de los resultados presentados en el capítulo 2, obtenidos a partir de las dos metodologías de muestreo, cadáveres y trampas de caída, empleadas en el trabajo a campo.

Mayormente el estudio de la sucesión de insectos en cadáveres y la clasificación de los mismos, se ha hecho mediante la colocación de un animal muerto protegido de vertebrados carroñeros, el cual es visitado periódicamente. Entre los inconvenientes que presenta este método está el hecho que sólo la fauna presente en el momento de muestreo se colecta y por lo tanto una parte importante se pierde; otra desventaja se relaciona con la habilidad y experiencia que posea el colector. Esto podría llevar a una lista incompleta de taxones y dificultar la comparación con otros trabajos (Ordóñez *et al.*, 2008).

Una alternativa es usar trampas de caída. Esta metodología permite la obtención de distintos tipos de información, tales como: fenología (Topping and Sunderland, 1992); patrones de actividad (Ericson, 1978; Den Boer, 1981; Topping and Sunderland, 1992); asociaciones con hábitats (Honêk, 1988; Hanski and Niemelä, 1990) y rangos de distribución espacial (Barber, 1931; Niemelä, 1990; Giblin-Davis *et al.*, 1994); abundancia relativa de especies (Desender and Maelfait, 1986; Mommertz *et al.*, 1996); establecimientos de especies (Niemelä *et al.*, 1993); efectos de disturbio sobre la biodiversidad (Niemelä *et al.*, 1992; Pekár, 2002; Mazía *et al.*, 2006). Además, son útiles para obtener datos sobre la estructura de comunidades (Hammond, 1990; Jarosík, 1992) y en el programa de monitoreo de plagas (Kharboutli and Mack, 1993; Obeng-Ofori, 1993; Rieske and Raffa, 1993; Simmons *et al.*, 1998).

Es un método pasivo, económico, eficiente, fácil de manejar (Spence and Niemelä, 1994), de transportar y rápidas de instalar (Lemieux and Lindgren, 1999). El muestreo es continuo por lo cual elimina el sesgo de las técnicas que muestrean una sola vez

(Topping and Sunderland, 1992) y permite coleccionar grandes números de especímenes de manera simultánea de varios sitios y/o con distintos roles tróficos con mínimo esfuerzo, lo que resulta óptimo para la aplicación de análisis estadísticos (Spence and Niemelä, 1994). Además no depende tanto del observador (Pekár, 2002), lo que contribuye con la objetividad del método y en la realización de mejores comparaciones (Vennila and Rajagopal, 1999). Por otra parte, hay que tener en cuenta que este método depende de la eficiencia del trapeo, la actividad y la densidad de las especies (Curtis, 1980). Por ello algunos autores plantean al método como limitado para la estimación cuantitativa de los tamaños de una población (densidad o abundancia absoluta) o la comparación de comunidades (Greenlade, 1964; Ahearn, 1971; Mazía *et al.*, 2006). Además, la información puede ser sesgada: especies de gran tamaño pueden ser sobreestimadas (Spence and Niemelä, 1994; Arneberg and Andersen, 2003) o los sexos pueden ser sesgados en ciertos grupos taxonómicos (Topping and Sunderland, 1992). Aun así para Woodcock (2005), si bien pueden producirse sesgos, la mayoría de las especies son representadas en frecuencias que reflejan su verdadera abundancia relativa.

A pesar de las ventajas que posee el uso de las trampas de caída o sus variantes, pocos estudios sobre ecología carroñera y entomología forense involucrando cadáveres grandes de vertebrados, han incorporado dichos tipos de trampa (Centeno *et al.*, 2002; Archer and Elger, 2003; Shahid *et al.*, 2003; Battan-Horestein *et al.*, 2005, 2007). Estas son necesarias para entender la comunidad carroñera y así poder usar una mayor variedad de insectos en investigaciones forenses.

Los objetivos de este capítulo fueron:

- I. Comparar ambas metodologías (cadáveres y trampas de caída) para cada familia.
- II. Establecer si existe discrepancia (subestimación y sobreestimación) de la presencia de las familias por los métodos.

3.2 Materiales y métodos

La obtención de coleópteros cadavéricos se realizó por medio de los materiales, métodos y procedimientos descritos en el capítulo 2, sección 2.A.2.

Por un lado, se tienen datos de muestras de coleópteros cadavéricos tomadas diariamente mediante seis trampas de caída colocadas alrededor de un cerdo en descomposición, hasta sus últimas etapas. Y por el otro lado, se registraron los coleópteros cadavéricos que se hallaban sobre, debajo o en cercanías del cadáver.

Para llevar a cabo los objetivos de este capítulo, la información fue agrupada en principio, según las cuatro etapas de descomposición y familias de coleópteros descritos en los capítulos anteriores. Archeocryptycidae y Melyridae no fueron incluidas porque el número de presencias fue muy bajo (menos de un 5%).

Como en el capítulo 2, las unidades de muestreo consideradas fueron: Captura acumulada en las seis trampas alrededor del cuerpo y observaciones sobre, en o debajo del cadáver.

Las variables que se analizaron fueron:

T(flia)= abundancia de cada familia por unidad de muestreo del método "trampas" por día.

C(flia)= abundancia de cada familia por unidad de muestreo del método "cadáver" por día.

Como las unidades de muestreo de ambos métodos fueron diferentes, se utilizó una transformación que permitió comparar sus abundancias. La misma consistió en dividir por el máximo valor registrado para esa familia, con ese método en todas las muestras. Como el mínimo valor observado fue siempre "cero", el cociente que se definió fue equivalente a estandarizar por rango: máx-mín.

$$\text{Así: } \mathbf{RT(flia)} = \mathbf{T(flia) / \text{máx}\{T(flia)\}}$$

$$\mathbf{RC(flia)} = \mathbf{C(flia) / \text{máx}\{C(flia)\}}$$

Al considerar a cada estación del año con el subíndice "i", y a cada etapa de descomposición con el subíndice "j"; las observaciones de las trampas y de los cadáveres resultaron para una combinación "ij":

RT(flia)_{ij} y **RC(flia)_{ij}**, respectivamente.

Por último, se definió una medida de discrepancia entre ambos métodos para cada familia:

$$\Delta\text{TC}(\text{flia}) = \sum_i \sum_j \left[\frac{\text{RT}(\text{flia})_{ij} - \text{RC}(\text{flia})_{ij}}{\text{RT}(\text{flia})_{ij} + \text{RC}(\text{flia})_{ij}} \right]$$

De este modo, si para una familia en una observación "ij" las trampas detectaron la presencia de individuos y el muestreo del cadáver no, el término correspondiente agregó a la medida un "+1":

$$\left[\frac{\text{RT}(\text{flia})_{ij} - 0}{\text{RT}(\text{flia})_{ij} + 0} \right] = 1$$

A la suma de todos los términos de este tipo se llamó **A(flia)**, y representó la frecuencia con que se hallaron "presencias en trampas y ausencias en el cadáver". En cambio, si para una familia en una observación "ij" las trampas no detectaron la presencia de individuos y el muestreo del cadáver si, el término correspondiente agregó a la medida un "-1":

$$\left[\frac{0 - \text{RC}(\text{flia})_{ij}}{0 + \text{RC}(\text{flia})_{ij}} \right] = -1$$

A la suma de todos los términos de este tipo se llamó **B(flia)**; y representó la frecuencia con que se hallaron "ausencias en trampas y presencias en el cadáver". Además, si para una familia en una observación "ij" tanto las trampas como los cadáveres detectaron la presencia de individuos, pero con una diferencia a favor de las primeras; el término agregó una fracción positiva. Si la diferencia fue a favor de los segundos, fue negativa:

$$\text{si } RT(\text{flia}) > RC(\text{flia}) \Rightarrow \left[\frac{RT(\text{flia})_{ij} - RC(\text{flia})_{ij}}{RT(\text{flia})_{ij} + RC(\text{flia})_{ij}} \right] > 0$$

$$\text{si } RT(\text{flia}) < RC(\text{flia}) \Rightarrow \left[\frac{RT(\text{flia})_{ij} - RC(\text{flia})_{ij}}{RT(\text{flia})_{ij} + RC(\text{flia})_{ij}} \right] < 0$$

A la suma de todos los primeros términos de este tipo se llamó **C(flia)**; y a la suma de los segundos, **D(flia)**. Esto permitió una representación gráfica de cada uno de ellos como sigue (Figura 3. 1): se construye una especie de diagrama de cajas y brazos para cada familia, centrado en "cero", y con los límites de la caja ubicados a la altura **B(flia)** hacia los negativos y **A(flia)** hacia los positivos. El diagrama se completa con brazos de longitud igual al resto de los términos negativos: **D(flia)** hacia un lado, y los positivos: **C(flia)**, hacia el otro lado. Así, el largo total del diagrama (las sumas en valores absolutos) es una medida de discrepancia, y coincide con la distancia de Canberra (Lance and Williams, 1966).

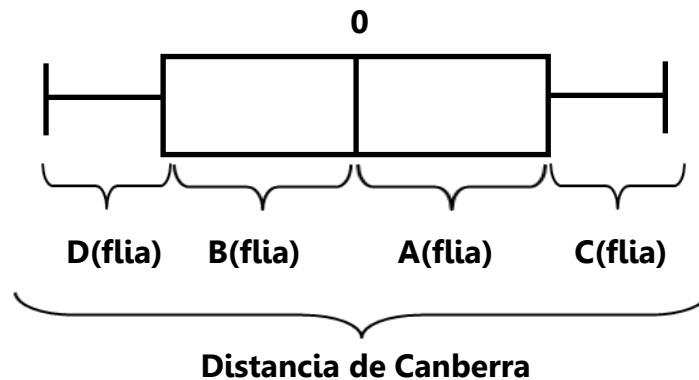


Figura 3. 1 Representación gráfica de los términos.

Para una mejor interpretación, esta medida se puede acotar entre "0" y "1" dividiendo por n^* : el número de observaciones sin "doble-ceros" (Lance and Williams, 1967). También se puede relativizar el sesgo (entre -1 y 1), con la misma corrección n^* , como se optó en este caso, dividiendo ΔTC por la distancia de Canberra.

3.3 Resultados

3.3.1 Subestimación o sobreestimación de la abundancia de cada familia debido al método de muestreo

Las medidas utilizadas en este capítulo permitieron obtener los siguientes resultados (Tabla 3. 1, Figura 3. 2): en la mayoría de las familias se observó una gran discrepancia (incluso las de menor frecuencia de aparición como Trogidae y Nitidulidae, llegaron a presentar valores relativos bastante elevados: 73% y 92%, respectivamente). El sesgo a favor de las trampas fue notable en Anthicidae, Tenebrionidae y Carabidae (especialmente en la primera, con un 95% de sesgo relativo). A favor del método de observación en cadáveres, se pueden considerar claramente a Dermestidae, Cleridae, Nitidulidae y Trogidae. Con Scarabaeidae sólo se observó una ligera sobrestimación por las trampas; mientras que las otras dos familias, Histeridae y Staphylinidae, no presentaron un sesgo apreciable.

Tabla 3. 1. Sesgo (ΔTC) y discrepancia (D. Canberra) entre los métodos Trampas versus Cadáveres para cada familia.

Familias	ΔTC	D. Canberra	n*	D. Canberra*	ΔTC^*
Anthicidae	26.61	27.92	32	0.872	0.953
Carabidae	14.99	33.01	39	0.846	0.454
Cleridae	-16.41	27.48	36	0.763	0.597
Dermestidae	-20.93	25.40	43	0.591	0.824
Histeridae	0.37	23.22	46	0.505	0.016
Nitidulidae	-14.25	20.20	22	0.918	0.705
Scarabaeidae	7.55	25.53	37	0.690	0.296
Staphylinidae	-4.05	23.61	48	0.492	0.172
Tenebrionidae	17.73	27.57	41	0.673	0.643
Trogidae	-7.26	16.14	22	0.734	0.450

n* es el número de observaciones sin doble-ceros

D. Canberra* es la discrepancia acotada entre 0 y 1

ΔTC^* es el sesgo acotado entre -1 y 1.

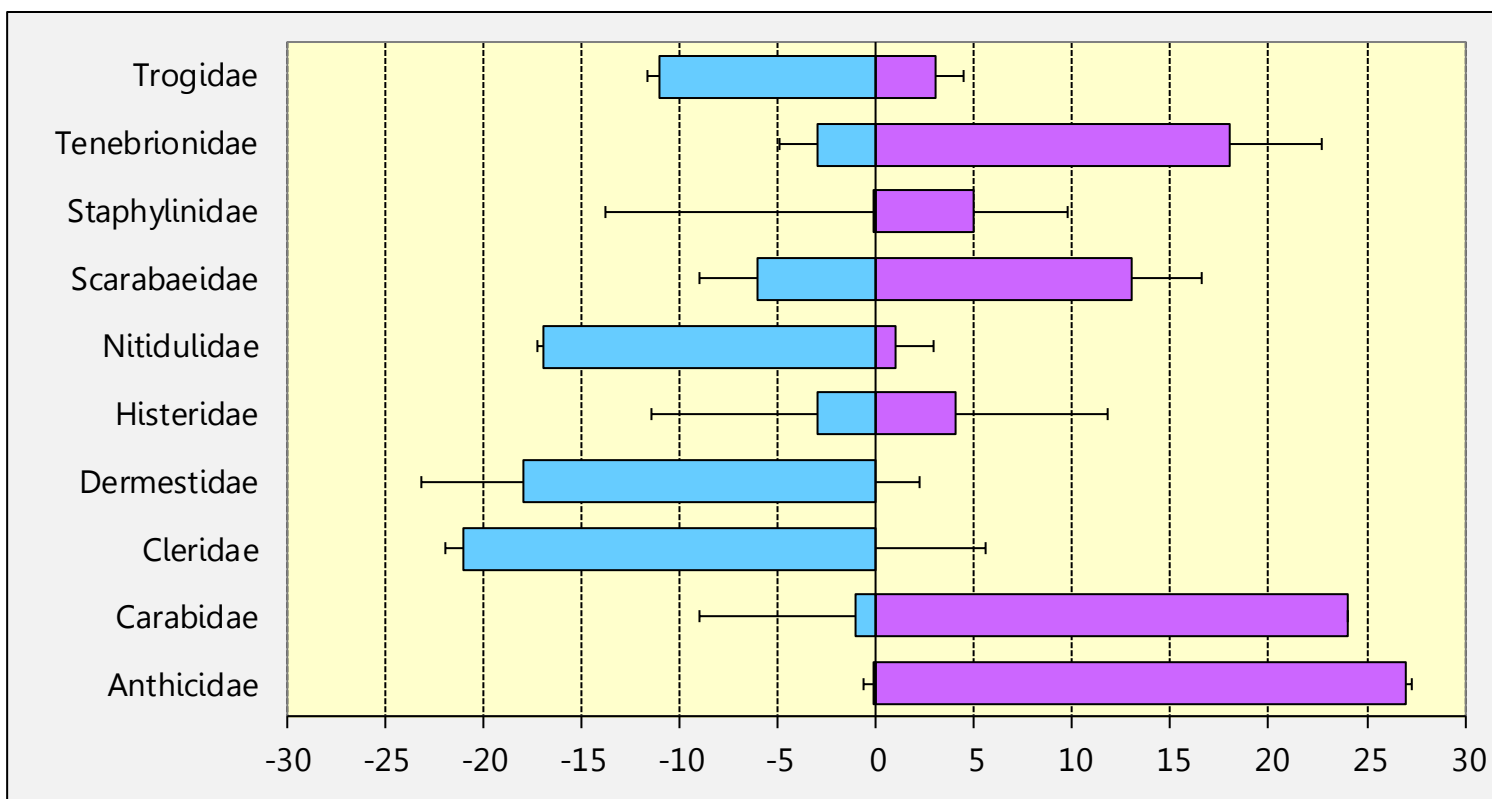


Figura 3. 2. Sesgo (asimetría de la caja con brazos) y discrepancia (longitud total de la figura) en la abundancia de cada familia de coleópteros cadavéricos hallados por cada método. Subestimación de las trampas (sobrestimación de cadáveres): sector negativo. Subestimación de cadáveres (sobrestimación de las trampas): sector positivo.

3.4 Discusión

Generalmente, las trampas de caída son mejores para el estudio de invertebrados con distintos roles tróficos y hábitats, y activos a nivel del suelo (Weeks and McIntyre, 1997; Standen, 2000; Prasifka *et al.*, 2007). Por lo tanto, son buenas herramientas para estudios de artrópodos caminadores y que se arrastran, especialmente aquellos que son activos de noche sobre la superficie, mientras que son menos eficientes para capturar artrópodos voladores (Geenslade, 1964; Adis, 1979; Topping and Sunderland, 1992; Spence and Niemelä, 1994; Mesibov *et al.*, 1995; Mommertz *et al.*, 1996; Standen, 2000; Ward *et al.*, 2001; Work *et al.*, 2002; Hansen and New, 2005; Leather and Watt, 2005; Woodcock, 2005). Esto podría explicar en parte, lo que se observó en el presente trabajo con Tenebrionidae y Carabidae, las cuales fueron capturadas mayormente en las trampas de caída. Estas familias comprenden en general organismos ápteros o con alas poco desarrolladas y de hábitos epigeos. Más aún, varios autores que realizaron estudios con dichas familias sugirieron a dicho tipo de trampa como método para muestrear las mismas (Wallin, 1985, 1986; Perfecto *et al.*, 1986; Halsall and Wratten, 1988; Tonhasca and Stinner, 1991; Niemelä *et al.*, 1992; Clark *et al.*, 1993, 1994; Kharboutli and Mack, 1993; Spence and Niemelä, 1994; Riddick and Mills, 1995; Henschel *et al.*, 2010). En el caso de Scarabaeidae, a pesar que muchas especies están adaptadas a volar, varias son copronecrófagas y sapronecrófagas que también son capaces de rodar sus recursos grandes distancias de la fuente principal, formando bolas pequeñas con parte de su alimento, y luego enterrarlas para servir como comida para las larvas (Halffter and Matthews, 1966; Hanski and Cambefort, 1991). Quizás, este desplazamiento favoreció el ligero sesgo de dichos escarabajos en las trampas de caída. Además Favila and Halffter (1997), sugirieron que el mejor método para estudiar la abundancia de estos coleópteros son las trampas de caída cebadas con materia fecal, frutas o cadáveres en descomposición. Respecto de Anthicidae, se sabe que son buenos voladores pero no hay mucha información sobre los miembros de esta familia, por lo que en este caso, la sobreestimación de los anthicidos en las trampas de caída, podría deberse al hecho de que son coleópteros oportunistas, es decir, que pueden alimentarse de pequeños insectos, polen o pequeños invertebrados muertos (Chandler, 1994), como

consecuencia, los artrópodos capturados por el método mencionado resultarían presas fáciles para los anthicidos.

Por el contrario, las familias Dermestidae, Trogidae y Nitidulidae, podrían haber resultado más abundantes en los cadáveres porque en general son buenos voladores y capaces de detectar la carroña a largas distancias (Colvin *et al.*, 2006; Canadian Grain Comision, 2009). Tal vez, una vez que localizan el sustrato necesario para llevar a cabo su alimentación y/o reproducción, estos coleópteros permanecen en o cercanías del cuerpo y por lo tanto, evitan desplazamientos que eventualmente los conduciría a las trampas de caída. Los derméstidos y trógidos son considerados miembros de la fauna necrófaga y además, capaces de reproducirse en la carroña (Payne and King, 1970; Smith, 1986; Deloya *et al.*, 1987; Schoenly *et al.*, 1991; Archer and Elgar, 1998). Nitidulidae comprende miembros omnívoros dado que los adultos pueden alimentarse tanto de la carroña como de presas (Smith, 1986; Sánchez Piñero, 1997). La familia Cleridae que incluye también buenos voladores, fue hallada mayormente en los cadáveres, y estuvo representada por *Necrobia rufipes*. Esta especie puede ser considerada omnívora, por lo tanto puede actuar como predadora de larvas de dípteros y coleópteros, así como consumidora de carroña (Reed, 1958; Ashman, 1963; Gredilha *et al.*, 2005). Según Gredilha and Lima (2007), dicha especie posee un ciclo que es dependiente del ciclo de vida de sus presas, por lo que su mayor ocurrencia en la carroña esta correlacionada con la abundancia de sus presas básicas (Kočárek, 2003).

En el caso de los estafilínidos e histéridos, éstos fueron encontrados de manera proporcional por ambos métodos. Estos son organismos principalmente necrófilos, que predan mayormente adultos, pupas y larvas de dípteros u otros insectos (Smith, 1986; Goff and Catts, 1990; Byrd and Castner, 1991; Tantawi *et al.*, 1996; Sánchez Piñero, 1997), o parasitan pupas de dípteros (Mise *et al.*, 2010). Además, también depositan huevos en los cadáveres o sus alrededores (Brundage, 2009). Por lo tanto, el hecho de contar con la fuente alimenticia y el sitio de reproducción, podría favorecer la observación de dichos insectos en los cadáveres. Pero también las larvas de dípteros son capaces de alejarse de la carroña hasta varios metros cuando la fuente alimenticia es consumida o bien para pupar, y además, evitar canibalismo, parasitismo o desecación, entre otros factores negativos para su supervivencia y

finalización del ciclo de vida (Levot *et al.*, 1979; Greenberg, 1990; Von Zuben *et al.*, 1996, 2001; Bartholo de Andrade *et al.*, 2002; Gomes *et al.*, 2005). De hecho en este trabajo, muchas larvas cayeron en las trampas de caída junto con otros insectos. Tal vez, por perseguir y cazar a sus presas u obtener presas fáciles (capturadas en trampas), los histéricidos y estafilínidos podrían tener la misma suerte que sus víctimas.

De acuerdo con el concepto de actividad-abundancia, la tasa de captura de las especies de invertebrados sería proporcional a la interacción entre su abundancia y actividad (Tretzel, 1954; Heydemann, 1957; Thiele, 1977). Es así que especies que son poco móviles pero ocurren en altas abundancias, quizás son subestimadas en las trampas comparadas con aquellas menos abundantes pero que son más activas (Woodcock, 2005). Algo similar podría ocurrir con los resultados presentados en este capítulo: considerando a las especies que fueron observadas mayormente en los cuerpos como especies poco móviles, en el sentido que no tienen la necesidad de moverse fuera del cadáver porque cuentan con los recursos necesarios, mientras que las más activas podrían asemejarse a aquellas capturadas principalmente en las trampas.

Además, los comportamientos de cada especie pueden influir en la tasa de captura de las trampas, independientemente de la actividad y densidad de distintas especies (Den Boer, 1981; Halsall and Wratten, 1988; Morrill *et al.*, 1990; Obeng-Ofori, 1993; Topping, 1993; Mommertz *et al.*, 1996). De acuerdo a Woodcock (2005), cada técnica de muestreo tiene sesgos que resultan de los comportamientos de cada especie. Esto influenciaría con qué frecuencia las especies entran en contacto con una trampa y como responden cuando la encuentra.

Por ello, es importante contar con información sobre el comportamiento y la actividad de las distintas familias y especies, la cual suele ser poco frecuente en la literatura (Halsall and Wratten, 1988).

CAPÍTULO 4

ESTUDIO BIONÓMICO DE LA COLEÓPTEROFAUNA CADAVÉRICA BAJO CONDICIONES CONTROLADAS

4.1 Introducción

Dado los roles que presentan los coleópteros carroñeros y las influencias que poseen en distintos ámbitos, como se mencionó en capítulos anteriores, y dado que poca es la información (en Argentina y en el resto del mundo), resultó de interés ampliar los conocimientos sobre ellos y sus ciclos de vida, lo cual a su vez sería de relevancia forense.

El tiempo de desarrollo de huevo a adulto es característico de cada especie. Anteriormente, se mencionó que varios son los factores que pueden influenciar el ciclo biológico.

Los objetivos de este capítulo fueron:

- I. Estudiar los ciclos vitales de *Dermestes maculatus*, *Necrobia rufipes* y *Nitidula carnaria*, especies integrantes de la fauna cadavérica del área de Bahía Blanca, a fin de establecer los tiempos de desarrollo total y para los diversos estadios inmaduros, en relación con diferentes temperaturas características de cada estación.
- II. Analizar las variaciones en tamaño, morfológicas u otros indicadores de variación temporal durante su ciclo vital, también en relación con la temperatura.

4.1.1 Biología de *D. maculatus*

El interés por la cría de derméstidos bajo condiciones controladas de laboratorio y en particular de *D. maculatus* De Geer (1774), comenzó por los daños que tales insectos ocasionan a productos almacenados a lo largo del mundo, entre otros:

cueros, pieles, colecciones de museos, materiales históricos, granjas avícolas, y la importancia económica y/o cultural que ello conlleva. Los daños son producidos por adultos y larvas al alimentarse, y también por estas últimas al momento de pupar (Clark, 1929; Hinton, 1945; Kritzinger, 1955; Shuttleworth and Galloway, 1961; Cloud and Collison, 1985). Además, son vectores de pebrina y dado sus hábitos alimenticios pueden esparcir ántrax (Hinton, 1945). También ocasionalmente pueden causar urticaria y reacciones alérgicas, incluyendo rinitis y asma (Rustin and Munro, 1984). Más aún como se mencionó en capítulos anteriores, es importante estudiar su biología bajo ciertas condiciones de cría dada su relación con cadáveres, y así aumentar el conocimiento básico para la realización de pericias entomológicas.

La dieta natural de estos insectos es rica en proteínas y lípidos, y poseen una gran adaptación a una dieta con altas cantidades de grasa (Cohen, 1974). Los insectos necrófagos requieren de colesterol o algunos de sus derivados cercanos de manera estricta. *Dermestes maculatus* no sintetiza ácidos grasos poliinsaturados ni los requiere para el desarrollo normal de una generación (Cohen, 1974).

En particular Bellemare and Brunelle (1950) remarcaron como interesante y útil estudiar los efectos de combinaciones de temperatura y humedad sobre el desarrollo de los estadios inmaduros de *D. maculatus*. Scoggin and Tauber (1951) reexaminaron la historia de vida de la especie bajo condiciones controladas detalladas y establecieron un fundamento para que sea comparable con resultados de futuros estudios sobre nutrición. Más adelante, Ede and Rogers (1964) estudiaron anomalías heredadas durante la embriogénesis de *D. maculatus*.

Algunos autores realizaron aportes sobre la biología de *D. maculatus* variando en muchos casos las condiciones de cría. Las dietas pueden influir sobre la morfometría de los estadios larvales, modificando la duración de los mismos (Kiritani, 1959; Zarka *et al.*, 2009). La salinidad puede prolongar el desarrollo larval y provocar la mortalidad a altas concentraciones, además de causar un descenso en el peso de los adultos y las larvas, reducir la fecundidad y la viabilidad de los huevos (Osuji, 1975). También debe considerarse que el fotoperíodo y las densidades de población pueden influir en la biología de *D. maculatus*. En el primer caso, los adultos muestran fototaxia negativa a la luz y las larvas pueden existir tranquilamente en la oscuridad, pero cuando la comida escasea se dirigen hacia la fuente de luz, posiblemente en

busca de otra fuente de alimento y refugio. En el segundo caso, tanto las bajas como las altas densidades tienden a prolongar el período de metamorfosis. Estos hábitos indican que pueden mantenerse en la oscuridad pero son necesarios una fuente de comida apropiada y un sitio de pupación para completar el ciclo de manera exitosa (Keeler, 1999).

Proveer agua a los cultivos es importante dado que mejora la producción de huevos y el período de oviposición (Dick, 1937; Taylor, 1964).

Shepard (1943) sugirió como esencial la humedad en los cultivos de especies de *Dermestes*. Largos períodos de pre-oviposición y oviposición de *D. maculatus* pueden ocurrir si la humedad del sustrato es baja (Ezenwaji and Obayi, 2004). Se ha observado que los adultos poseen una mayor preferencia por una alta humedad que las larvas (Toye, 1970).

Puede suceder que las especies de *Dermestes* entren en diapausa dentro de una cámara pupal si las condiciones climáticas no son favorables (Smith, 1986).

Para optimizar los cultivos debe evitarse el canibalismo y proveer lugares para la pupación. De lo contrario puede ocurrir una reducción de la masa corporal de los ejemplares, un retraso en la pupación, un incremento del riesgo de enfermedades o la muerte de los especímenes (Archer and Elgar, 1998).

La cría en laboratorio de la especie mencionada ha permitido obtener información sobre la biología, la morfología, el desarrollo a distintas variables (temperatura, humedad, fotoperíodo, tipo de alimento) y otros temas. Tenerlos en el laboratorio permite la provisión de insectos para: la evaluación de insecticidas (Turner, 1950; Dyte *et al.*, 1966; Budowski *et al.*, 1967; Don Pedro, 1985; 1989; Keeler, 1999; Owoade, 2008; Abdullahi *et al.*, 2010; Akinwumi and Akinwumi, 2011; Lord, 2011), u otras estrategias que actúan como insecticidas (Boeke *et al.*, 2001; Ashamo and Ajayi, 2003); el estudio de diversos patrones del comportamiento (Levinson *et al.*, 1978; Abdel-Kader and Barak, 1979; Rakowski *et al.*, 1981; Rakowski, 1988; Levinson and Levinson, 1995; Archer and Elgar, 1999; Jones and Elgar, 2004; McNamara *et al.*, 2008), entre otros objetivos que uno se plantee.

4.1.2 Biología de *N. rufipes*

Los cultivos de *N. rufipes* se iniciaron por los mismos motivos que *D. maculatus*.

Necrobia rufipes infesta carnes que son secadas por evaporación durante períodos sin refrigeración y almacenamiento prolongado, o como resultado de ahumado prolongado o ambos (Simmons and Ellington, 1925). En un trabajo no publicado de Bovingdon y documentado por Munro (1966), se menciona que la especie es atraída por guano almacenado en establos por los ácidos esteárico y palmítico liberados por hongos que se desarrollan en dicho sustrato.

Algunos investigadores realizaron aportes sobre la biología de *N. rufipes*. Ashman (1963) observó que según el tipo de alimento, la humedad relativa y temperatura que se suministraba existía una variante en la oviposición y tasa de desarrollo. En presencia de salinidad al igual que ocurre con *D. maculatus*, el desarrollo de las larvas se prolonga y produce una disminución en el peso de las larvas y los adultos, la fecundidad y viabilidad de los huevos (Osuji, 1975). La vida promedio de las hembras es mayor que la de los machos (Bhuiyan and Saifullah, 1997). Hasan and Philips (2010) desarrollaron un protocolo de cría en el laboratorio que permite la obtención de grandes números de individuos y la disminución de canibalismo.

Al igual que con los derméstidos otros investigadores se interesaron en el control de esta especie. Akinwumi and Akinwumi (2011) demostraron que cierta mezcla de aceites vegetales produjo la supresión de la emergencia de larvas, probando ser eficaz como control de plagas en productos almacenados.

4.1.3 Biología de *N. carnaria*

En Sudamérica, pocos son los trabajos que mencionan la presencia de Nitidulidae en los cadáveres (Olaya Másmela, 2001; Oliva, 2001; Mise *et al.*, 2007). El primer registro de *N. carnaria* Schaller (1783) en Sudamérica fue realizado por Zanetti *et al.* (En prensa).

Poco es el conocimiento sobre los ciclos biológicos de los nitidúlidos, en especial de especies forenses. Datos sobre la biología de especies relacionadas con cadáveres bajo ciertas condiciones de cría, es de importancia para permitir una estimación del intervalo post mortem y otros patrones relacionados con la entomología forense.

4.2 Materiales y métodos

4.2.1 Establecimiento de las colonias de *D. maculatus*, *N. rufipes* y *N. carnaria*

Los cultivos de las tres especies se iniciaron en 2010 en el bioterio del Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional del Sur. Estos se obtuvieron a partir de adultos recolectados en los ensayos de descomposición y sucesión explicados en el capítulo 2. Estos insectos consistieron en la F₀. Las cruces se realizaron entre adultos de la misma generación.

En esta primera etapa se criaron a los ejemplares a una temperatura de 25°C ± 3°C, humedad relativa de 54 ± 5% y fotoperíodo de 12:12 h (Luz:Oscuridad). El cultivo se mantuvo en estufa eléctrica que generó la temperatura constante deseada; la humedad se creó con un recipiente de agua colocado en su interior y el fotoperíodo se logró por medio de una lámpara de bajo consumo que proyectaba luz blanca, conectada a un reloj mecánico.

Se utilizaron contenedores plásticos de diferentes dimensiones de acuerdo a la cantidad de individuos: 12 cm de alto × 10 cm de diámetro; 30 cm de largo × 10 cm de alto × 15 cm de ancho; 15 cm de largo × 15 cm de alto × 15 cm de ancho; y 30 cm largo × 30 cm de alto × 30 cm de ancho. Las tapas de los mismos se perforaron de modo que permitiera la entrada de aire pero no el escape de los insectos. Las pupas se separaron y dispusieron en los contenedores más pequeños. En todos ellos se colocó arena zarandeada como sustrato y algodón para proveerles refugio (Figura 4. 1).

Como fuente de agua se roció el algodón con agua destilada y luego se procedió de la misma manera cuando se observó que el ambiente dentro del contenedor se encontraba seco. En el caso de los derméstidos también se agregaron maderitas de álamo para brindarles otro refugio y principalmente otro medio donde pupar; en cuanto a los cléridos, se les proveyó exuvias larvales de derméstidos y cuerpos de moscas como otro sustrato para pupar.

Como fuente de alimento se usó carne vacuna con o sin hueso semi-hervida (durante 10 minutos en agua hirviendo) para minimizar la formación de hongos, ácaros y/o algún otro patógeno. Eventualmente si la carne se contaminaba era

retirada y repuesta, así como también cuando escaseaba. En el caso de los cléridos, además de la carne también se agregaron ocasionalmente, huevos y larvas de dípteros.

Una vez eclosionadas las larvas, si el espacio se tornaba insuficiente, se separaban los adultos y se colocaban en otro contenedor. Lo mismo se realizó con los ejemplares muertos y pupas (Figura 4. 2). Un aseo de los contenedores fue llevado a cabo cuando el olor a amoníaco o la humedad producto de lo mismo se intensificaba.



Figura 4. 1. Contenedor de cría de *D. maculatus*.



Figura 4. 2. Contenedor con pupas de *D. maculatus*.

4.2.2 Cría a diferentes temperaturas

Este estudio se realizó con *D. maculatus* dado que el cultivo de las otras especies no logro una descendencia suficientemente abundante como para realizar los experimentos a temperatura controlada.

El protocolo de cría que se describirá en esta sección fue el mismo que se utilizó para todas las experiencias a temperatura controlada. Inicialmente se comenzó con las temperaturas máximas dado que al parecer son las más óptimas para su desarrollo. Los valores de esta variable se establecieron luego de realizar un promedio de las temperaturas máximas del último decenio para la localidad, promediando las de los meses más representativos de cada estación: 24°C (octubre y noviembre, primavera); 30°C (enero y febrero, verano); 20°C (abril y mayo, otoño). Además, se estudió una temperatura promedio intermedia (27°C) a la calculada para la estación primaveral y estival, para registrar que ocurría ante una mayor o menor temperatura, respectivamente. Se planificó continuar con las mínimas, calculadas de la misma forma que las máximas, pero ya fuera del plan de tesis dado el tiempo requerido para los experimentos.

De la colonia se separaron pupas y luego se sexaron (Halstead, 1963) (Figuras 4. 3 a y b). Se tomaron 18 adultos (nueve de cada sexo) los cuales fueron separados en tres contenedores plásticos de 10 cm de largo × 8 cm de diámetro, conteniendo tres parejas cada uno. Al igual que en la colonia, se adicionaron 3 cm de arena y trozos de algodón que proveyeron un refugio y una fuente de agua, cuando estos últimos se rociaban con agua destilada. Se agregaron aproximadamente 3 g del mismo tipo de carne que se usó para la colonia, pesada en balanza ACCULAB 333.

Los contenedores se introdujeron en una incubadora OBSRAM para invertebrados a la temperatura a evaluar ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$), humedad relativa de $55,4 \pm 2\%$ y fotoperíodo de 12:12 h (Luz:Oscuridad). Los contenedores fueron controlados diariamente a fin de coleccionar huevos y cuantificarlos. Estos fueron retirados y colocados en otros recipientes plásticos para registrar la eclosión, lo cual también implicó la realización de observaciones diarias. Cuando esto ocurrió, se seleccionaron 100 larvas cuyo desarrollo también se siguió diariamente hasta adulto para chequear la duración total de desarrollo y los tiempos parciales de cada estadio de desarrollo. Cada larva

se colocó en un contenedor de 3 cm de largo × 1,5 cm de diámetro. Se suministraron $0,8 \pm 0,2$ g del mismo tipo de alimento que para adultos y cuando fue necesario se repuso. Como se explicó arriba, también se colocó un trozo de madera blanda para proveerle a la larva otro medio de guarida y donde pupar.

El resto de las larvas obtenidas se criaron para evaluar y establecer las variaciones temporales en el grado de desarrollo (longitud, ancho cefálico y peso seco), para lo cual se extrajeron 20 ejemplares de cada estadio (salvo cuando el número de individuos que mudaron a un determinado estadio avanzado fue menor al establecido) que fueron sacrificados y preservados con alcohol etílico 70%. La longitud del cuerpo de las larvas consistió en medir desde el último segmento abdominal hasta el clípeo, excluyendo las mandíbulas. También se midieron las pupas desde la cabeza hasta el último segmento abdominal. Para la medición de la longitud de las larvas se utilizó una Lupa ZEISS STEMI SV6 (con oculares micrométricos) y en el caso de las pupas se usó papel milimetrado. Las muestras de cada ensayo se pesaron con una balanza digital analítica SHIMADZU L200, previo secado a temperatura ambiente durante dos días.

Al llegar a pupa se determinó el sexo y separó individualmente como al inicio del experimento, para contar con adultos vírgenes para experiencias próximas.



Figuras 4. 3 a y b. Determinación del sexo en estado de pupa. **a.** Hembra; **b.** Macho.

4.2.3 Análisis Estadístico

Se aplicó estadística descriptiva: media, mediana, mínimo, máximo, Q1, Q3, error estándar y coeficiente de variación %.

En cada experimento, la duración de cada estadio larval y pupal se estableció siguiendo el desarrollo de cada ejemplar. Al período prepupal no se lo separó del último estadio larval. Cuando fue necesario, los últimos estadios se agruparon en uno sólo por razones prácticas dado el número de ejemplares.

Para visualizar la manera en que las larvas se distribuyeron a lo largo de su ciclo, y detectar posibles comportamientos resultantes de diferentes estrategias, se ordenaron de menor a mayor tiempo de duración total, colocando primero las que tienen como último estadio L5, luego las que terminan en L6 y así sucesivamente (sólo para las que completaron el ciclo hasta adulto). Esta información se presentó mediante gráficos de áreas.

Para evaluar si la duración de cada estadio (huevo, L1-L4, pupa) y la total del ciclo cambiaban con la temperatura, se aplicó la prueba Kruskal Wallis y se realizaron comparaciones de a pares siguiendo Conover (1980). Estos mismos test se emplearon para analizar, en cada temperatura, la duración del desarrollo larval total en función del último estadio antes de pupar. La representación gráfica se hizo por medio de diagramas de cajas y brazos.

Para el estudio de la duración media del desarrollo larval total en función de la temperatura, y teniendo en cuenta la población antes de pupar, se ajustaron distintos modelos (todos ellos con no más de dos parámetros, debido a la cantidad de temperaturas disponibles).

Para el análisis de los parámetros morfométricos de las larvas se usaron los estadios con un $n=20$ ejemplares. Para cada temperatura, se emplearon modelos de ajustes lineales o linealizables (exponencial y potencial). Las rectas resultantes se compararon mediante análisis de la covarianza (ANCOVA). Esta prueba comprende dos hipótesis consecutivas: la primera es la igualdad de pendientes; y la segunda, la igualdad de ordenadas al origen ajustadas a la hipótesis anterior. Cuando alguna de ellas fue rechazada, se realizaron comparaciones de a pares con DMS al 5%. Las ecuaciones estimadas pueden tener ajustes estadísticamente paralelos y coincidentes, es decir, la misma pendiente y ordenada al origen o bien paralelos no coincidentes, esto significa que tienen la misma pendiente pero distinta ordenada al

origen. En el caso de las pupas, se evaluó si la longitud de las mismas cambiaba con la temperatura por medio de la prueba Kruskal Wallis y se realizaron comparaciones de a pares siguiendo Conover (1980).

Todos los análisis estadísticos se hicieron usando InfoStat (versión 2011) FCA - Universidad Nacional de Córdoba (Argentina).

4.2.4 Estudio de la morfología externa de la larva madura de *N. carnaria*

Los especímenes se obtuvieron de acuerdo a lo mencionado en 4.2.1. Éstos se sacrificaron y conservaron en alcohol etílico al 70%.

Se examinaron cinco ejemplares de larvas maduras. No se pudieron extraer más individuos para no afectar el cultivo que tenía que ser utilizado para otros estudios.

La terminología empleada para describir las estructuras de la larva fue la de Carlton and Leschen (2007). El examen y las fotografías de los ejemplares se obtuvieron por medio de un microscopio estereoscópico binocular LEICA S6D conectado a una cámara digital SONY AGO09. Se realizaron dibujos con un microscopio Olympus CH20 con un accesorio de dibujo tubular Olympus.

4.3 Resultados

4.3.1 *Dermestes maculatus*

4.3.1.1 Generalidades

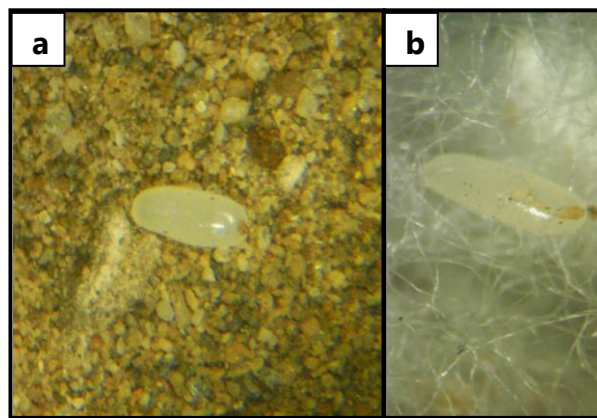
Se logró establecer una colonia de *D. maculatus* bajo condiciones controladas de laboratorio, las cuales fueron mencionadas en la sección Materiales y Métodos. Se obtuvieron más de 30 generaciones.

Los huevos fueron depositados por los adultos en el sustrato arenoso, adheridos a hebras de algodón o piedritas del sustrato (Figuras 4. 4 a y b). A medida que avanzaba el desarrollo del embrión se observó la aparición de hileras de largas setas curvadas y de color marrón-rojizas, desde el extremo posterior al anterior del cuerpo,

intensificándose dicha coloración al aproximarse el momento de la eclosión, tiempo en que además aparecieron las manchas oculares a cada lado (Figuras 4. 5 a y b).

Las larvas utilizaron distintos sustratos y materiales no sólo para refugiarse sino también para pupar. Entre ellos: arena, algodón, madera, carne (Figuras 4. 6 a, b, c, d y e).

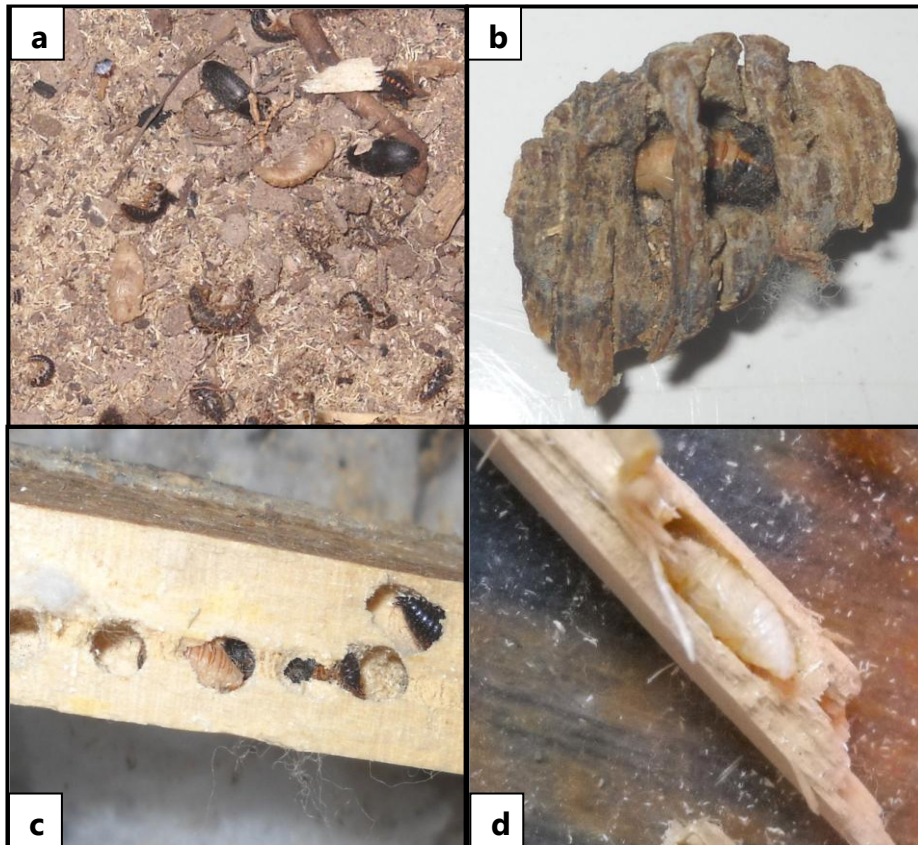
Se vio que a medida que una pupa se va transformando en adulto, ocurre un cambio de coloración: las uñas, patas y mandíbulas adquieren un color marrón. Luego le siguen las alas y la cabeza (4. 7a). Posteriormente, aumenta y oscurece la pilosidad de las alas y aparecen las manchas características del abdomen (4. 7b).



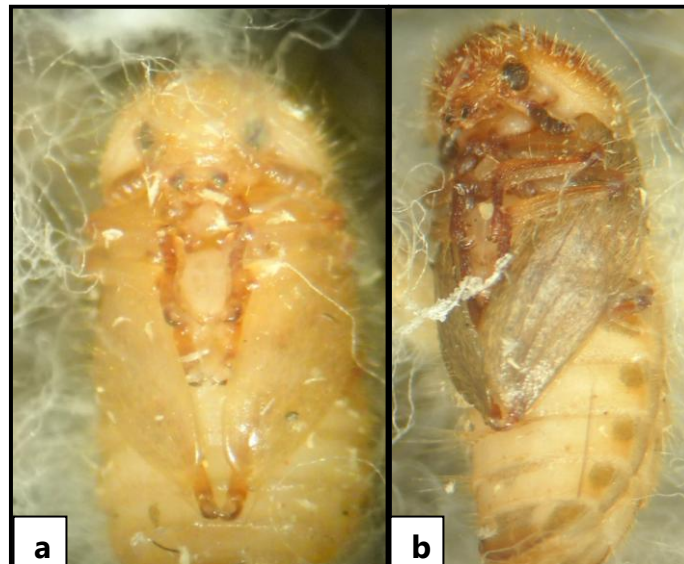
Figuras 4. 4 a y b. Huevos de *D. maculatus* depositados en sustrato arenoso, algodón, adheridos a piedritas.



Figuras 4. 5 a y b. Embriones avanzados. Aparición de manchas oculares (flecha) e hileras de setas marrón-rojizas del extremo posterior al anterior.



Figuras 4. 6 a, b, c y d. Pupas de *D. maculatus* sobre distintos sustratos. **a.** En sustrato arenoso. **b.** En tejido vacuno. **c y d.** En madera.



Figuras 4. 7 a y b. Pupas en estado avanzado de desarrollo. **a.** Se ven los cambios en coloración. **b.** Se pueden observar cambios avanzados en el color, pilosidad en las alas y las manchas en el abdomen.

4.3.1.2 Desarrollo embrionario: tiempo de eclosión y período como huevo

En la experiencia de $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, el 95% de los huevos eclosionaron entre el séptimo y décimo día, ocurriendo el 44% de las eclosiones en el noveno día.

A $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, se observó que el 87% de los huevos eclosionaron entre el sexto y séptimo día. Casi la mitad de las larvas (49%) emergieron en el sexto día.

En el experimento de $27^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, el 88% de los huevos eclosionaron entre el quinto y sexto día, registrándose en este último, más de la mitad de las eclosiones (52%).

A $30^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, se contabilizó entre el cuarto y sexto día, un 83% de los huevos eclosionados. El 32% lo hizo en el cuarto día y el 36%, en el sexto.

La duración promedio empleada por la especie como huevo disminuyó con el aumento de la temperatura ($p < 0,05$) (Tabla 4. 1).

Tabla 4. 1. Duración promedio del desarrollo embrionario de *D. maculatus* registrado a diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Duración (Días)		
	Mínimo	Media	Máximo
$20 \pm 0,1$	5	5,84	6
$24 \pm 0,1$	2	3,83	5
$27 \pm 0,1$	2	2,95	3
$30 \pm 0,1$	2	2,25	3

4.3.1.3 Desarrollo post-embrionario: ciclo larval

El número de larvas que llegaron a adulto por experimento fue de: 77 a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$; 71 a $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$; 63 a $27^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$; 84 a $30^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. En la Tabla 4. 2 se muestran los sobrevivientes de cada estadio larval por experiencia. Los resultados obtenidos no demostraron que la temperatura sea un factor limitante en la supervivencia de las larvas.

Se encontró que a todas las temperaturas hubo siete estadios larvales, registrándose además en el experimento de $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, un octavo estadio larval.

Tabla 4. 2. Número de sobrevivientes de *D. maculatus* por estadio larval a distintas temperaturas de cría.

Temperatura (°C)	Estadios larvales							
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
20 ± 0,1	96	85	83	82	79	40	4	1
24 ± 0,1	95	89	81	79	74	28	1	0
27 ± 0,1	97	84	73	67	65	58	8	0
30 ± 0,1	96	85	84	84	84	41	1	0

Al evaluar la duración de los primeros cuatro estadios (L1-L4) a distintas temperaturas, se observó que la duración de cada estadio disminuyó con el aumento de temperatura ($p < 0,05$).

Contrariamente con el comportamiento unimodal que presentaron los primeros cuatro estadios, se halló que el estadio L5 constituyó un punto decisivo para el individuo, dado que el próximo paso a seguir era pupar o bien mudar al siguiente estadio larval. Lo mismo ocurre con los estadios posteriores L6, L7 y L8. En las Tablas 4. 3 (a, b, c y d) se muestra la estadística descriptiva sobre la duración de cada estadio, detallando además el camino que los individuos siguieron.

Tablas 4. 3 a, b, c y d. Duración de cada estadio larval y estrategia de *D. maculatus* a distintas temperaturas. **a.** 20°C ± 0,1°C; **b.** 24°C ± 0,1°C; **c.** 27°C ± 0,1°C; **d.** 30°C ± 0,1°C.

a	Estadios y estrategias	Duración (días)			
		Mínimo	Media	Máximo	n
	L1	2	5,125	9	96
	L2	4	6,87	17	85
	L3	4	7,24	15	83
	L4	5	7,79	11	82
	L5→P	15	20,56	34	39
	L5→L6	6	8,725	12	40
	L6→P	9	21,42	33	36
	L6→L7	7	10,00	13	4
	L7→P	17	19,67	23	3
	L7→L8	9	9,00	9	1
	L8→P	21	21,00	21	1

b	Estadios y estrategias	Duración (Días)			
		Mínimo	Media	Máximo	n
	L1	3	3,78	5	95
	L2	3	3,93	7	89
	L3	2	3,15	5	81
	L4	3	4,05	8	79
	L5→P	9	12,27	28	44
	L5→L6	3	4,27	6	30
	L6→P	10	13,08	22	26
	L6→L7	5	5,00	5	2
	L7→P	15	15,00	15	1

c	Estadios y estrategias	Duración (Días)			
		Mínimo	Media	Máximo	n
	L1	2	2,88	6	97
	L2	1	3,38	7	84
	L3	2	3,63	6	73
	L4	2	3,34	7	67
	L5→P	9	10,17	12	6
	L5→L6	2	4,36	6	59
	L6→P	7	10,00	17	49
	L6→L7	4	5,00	6	8
	L7→P	8	9,625	11	8

d	Estadios y estrategias	Duración (Días)			
		Mínimo	Media	Máximo	n
	L1	2	2,90	6	96
	L2	1	2,32	5	85
	L3	1	2,12	4	84
	L4	1	2,63	6	84
	L5→P	6	7,63	11	43
	L5→L6	1	2,76	4	41
	L6→P	3	7,125	10	40
	L6→L7	3	3,00	3	1
	L7→P	7	7,00	7	1

Al analizar la abundancia del último estadio larval antes de pupar para cada temperatura (Figura 4. 8), se registró que a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ y $30^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, los estadios L5 y L6 fueron los más abundantes. En la experiencia de $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ se encontró que L5 presentó un mayor número de ejemplares, mientras que a $27^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, el estadio L6 tuvo una mayor abundancia.

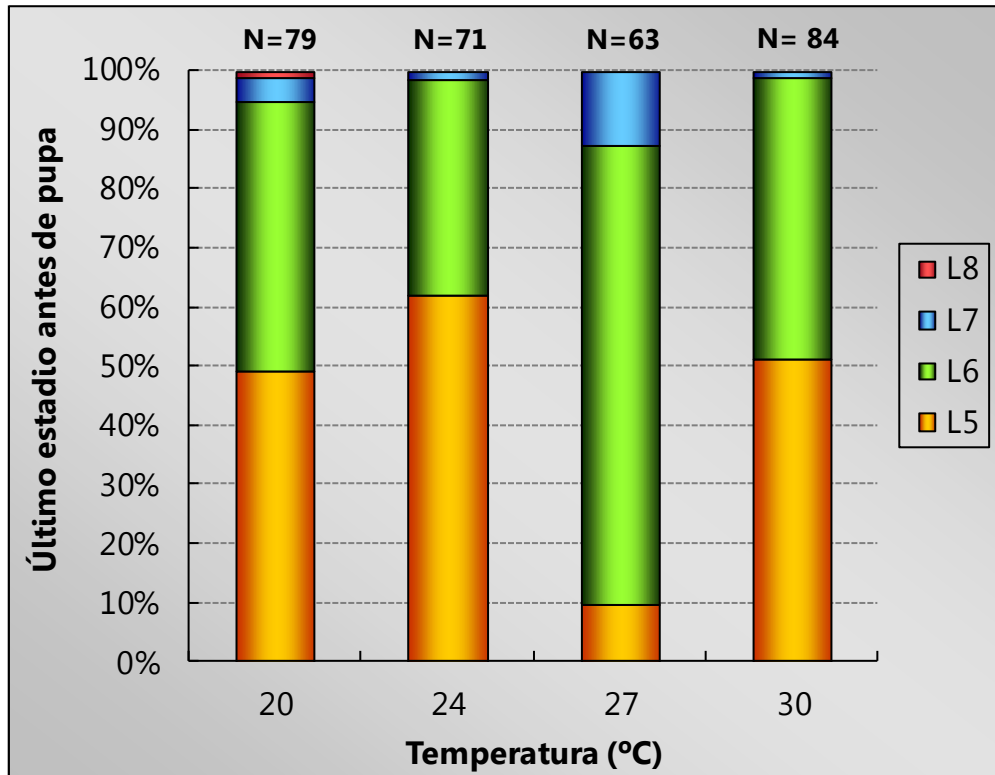
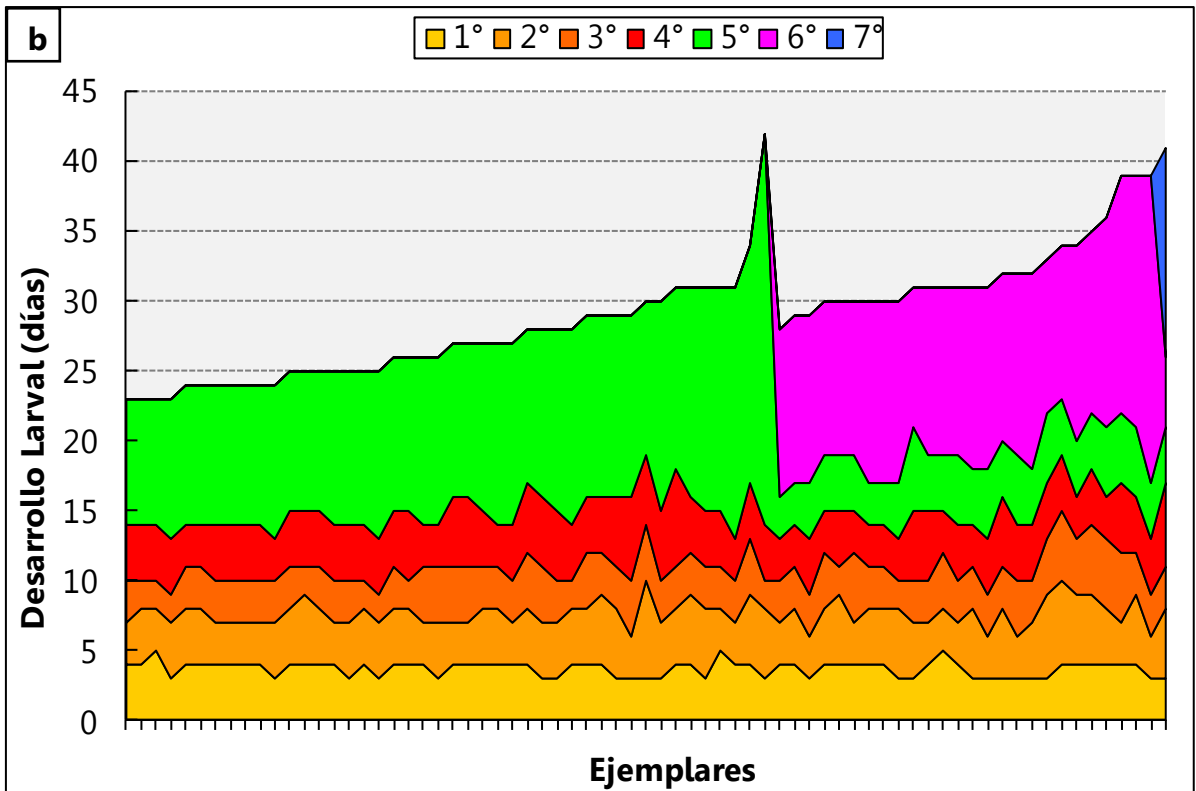
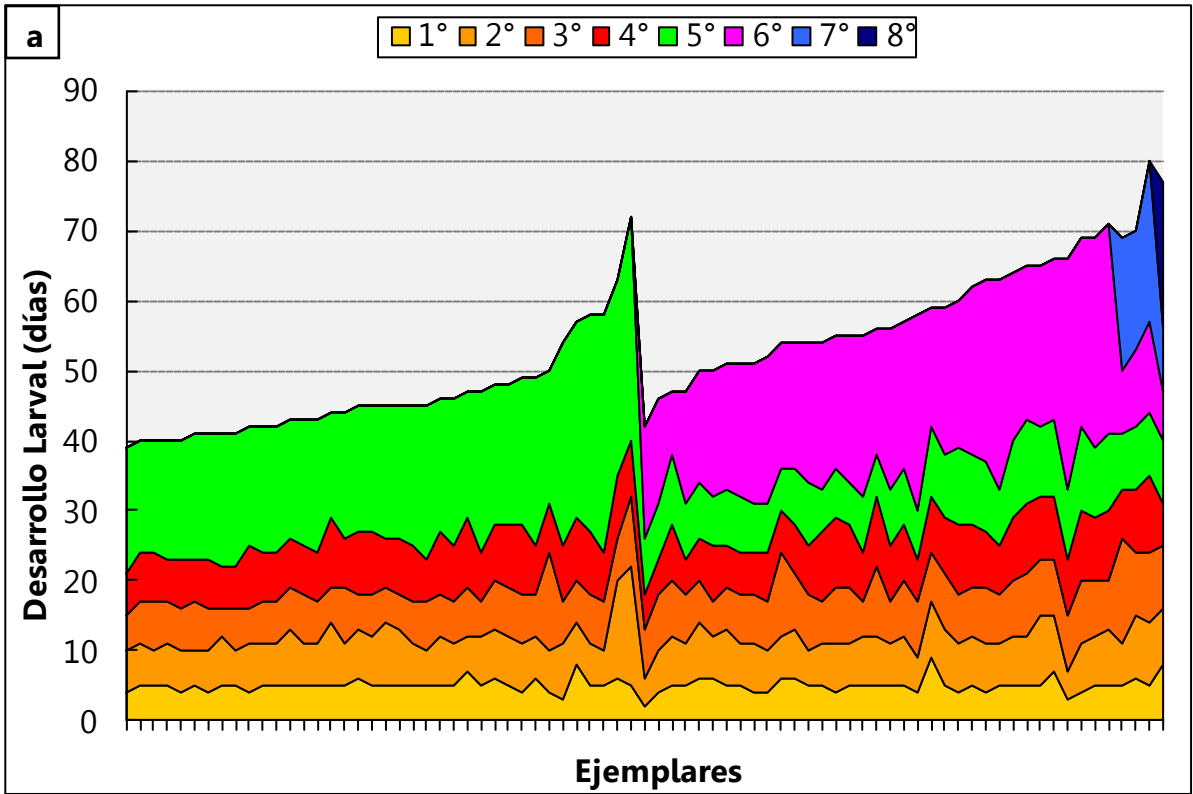
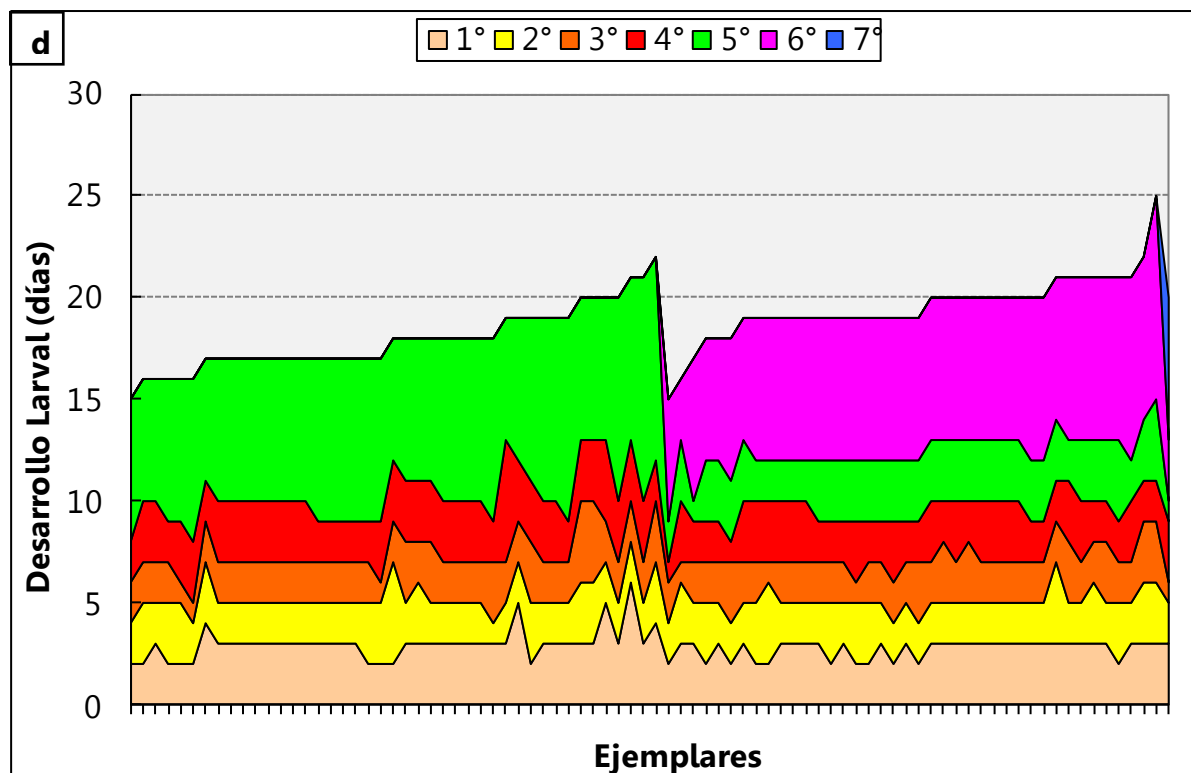
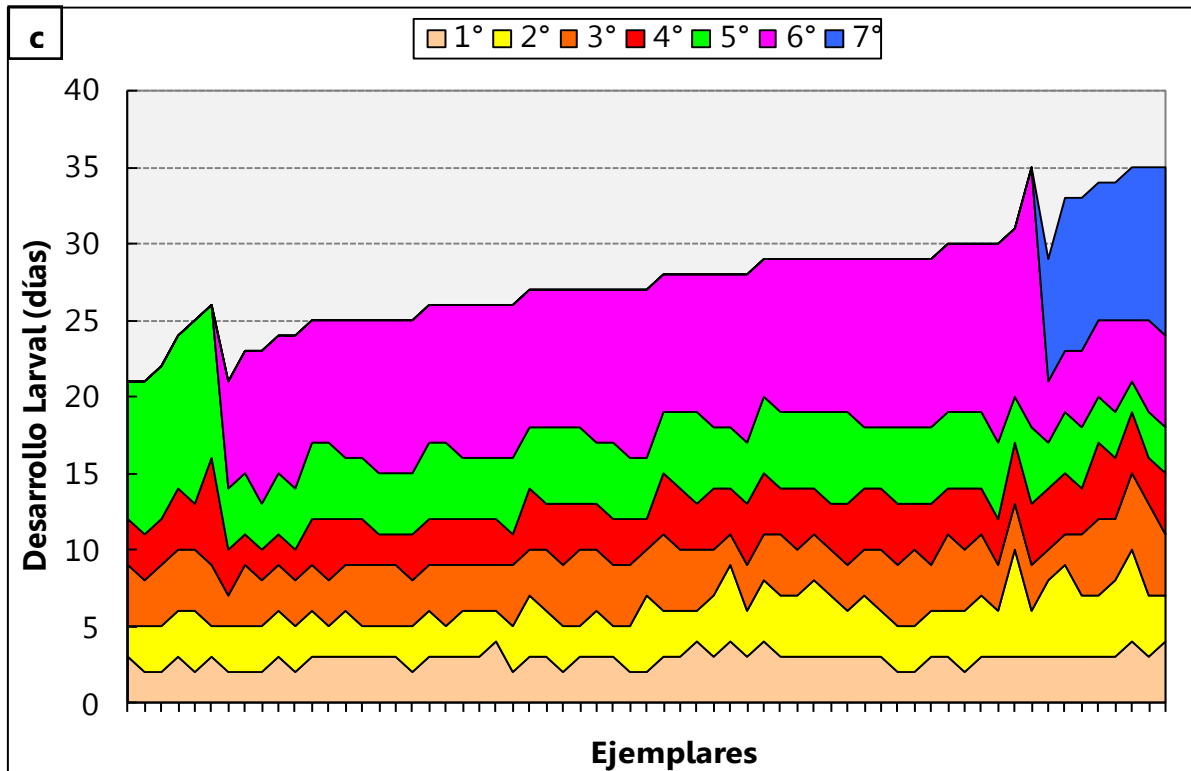


Figura 4. 8. Porcentaje de individuos en el último estadio larval expuestos a distintas temperaturas.

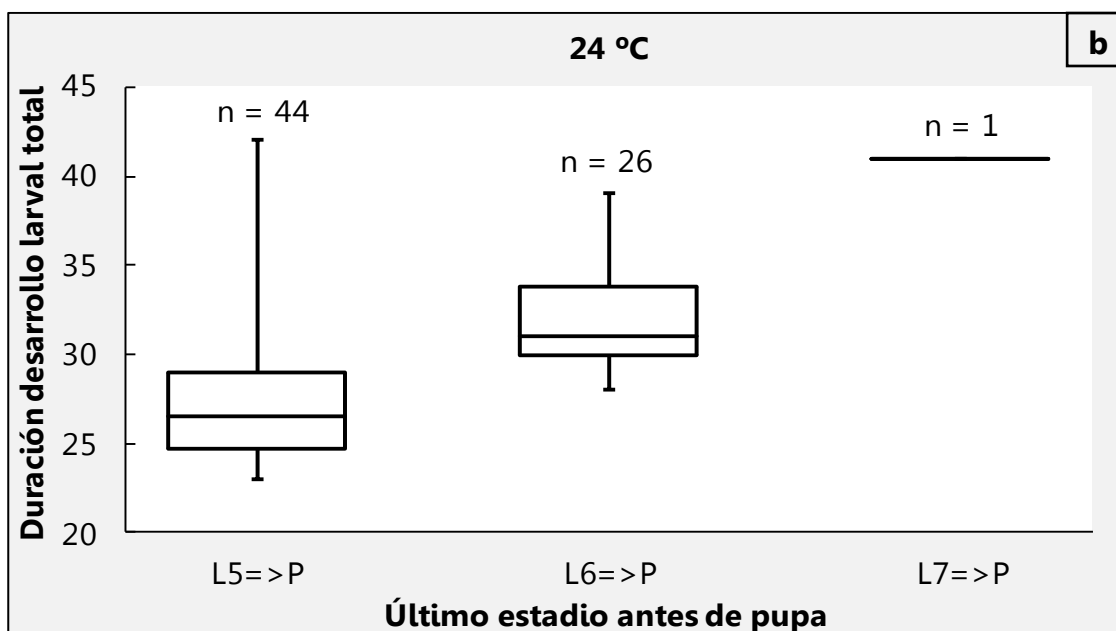
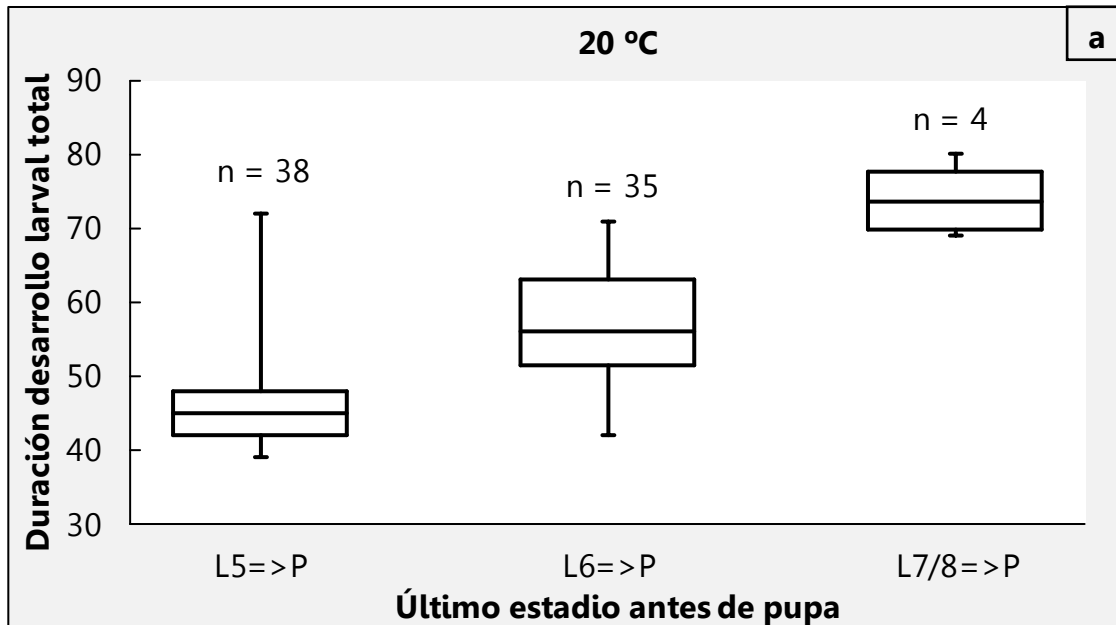
El hecho de haberse encontrado distintas estrategias que un individuo puede seguir a partir del quinto estadio, hizo sospechar sobre la existencia de varias poblaciones estadísticas. En las Figuras 4. 9 (a, b, c y d) claramente puede verse que a todas las temperaturas hay principalmente dos poblaciones, L5 y L6, aunque en diferentes proporciones según la temperatura. En la experiencia a $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, L5 fue la población predominante y a $27^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, lo fue L6. Esto también puede observarse en la Figura 4. 8. Una tercera población, L7, pudo destacarse principalmente a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ y $27^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

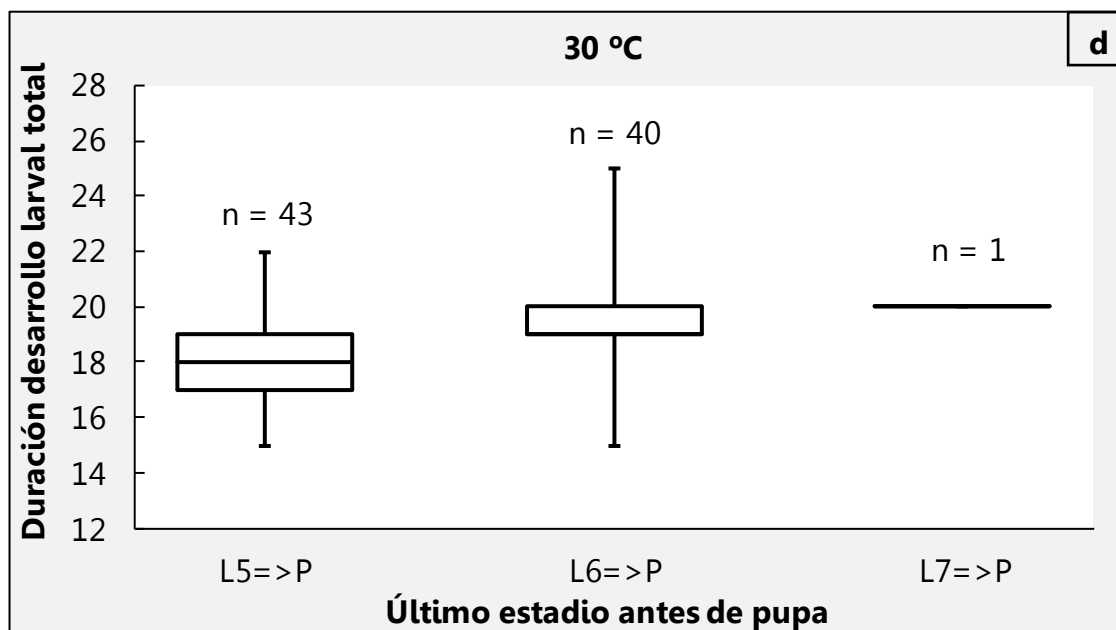
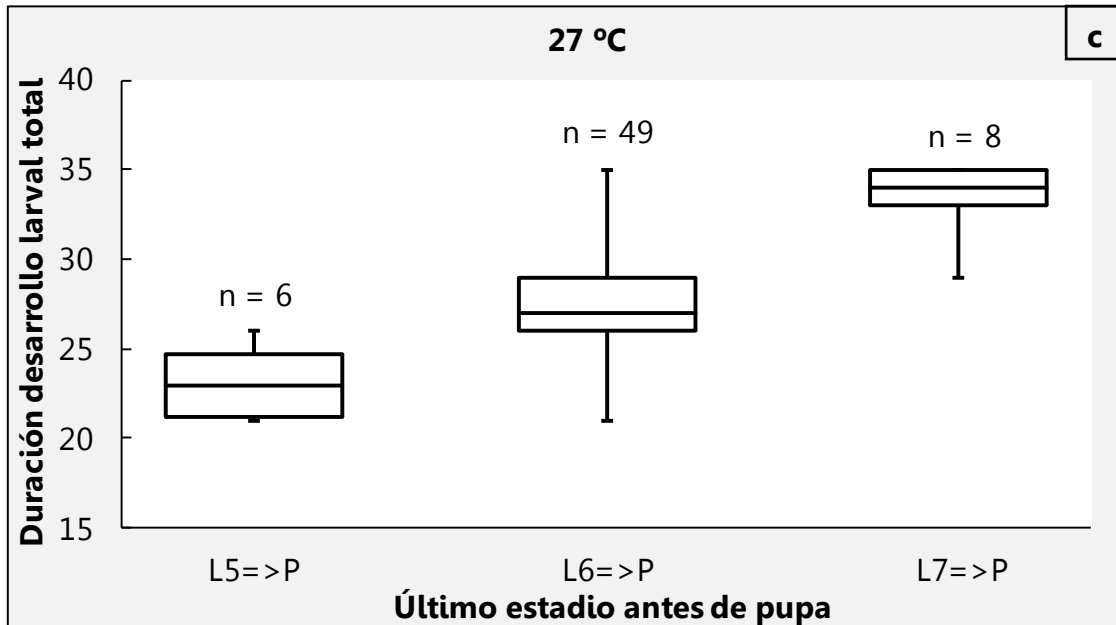




Figuras 4. 9 a, b, c y d. Duración de los estadios de cada ejemplar ordenados de menor a mayor tiempo total a diferentes temperaturas. **a.** 20°C ± 0,1°C; **b.** 24°C ± 0,1°C; **c.** 27°C ± 0,1°C; **d.** 30°C ± 0,1°C.

Los estadios previos al último antes de pupar fueron más cortos que este último (Figuras 4. 9 a, b, c y d). Sin embargo, a todas las temperaturas se encontró (Figuras 4. 10 a, b, c y d) que a mayor número de estadios, más largo fue el desarrollo larval ($p < 0,05$). No se manifestaron diferencias en la duración del último estadio larval antes de pupar entre las poblaciones estadísticas ($p > 0,05$), por lo que, el desarrollo larval no necesariamente dependió del tiempo empleado por dicho estadio larval.





Figuras 4. 10 a, b, c y d. Desarrollo larval total en función del último estadio larval observado a cada temperatura de cría.

A continuación se evaluó la duración media del desarrollo larval total en función de la temperatura y teniendo en cuenta la población. En la Figura 4. 11 si bien en las tres poblaciones se observa un descenso en el tiempo que tarda el desarrollo larval a medida que aumenta la temperatura, el ajuste no fue lineal. Se halló que el modelo

hiperbólico fue el que mejor ajustó en todas las poblaciones (Figuras 4. 12 a, b y c). La ecuación correspondiente a este modelo fue:

$$DL_{tot} = \frac{\alpha \cdot Temp}{\beta + Temp}$$

Los resultados indicaron que el parámetro de forma (β) es el mismo en las tres poblaciones, mientras que el de escala (α) va aumentando a medida que se tienen más estadios antes de pupa. Por lo que podría inferirse que cuanto más número de mudas ocurren, mayor es la duración del desarrollo larval.

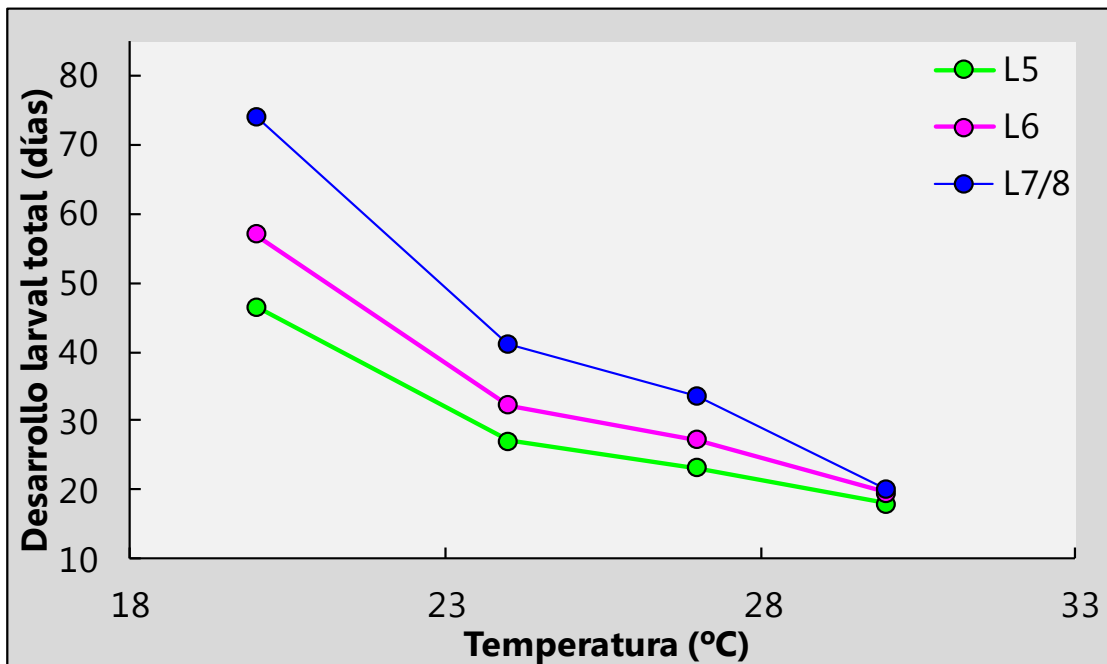
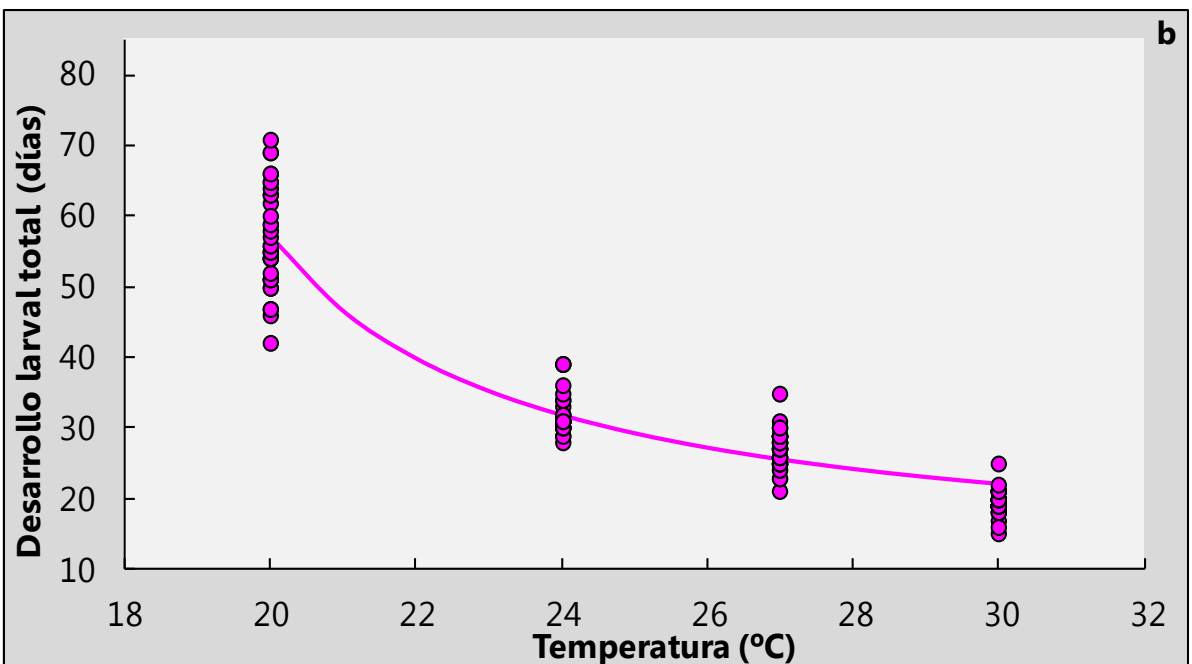
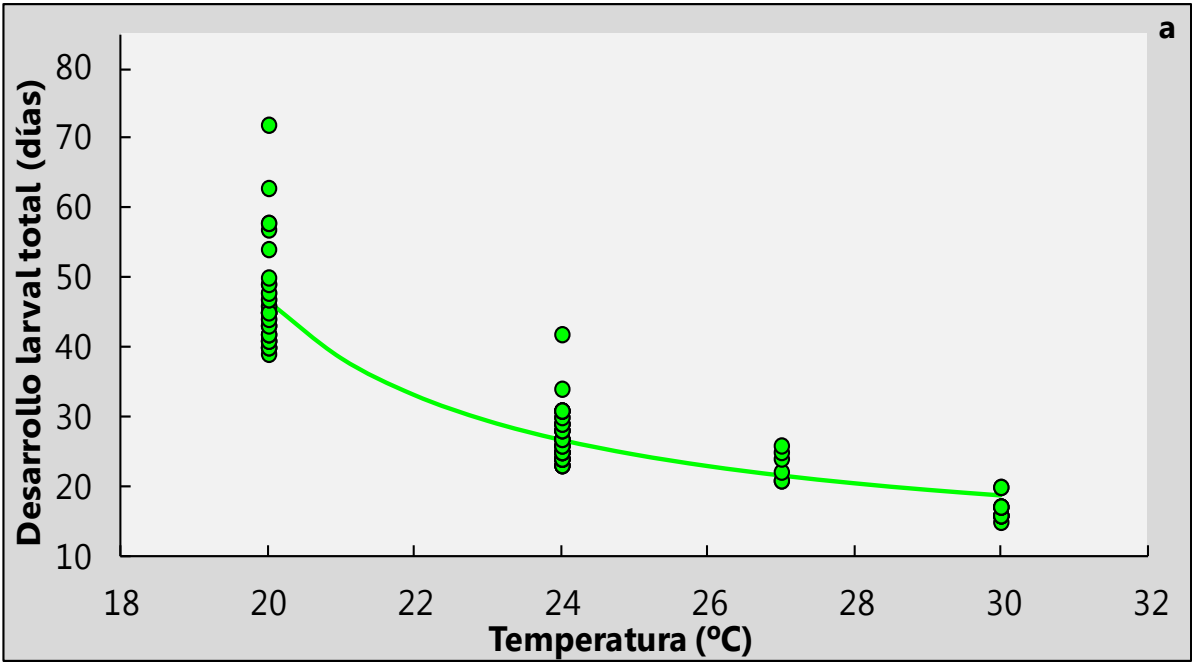
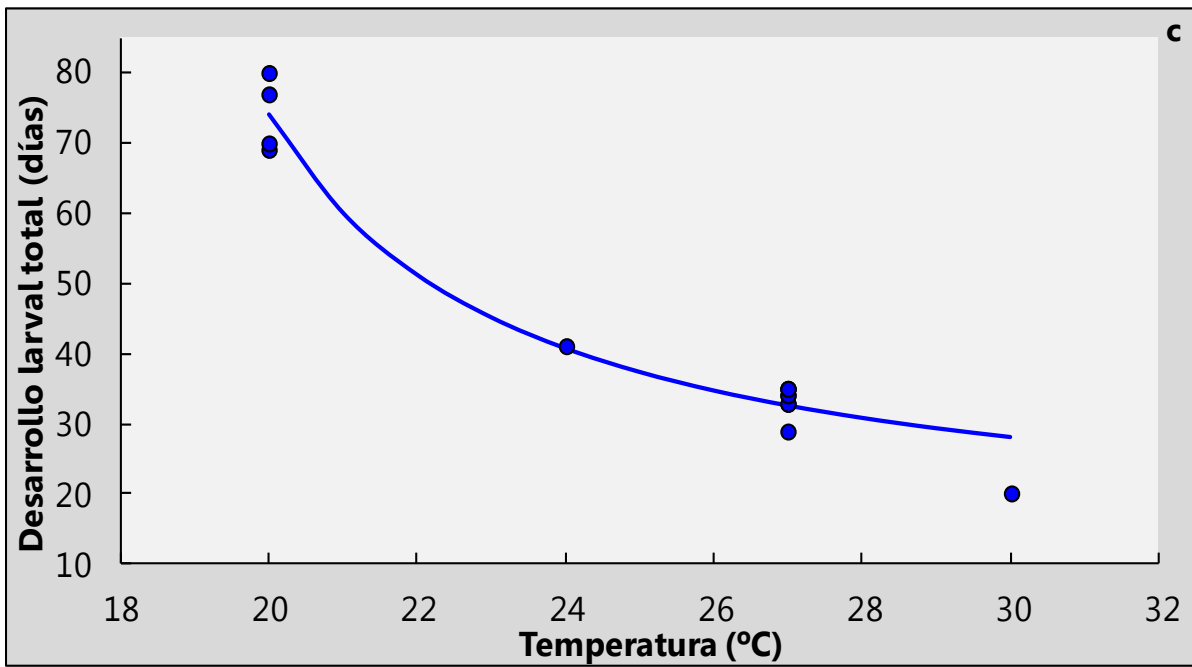


Figura 4. 11. Duración media del desarrollo larval total en función de la temperatura y teniendo en cuenta el último estadio antes de pupa (Población).





Figuras 4. 12 a, b y c. Ajustes del desarrollo larval en función de la temperatura y teniendo en cuenta la población. **a, b y c:** último estadio larval antes de pupar, respectivamente: L5, L6 y L7/L8.

A continuación se analizaron los parámetros morfométricos registrados de las larvas y se estudiaron las siguientes relaciones: longitud-ancho cefálico; longitud-peso.

En las Tablas 4. 4 (a, b y c) se muestra la estadística descriptiva de la longitud del cuerpo y el ancho cefálico de los estadios larvales de los cuales se pudieron coleccionar datos.

Tablas 4. 4 a, b y c. Estadística descriptiva de la longitud y ancho cefálico de cada estadio larval de *D. maculatus* obtenidos a las distintas temperaturas.

a							
20 (°C)	Longitud (mm)			Ancho cefálico (mm)			
Estadio	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	n
L1	1,9	2,7	3,55	0,5	0,55	0,6	20
L2	3,3	3,9	5,2	0,7	0,8	0,8	20
L3	5	5,9	7,45	0,98	1,03	1,1	20
L4	6,1	7	8,3	1,2	1,35	1,5	20
L5	7,9	9,3	10,9	1,5	1,7	1,9	20
L6	6	10,4	13	1,5	1,8	2,1	8
L7	8,5	9,6	10	1,3	1,98	2,5	4
L8	11	11	11	1,8	1,8	1,8	1

b							
24 (°C)	Longitud (mm)			Ancho cefálico (mm)			
Estadio	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	n
L1	1,56	2,38	3,03	0,45	0,475	0,53	20
L2	3	3,95	5,08	0,64	0,70	0,8	20
L3	4,64	5,55	7,01	0,79	0,95	1,16	20
L4	5,81	7,05	8,87	1,05	1,19	1,29	20
L5	7,91	9,02	10,57	1,24	1,47	1,62	20
L6	10,95	12,51	14,52	1,67	1,84	2,02	20
L7	12	13,57	15,00	2	2,01	2,02	4

c							
27 (°C)	Longitud (mm)			Ancho cefálico (mm)			
Estadio	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	n
L1	2,70	3,1	3,48	0,49	0,52	0,54	20
L2	3,24	4,34	4,95	0,64	0,71	0,78	20
L3	4,44	6,28	7,66	0,89	1,01	1,21	20
L4	7,02	7,71	8,87	1,05	1,21	1,37	20
L5	7,81	8,72	10,00	1,43	1,5	1,62	20
L6	10,12	11,14	12,62	1,43	1,70	2,02	20
L7	11	13,00	15	2	2	2	7

d	Longitud (mm)			Ancho cefálico (mm)			
30 (°C)	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	n
L1	2,14	2,70	2,93	0,43	0,49	0,55	20
L2	2,44	3,95	5,00	0,61	0,67	0,73	20
L3	4,27	5,67	6,41	0,79	0,92	0,98	20
L4	5,65	7,20	8,87	1,13	1,25	1,37	20
L5	8,07	9,32	10,48	1,37	1,54	1,69	20
L6	10	12,64	13,8	1,5	1,96	2,3	20

Cuando se estudió la relación longitud-ancho cefálico para cada temperatura se observó que la misma fue lineal, por lo que a mayor longitud se tuvo un mayor ancho cefálico. Luego al comparar las rectas no se hallaron diferencias entre las pendientes ($p > 0,05$). Sin embargo, las ordenadas ajustadas al origen difirieron entre sí ($p < 0,05$). Las comparaciones de a pares no detectaron diferencias entre las ordenadas ajustadas de las temperaturas $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, $27^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ y $30^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. En la Tabla 4. 5 se muestra la estimación de las ecuaciones según los resultados del ANCOVA. Las dos ecuaciones estimadas fueron estadísticamente paralelas no coincidentes. Por lo que se pudo interpretar que a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ las larvas presentaron un mayor ancho cefálico en relación a su longitud (Figura 4. 13).

Tabla 4. 5. Estimación de las ecuaciones de la relación entre la longitud y ancho cefálico de las lavas a distintas temperaturas, según los resultados del ANCOVA.

Temperatura (°C)	Parámetro	Estimación	ES
20	α	0,214	0,037
	β	0,150	0,004
24 - 27 - 30	α	0,093	0,033
	β	0,150	0,004

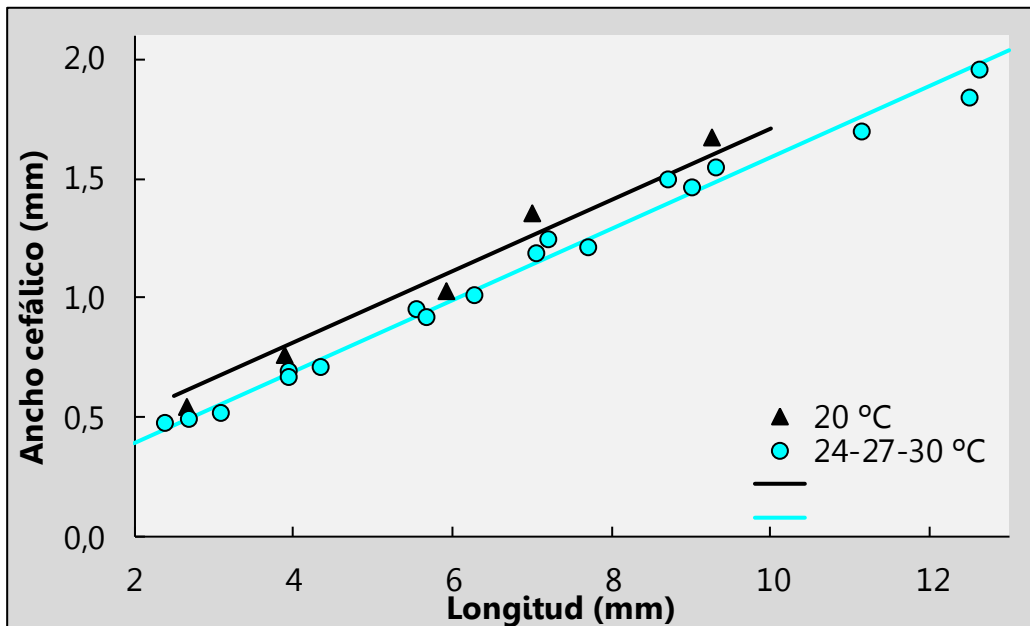


Figura 4. 13. Relación entre la longitud y ancho cefálico de las larvas a distintas temperaturas, de acuerdo a los resultados del ANCOVA.

Luego se evaluó la relación entre la longitud y el peso para cada temperatura. Los datos del peso de cada estadio se muestran en la Tabla 4. 6. Los resultados del modelo exponencial indicaron que a mayor longitud, las larvas tuvieron mayor peso. La comparación de las rectas mostró que las pendientes no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$), mientras que si lo hicieron las ordenadas ajustadas al origen ($p < 0,01$). Las correspondientes a $20^{\circ}\text{C} \pm 01^{\circ}\text{C}$ y $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ fueron diferentes de las ordenadas de $27^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ y $30^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ($p < 0,05$). Las dos ecuaciones estimadas fueron estadísticamente paralelas no coincidentes (Tabla 4. 7). Estos resultados mostraron que a bajas temperaturas las larvas presentaron un mayor peso en relación a su longitud (Figura 4. 14).

Tabla 4. 6. Peso medio (μg) de los seis primeros estadios larvales a distintas temperaturas.

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Estadios larvales					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
$20 \pm 0,1$	44	223	1.616	7.161	15.964	-
$24 \pm 0,1$	80	230	1.800	5.000	7.000	24.000
$27 \pm 0,1$	30,5	50	324	1.100	2.000	9.000
$30 \pm 0,1$	32,5	83	320	850	6.720	17.000

Tabla 4. 7. Estimación de las ecuaciones de la relación entre la longitud y el peso de las larvas a distintas temperaturas, según los resultados del ANCOVA.

Temperatura (°C)	Parámetro	Estimación	ES
20 - 24	α	-0,01	0,37
	β	4,23	0,20
	$k = (e^\alpha)$	0,99	-
27 - 30	α	-1,40	0,39
	β	4,23	0,20
	$k = (e^\alpha)$	0,246	-

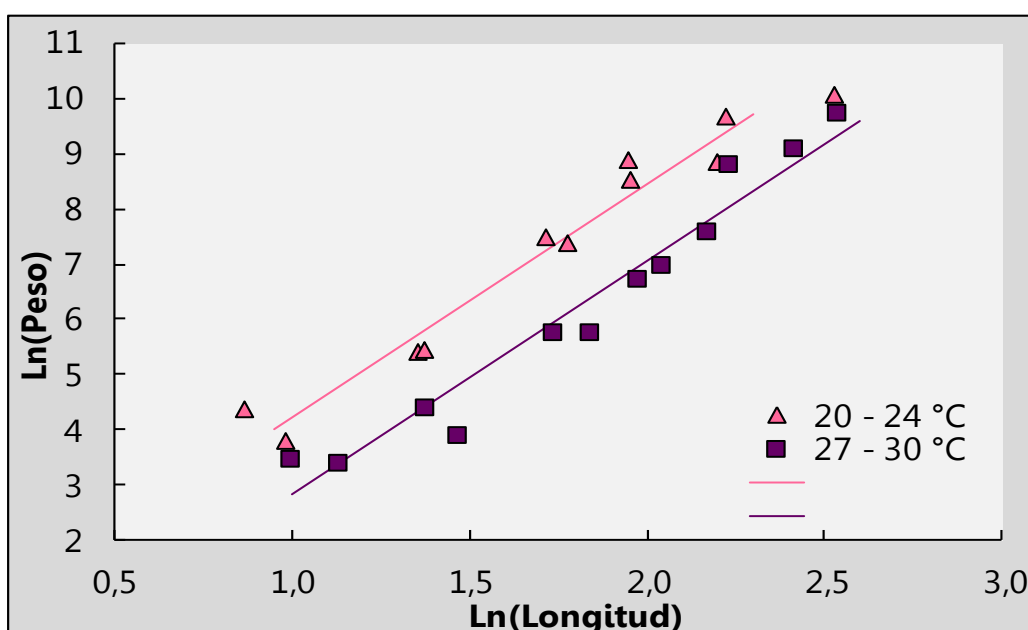


Figura 4. 14. Relación entre la longitud (mm) y el peso (μg) de las larvas a distintas temperaturas, de acuerdo a los resultados del ANCOVA.

Posteriormente, se estudió la relación longitud-estadio larval para cada temperatura. Por medio del modelo exponencial se encontró que a mayor estadio larval, mayor fue la longitud de los ejemplares. Al evaluar las pendientes ($p > 0,05$) y las ordenadas ajustadas al origen ($p > 0,05$), se halló que no hubo diferencias entre ellas (Tabla 4. 8). Las rectas de las cuatro temperaturas tuvieron ajustes estadísticamente paralelos y coincidentes. Por lo tanto, a distintas temperaturas la longitud de las larvas fue la misma (Figura 4. 15).

Tabla 4. 8. Estimación de las ecuaciones de la relación entre la longitud y el estadio larval a distintas temperaturas, según los resultados del ANCOVA.

Temperatura (°C)	Parámetro	Estimación	ES
20 - 24 - 27 - 30	α	0,79	0,041
	β	0,29	0,011
	$k = (e^\alpha)$	2,20	-

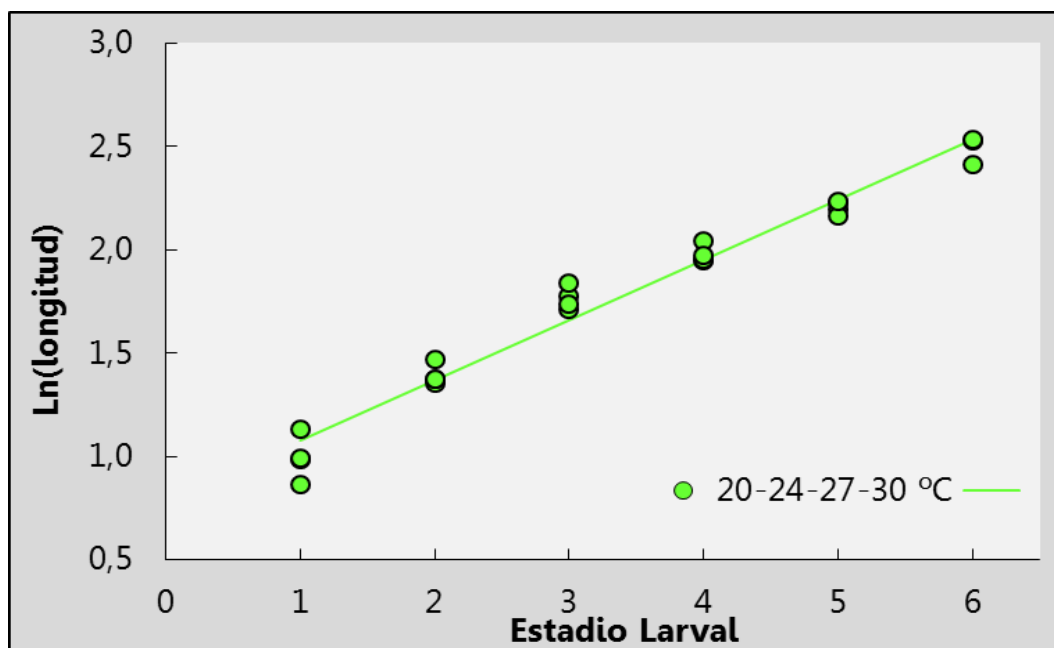


Figura 4. 15. Relación entre la longitud (mm) y el estadio larval (L1-L6) a distintas temperaturas, de acuerdo a los resultados del ANCOVA.

A continuación, se analizó la relación longitud-tiempo para cada temperatura. El ajuste con el modelo potencial señaló que a mayor tiempo transcurrido, más largos fueron los ejemplares. A través del ANCOVA se encontraron diferencias entre las pendientes ($p < 0,01$). Al realizar las comparaciones no se detectó que las pendientes de $20^\circ\text{C} \pm 0,7^\circ\text{C}$ y $27^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$ difirieran entre sí, y lo mismo ocurrió entre $24^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ y $30^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$ ($p > 0,05$). Las ordenadas ajustadas al origen de cada par de temperaturas mostraron diferencias ($p < 0,01$). Las cuatro ecuaciones estimadas se agruparon en dos pares con pendiente común, pero ambos paralelismos fueron no coincidentes (Tabla 4. 9). Esto se interpretó de la siguiente manera: ante la misma tasa de crecimiento, a mayor temperatura, mayor fue la longitud para un mismo

tiempo transcurrido; pero para dos temperaturas cercanas, con tasas diferentes, las longitudes se separaron o se acercaron (según el par elegido) a medida que avanzó el tiempo (Figura 4. 16).

Tabla 4. 9. Estimación de las ecuaciones de la relación entre la longitud y el tiempo transcurrido a distintas temperaturas, según los resultados del ANCOVA.

Temperatura (°C)	Parámetro	Estimación	ES
20	α	-0,007	0,067
	β	0,593	0,022
	$k = (e^\alpha)$	0,993	-
24	α	-0,105	0,060
	β	0,740	0,022
	$k = (e^\alpha)$	0,900	-
27	α	0,466	0,056
	β	0,593	0,022
	$k = (e^\alpha)$	1,594	-
30	α	0,229	0,052
	β	0,740	0,022
	$k = (e^\alpha)$	1,257	-

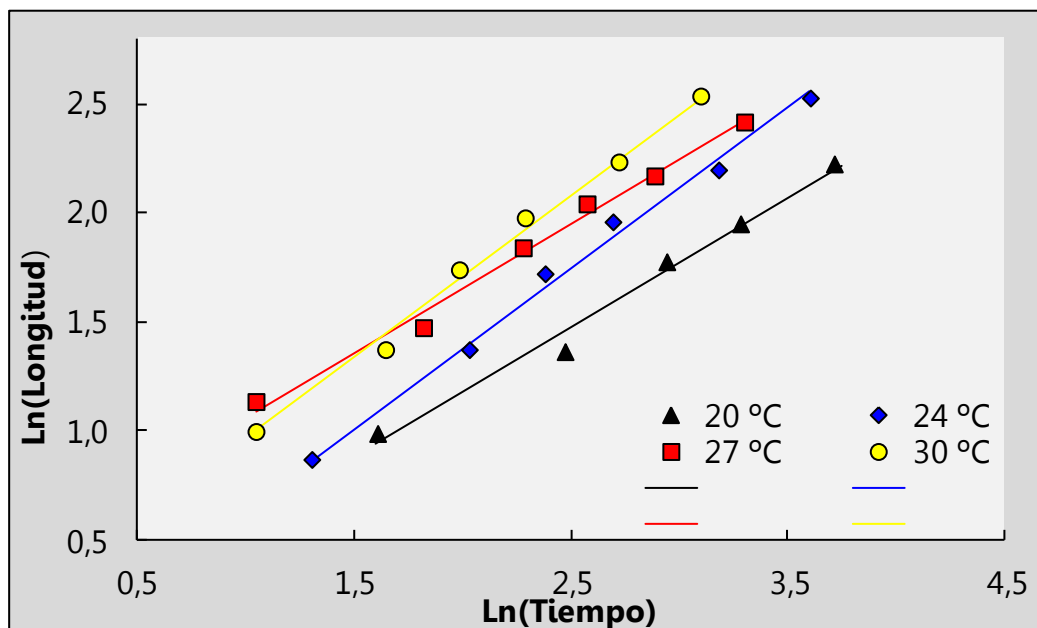


Figura 4. 16. Relación entre la longitud (mm) y el tiempo (días) a distintas temperaturas, de acuerdo a los resultados del ANCOVA.

También se evaluó la relación peso-estadio larval para cada temperatura. Por medio del modelo exponencial ajustado se registró que a mayor estadio, más pesadas fueron las larvas. No se detectaron diferencias entre las pendientes ($p > 0,05$). Por el contrario, las ordenadas ajustadas al origen difirieron entre sí ($p < 0,01$). Las comparaciones demostraron que las temperaturas más bajas difirieron de las dos más altas. Por lo tanto, las dos ecuaciones estimadas fueron estadísticamente paralelas no coincidentes (Tabla 4. 10). Esto se interpretó como que a bajas temperaturas las larvas presentaron un mayor peso para un mismo estadio larval (Figura 4. 17).

Tabla 4. 10. Estimación de las ecuaciones de la relación entre el peso y los estadios larvales a distintas temperaturas, según los resultados del ANCOVA.

Temperatura (°C)	Parámetro	Estimación	ES
20 - 24	α	3,17	0,22
	β	1,25	0,05
	$k = (e^\alpha)$	23,74	-
27 - 30	α	1,93	0,23
	β	1,25	0,05
	$k = (e^\alpha)$	6,92	-

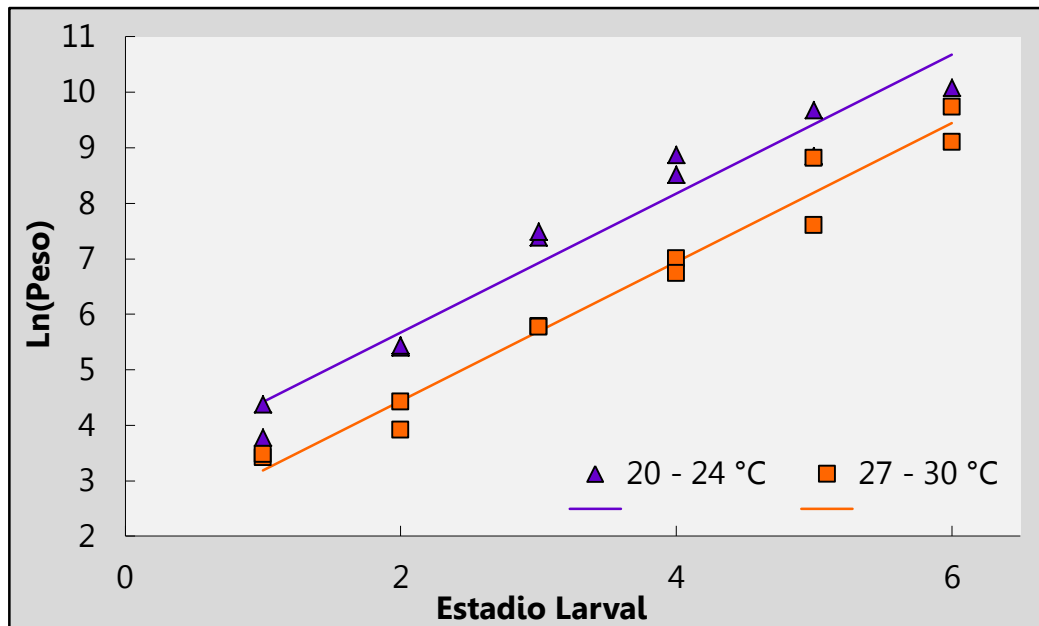


Figura 4. 17. Relación entre el peso (μg) y los estadios larvales (L1-L6) a distintas temperaturas, de acuerdo a los resultados del ANCOVA.

La última relación estudiada fue la del peso-tiempo para cada temperatura. El modelo potencial aplicado demostró que a mayor tiempo, más pesadas fueron las larvas. No se encontraron diferencias entre las pendientes ($p > 0,05$) pero sí entre las ordenadas ajustadas al origen ($p < 0,01$). Al analizar las comparaciones de a pares no se hallaron diferencias entre las ordenadas ajustadas a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ y $27^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, y entre las de $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ y $30^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ($p > 0,05$). Es así que las dos ecuaciones estimadas fueron estadísticamente paralelas no coincidentes (Tabla 4. 11). Se entendió que a $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ y $30^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, las larvas presentaron un mayor peso que a las restantes temperaturas, para un mismo tiempo transcurrido.

Tabla 4. 11. Estimación de las ecuaciones de la relación entre el peso y el tiempo a distintas temperaturas, según los resultados del ANCOVA.

Temperatura (°C)	Parámetro	Estimación	ES
20 - 27	α	-0,68	0,42
	β	2,84	0,15
	$k = (e^\alpha)$	0,51	-
24 - 30	α	0,35	0,39
	β	2,84	0,15
	$k = (e^\alpha)$	1,41	-

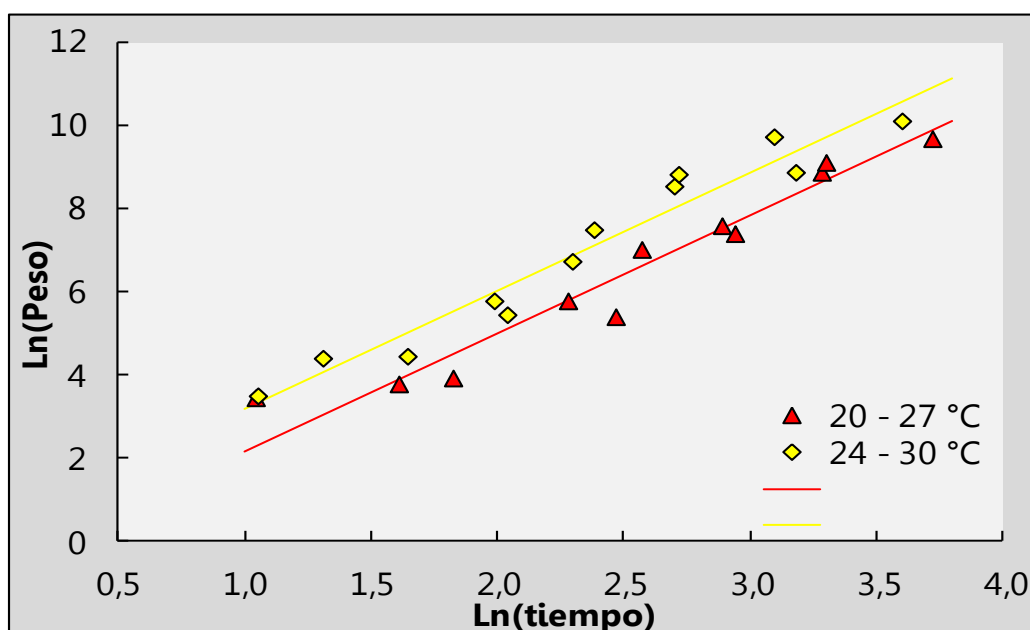


Figura 4. 18. Relación entre el peso (μg) y el tiempo (días) a distintas temperaturas, de acuerdo a los resultados del ANCOVA.

4.3.1.4 Desarrollo post-embrionario: pupas

Al igual que con el ciclo larval se evaluó la duración del estado pupal de *D. maculatus*.

La duración del estado pupal mostró diferencias significativas entre temperaturas, siendo más largo a $20^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$ ($p < 0,05$). Es así que se observó que a medida que la

temperatura aumentaba, el tiempo necesario para finalizar este estado era menor (Tabla 4. 12).

Tabla 4. 12. Duración del desarrollo pupal de *D. maculatus* a cada temperatura estudiada.

Temperatura (°C)	Duración (Días)		
	Mínimo	Media	Máximo
20 ± 0,1	11	15,1	17
24 ± 0,1	8	10,4	12
27 ± 0,1	7	7,7	8
30 ± 0,1	3	6,3	10

Luego se estudió la longitud de la pupas obtenidas a cada temperatura y se encontró que a 20°C ± 0,1°C, las pupas fueron más cortas que las criadas a otras temperaturas (p<0,05) (Tabla 4. 13).

Tabla 4. 13. Longitud promedio del estado pupal registrado en las diferentes experiencias.

Temperatura (°C)	Longitud (mm)
20 ± 0,1	8,25
24 ± 0,1	9,05
27 ± 0,1	9,74
30 ± 0,1	9,375

4.3.1.5 Desarrollo total

Al evaluar la supervivencia total, se observó que fue mayor al 60% en todos los experimentos. Las muertes se debieron a que los individuos no lograron terminar su muda o murieron por una infección fúngica o sin motivo aparente. En la Figura 4. 19 se muestran la supervivencia y mortalidad promedio, y por cada temperatura de cría. Los resultados obtenidos no demostraron que la temperatura sea un factor limitante en la supervivencia.

Considerando el total de individuos de cada estadio (L1-Pupa) sin discriminar por temperatura, se registró que el mayor número de muertes correspondió al estadio L2 (32,4%) seguido por L3 (30,5%).

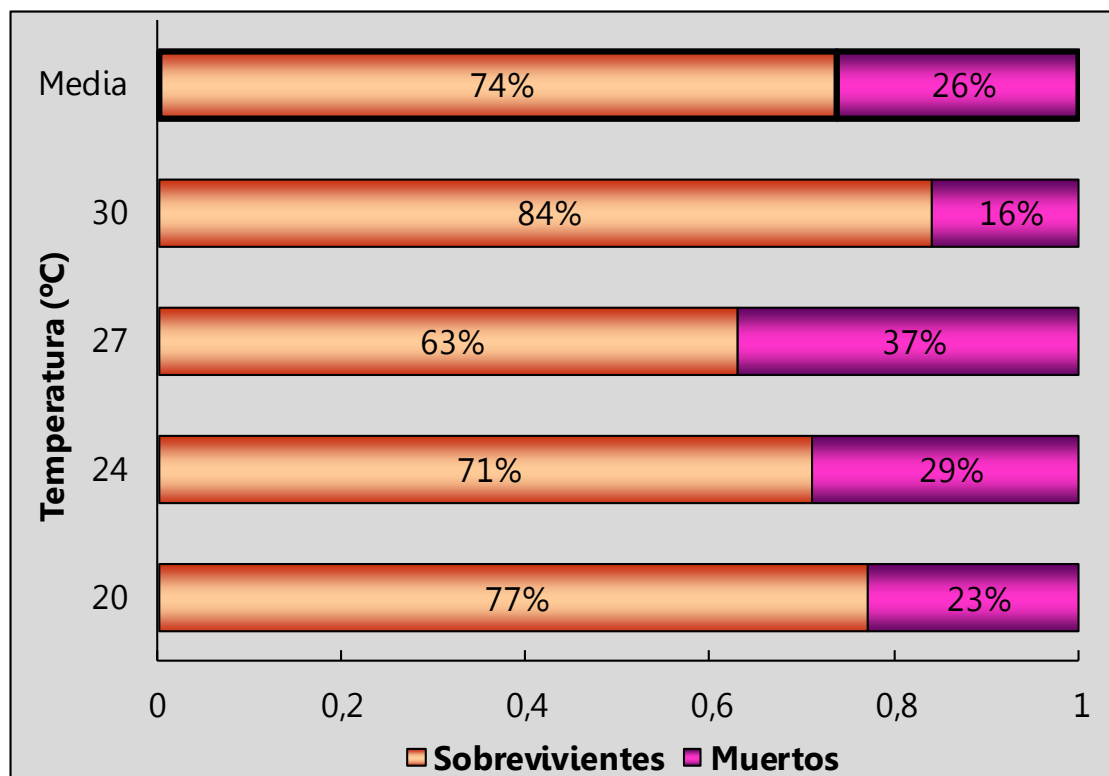


Figura 4. 19. Porcentaje promedio de sobrevivientes y muertos criados a distinta temperatura, y porcentaje promedio total.

El análisis demostró que a mayor temperatura, menor fue la duración del ciclo total ($p < 0,05$) (Tabla 4. 14).

Tabla 4. 14. Duración promedio del desarrollo de huevo a adulto por cada temperatura.

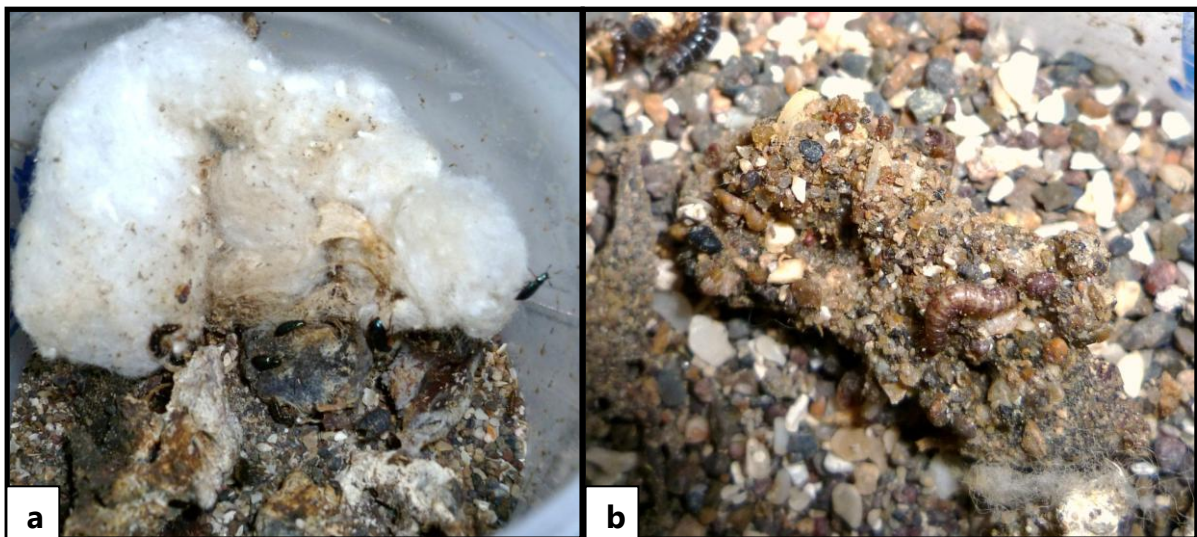
Temperatura (°C)	Duración (Días)		
	Mínimo	Media	Máximo
20 ± 0,1	61	73,67	99
24 ± 0,1	35	43,42	57
27 ± 0,1	32	38,30	46
30 ± 0,1	23	27,29	34

4.3.2 *Necrobia rufipes*

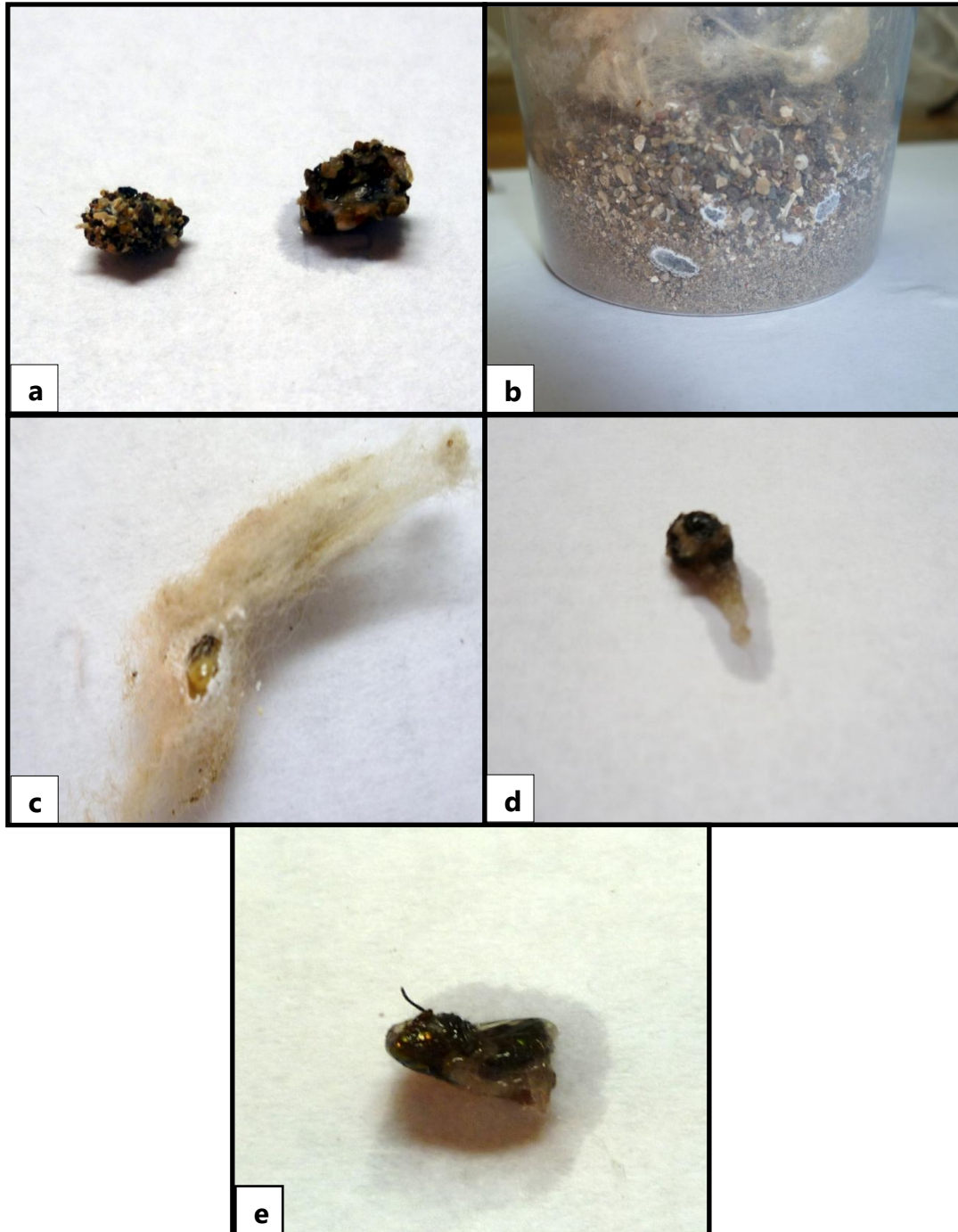
Se pudo establecer una colonia y obtener varias generaciones.

Luego de que los adultos se colocaran en el mismo contenedor (Figura 4. 20a), se observó que al cabo de 13 días apareció el primer estadio larval entre las grietas de tejido vacuno. Se observaron cuatro estadios larvales (Figura 4. 20b) y luego de otros 13 días, las larvas en su último estadio formaron celdas pupales. Éstas fueron construidas en distintos lugares y con materiales diversos: sustrato arenoso y pedregoso, fibras de algodón, dentro de exuvias de derméstidos y eventualmente, dentro de cadáveres de moscas (Figuras 4. 21 a, b, c, d y e). Las primeras, pueden ser construidas a centímetros de la superficie, sobre la superficie o contra las paredes del contenedor (Figuras 4. 21 a y b). Todos los tipos de celdas fueron selladas con una sustancia blanca similar a la espuma (Figura 4. 21a).

Los adultos emergieron aproximadamente a los siete días de encontrada la pupa (Figura 4. 22). El ciclo concluyó a los 32 días de mantener los adultos en un mismo contenedor.



Figuras 4. 20 a y b. *Necrobia rufipes* en distintos estadios del ciclo biológico. **a.** Adultos. **b.** Larvas.



Figuras 4. 21 a b, c, d y e. Cámaras pupales de *N. rufipes*. **a.** De sustrato. **b.** En el sustrato arenoso contra las paredes del contenedor. **c.** De algodón. **d.** Exuvia de *D. maculatus* usada para cámara pupal. **e.** Cadáver de mosca transformada en celda pupal.



Figura 4. 22. Pupa de *N. rufipes*.

4.3.3 *Nitidula carnaria*

4.3.3.1 Ciclo biológico

Se logró el establecimiento de una colonia pudiendo mantenerse la misma por tres generaciones.

Debido a la importancia forense del grupo, en la Tabla 4. 15, se muestra la duración de los distintos estadios del ciclo de vida. Después de aparearse, las hembras ovipusieron pero los huevos no pudieron ser observados. Aproximadamente luego de 13 días de que los adultos fueran mantenidos en un mismo contenedor, se encontró el primer estadio larval. Las larvas se hallaron debajo de la carne y enterradas en la arena. Pasaron entre 35 y 40 días antes de observar el estado pupal. Las pupas se encontraron entre el sustrato arenoso y el algodón. Luego de 8–10 días aparecieron los imagos. El tiempo total promedio desde el momento en que los adultos se pusieron juntos hasta la emergencia del imago fue de $59 \pm 2,4$ días.

Al principio la coloración de los adultos fue clara y un día después se oscureció.

Tabla 4. 15. Duración del ciclo de vida (días) por generación a $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, $54 \pm 2\%$ de humedad relativa y fotoperíodo de 12:12 h (Luz:Oscuridad). También se indican las medias \pm error estándar (ES) de cada período y la duración total.

Generación	Adultos juntos ^a /Eclósión	Período larval	Período pupal	Duración total
1	13	40	8	61
2	13	40	10	63
3	12	35	8	55
Promedio \pm ES	12,7 \pm 0,3	38,3 \pm 1,7	8,7 \pm 0,7	59,7 \pm 2,4

^aPeríodo desde que las parejas fueron colocadas juntas hasta la eclósión de los huevos.

4.3.3.2 Descripción de la larva madura

La larva madura (Figura 4. 23) mide 4–4,1 mm de largo y 0,5 mm de ancho a través del cuarto segmento abdominal. El cuerpo es sub-paralelo, afinándose en el segmento 9, el cual porta pregomfios y urogomfios. Color general: naranja y blanco; cabeza naranja; piezas bucales más oscuras a excepción de los palpos maxilares, más claros; antenas naranja claro; platos dorsales de los segmentos torácicos y abdominales naranjas, excepto el décimo segmento, blanco; espiráculos naranjas; patas con una débil coloración naranja, casi hialinas; superficie ventral blanca. El tegumento es agrietado.

La cabeza mide 0,8–1 mm de largo y 1,1 mm de ancho; es prognata y la superficie está débilmente arrugada y brillante. Hay dos ocelos de diferente tamaño en cada lado. Detrás de ellos, en la región dorsal, hay tres pares de setas de diferente longitud, estando el más corto en el medio. Las antenas son tri-segmentadas con algunas setas. El último antenómero es más delgado que el primero y el segundo, y termina en una seta localizada justo en el medio (Figure 4. 24). Los palpos son tri-segmentados. El labro tiene dos pares de setas, localizándose el más largo cerca de los laterales.

El protórax es débilmente más angosto y largo que el meso- y metatórax. La placa protorácica ocupa casi todo el dorso. El meso- y metatórax son de longitud similar. Los segmentos torácicos poseen setas cortas en el medio y dos pares de setas largas y suaves en la región dorsolateral. El primer par, el más corto, está localizado a 1/3

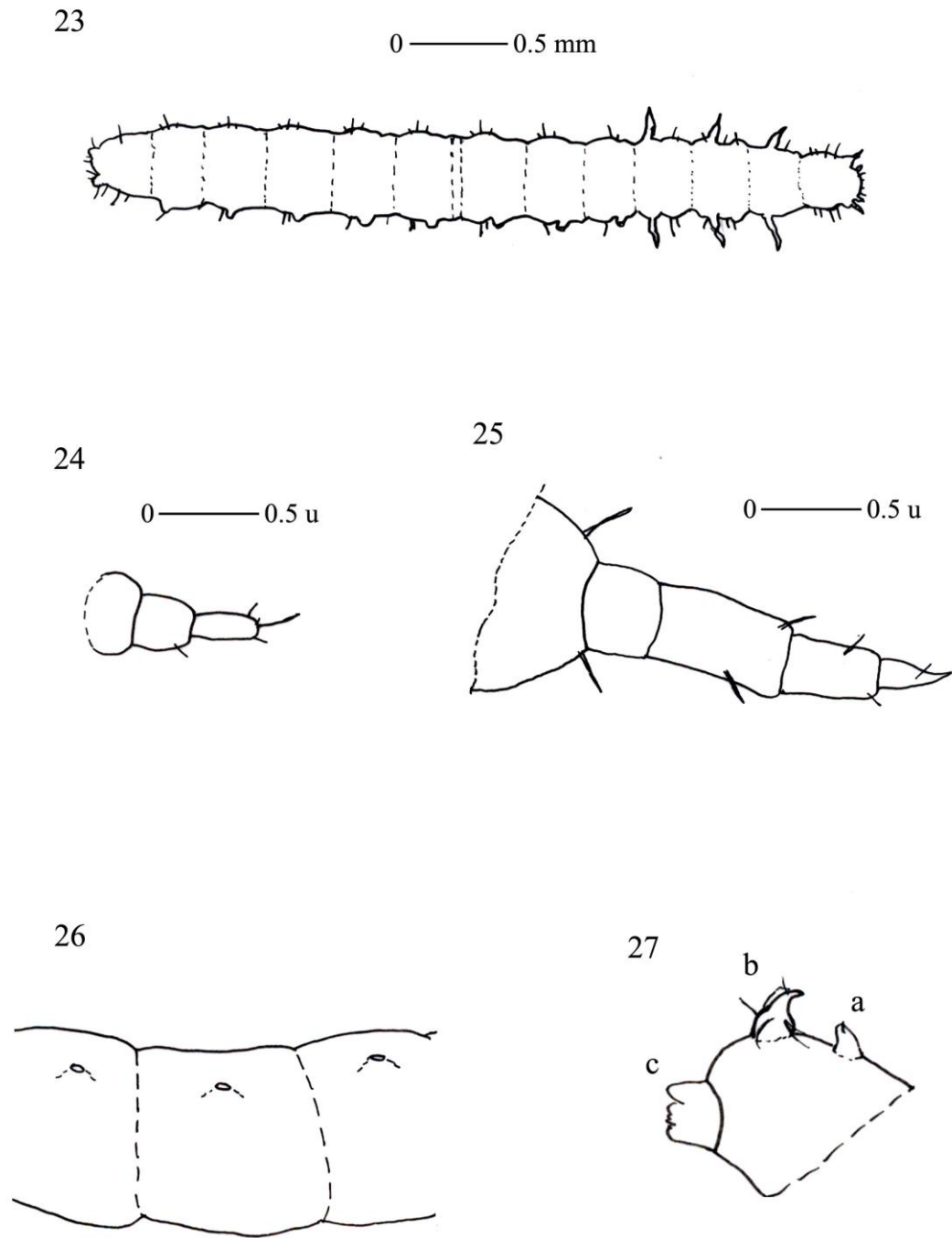
del principio del segmento y el segundo, el más largo, a casi 3/4 de él. Ventralmente, hay dos pares de setas, ubicándose el par largo detrás del par corto.

Las patas poseen cinco segmentos con setas y notable separación entre los segmentos. El primero es el más ancho, el tercero es el más largo y el quinto es el más pequeño terminando en una uña (Figura 4. 25).

Los espiráculos se encuentran lateralmente en el mesotórax, sobre papilas o tubérculos, y del primero al octavo segmento abdominal (Figura 4. 26).

Los segmentos abdominales del 1 al 8 son similares al meso- y metatórax. El segmento 9 es más angosto que el 8. Los pregomfios y urogomfios se localizan en la última placa esclerotizada. Los pregomfios son más pequeños que los urogomfios y portan una seta terminal. Los urogomfios están suavemente curvados, y su ancho decrece gradualmente hacia el ápice, el cual tiene cuatro setas laterales sobre un tubérculo robusto y uno cerca del borde. El décimo segmento es circular y de textura suave (Figura 4. 27).

Las áreas esternales son suaves y membranosas, con setas largas y cortas, con la misma disposición que los segmentos torácicos.



Figuras 4. 23-4. 27 a, b y c. Algunas estructuras de la larva madura de *N. carnaria*. **23.** Vista dorsal de la larva (sin setas dorsales). **24.** Antena. **25.** Pata. **26.** Espiráculos (esquema). **27, a.** Pregomfios. **b.** Urogomfios. **c.** Décimo segmento (esquema).

4.4 Discusión

4.4.1 *Dermestes maculatus*

En las condiciones de cría, $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, humedad relativa de $54 \pm 5\%$, fotoperíodo de 12:12 h (Luz:Oscuridad) y carne vacuna con o sin hueso semi-hervida, se logró establecer una colonia de *D. maculatus* en el laboratorio. Además esto permitió realizar los estudios sobre la biología de esta especie y demás objetivos propuestos en esta tesis.

A diferencia de ciertos autores (Zakka *et al.*, 2009; von Hoermann *et al.*, 2012; Zakka *et al.*, 2013), en el presente trabajo, los huevos no se encontraron en el sustrato alimenticio sino que fueron depositados en el medio arenoso debajo del alimento o en áreas alejadas, adheridos a hebras de algodón o a piedritas de la arena. Esto podría deberse a que los autores mencionados proporcionaron un único sustrato.

Las características observadas durante el desarrollo del embrión en este estudio, coinciden con las mencionadas por Ede and Rogers (1964).

En el presente trabajo, se observó que la duración promedio del desarrollo embrionario disminuyó con el aumento de la temperatura. Algunos trabajos con dípteros también mostraron esa misma tendencia (Grassberger and Reiter, 2001; Yusseff Vanegas, 2007). El tiempo medio del desarrollo embrionario observado en el actual estudio, fue de $2,3 \pm 0,05$ días (55,2 h) a $30^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Esto también fue registrado por Paul *et al.* (1963). En cambio, Danladi and Attah (2010) reportaron un período de incubación medio de 44,5 horas a $29^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. La mayor duración del período mencionado en esta tesis, podría deberse a la dieta utilizada para alimentar a los adultos. En otros trabajos, reportaron cambios en la duración del desarrollo larval, los cuales fueron atribuidos a los altos niveles de colesterol y proteínas que el alimento presentaba (Samish *et al.*, 1992; Zakka *et al.*, 2009). PisfH and Korytkowski (1974) mencionan un tiempo medio de $3,4 \pm 0,5$ días a $24,15^{\circ}\text{C} \pm 0,95^{\circ}\text{C}$. Esto resultó muy similar al tiempo encontrado ($3,8 \pm 0,08$ días) a $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ en el presente trabajo.

Por otra parte, al analizar el ciclo larval, en todos los experimentos se hallaron siete estadios larvales y además a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, hubo un octavo estadio. Según Hinton (1945), normalmente mudan seis veces antes de pupar pero pueden mudar

hasta siete u once veces. De hecho, Taylor (1964) mencionó entre seis y diez estadios larvales; PisfH and Korytkowski (1974) observaron seis; Osuji (1975, 1985) reportó entre cinco y siete; Michael (2000) encontró entre siete y nueve; y Ezenwaji (2004) registró cinco estadios. La variación intraespecífica en los estadios ninfales y larvales es un fenómeno distribuido entre los insectos hemimetábolos y holometábolos, respectivamente. Varios son los factores que pueden afectar el número de estadios, particularmente, la temperatura (Pershing and Linit, 1988; Mathavan, 1990; Roltsch *et al.*, 1990; Adachi, 1994; Charles and Allan, 2000; Milonas and Savopoulou-Soultani, 2000; Jensen and Cameron, 2004; Diaz and Fereres, 2005); el fotoperíodo (Goettel and Philogéne, 1978; Honêk, 1979; Tanaka and Brookes, 1983; Kato, 1989; Fantinou *et al.*, 1996, Gadenne *et al.*, 1997; García-Barros, 2006); la cantidad y calidad del alimento (McGinnis and Kasting, 1959; Kato and Sumimoto, 1968; Nijhout, 1975; Jones *et al.*, 1980; Conti and Wadill, 1982; Taylor, 1984; Liquido and Nishida, 1985; Byers, 1992; Bentancourt *et al.*, 2004); la humedad (Pittendrigh *et al.*, 1997); la densidad (Hodge, 1933; Dingle and Haskell, 1967; Quennedey *et al.*, 1995); la diapausa (Fantinou *et al.*, 1996; Gadenne *et al.*, 1997; Taniguchi and Tomioka, 2003; García-Barros, 2006); la presencia de heridas (Willis *et al.*, 1958); herencia (Jones *et al.*, 1981; Mira and Raubenheime, 2002) y el sexo (Willis *et al.*, 1958; Bachelier and Habeck, 1974; Orminati and Hansens, 1974; Strong, 1975; Schmidt and Lauer, 1977; Roe *et al.*, 1982). Además variables pueden actuar de manera combinada (Leonard, 1968, 1970; Tanaka and Hasegawa, 1979; Rock and Shaffer, 1983; Weatherby and Hart, 1986; Nagasawa, 1988; Zhu and Tanaka, 2004; Esperk and Tammaru, 2006). Sin embargo, poca son las afirmaciones que se pueden encontrar en la literatura dado que la invariabilidad en el número de estadios larvales es considerado como algo "normal" y no se le da importancia al tema (Esperk *et al.*, 2007).

Al profundizar el análisis y registrar la duración de cada estadio larval, se observaron a todas las temperaturas principalmente dos grupos de datos a partir del quinto estadio, que hizo pensar en dos poblaciones estadísticas (L5 y L6), por lo que el individuo podría presentar principalmente dos tipos de comportamientos o estrategias, determinados a partir del último estadio larval antes de pupar. Estos resultados podrían estar relacionados con un efecto de adaptación ante el ambiente. En muchas especies con variabilidad intraespecífica en el número de estadios, alguna

variación también puede ocurrir en condiciones de cría estandarizadas. Esto podría indicar que una vez que la variabilidad ha evolucionado, el número de estadios permanece altamente plástico a nivel intraespecífico. Los factores pueden ser tanto genéticos como adquiridos por vía maternal, y a su vez quizás dependan de las condiciones ambientales experimentados por un padre (Esperk *et al.*, 2007). El número de estadios larvales quizás es genéticamente distinto en larvas de diferentes poblaciones (Nagasawa, 1988; Telfer and Hassall, 1999; Mira and Raubenheimer, 2002), entre fenotipos genéticamente determinados (Hodson and Chapco, 1986), o entre descendientes de diferentes individuos de una misma población (Jones *et al.*, 1981; Morita and Tojo, 1985). En el presente trabajo, las proporciones de dichas poblaciones fueron diferentes de acuerdo a la temperatura. A $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ y $30^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ se mantuvieron prácticamente en equilibrio, mientras que a $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, L5 fue la población predominante y a $27^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, lo fue L6. Tal vez esto podría estar relacionado de algún modo con el hecho que la temperatura puede afectar el número de estadios de algunas especies de distintas formas (Esperk *et al.*, 2007). Quizás cuando se terminen de analizar los experimentos que faltan, se puedan hacer más conjeturas al respecto. La información reportada aquí podría aplicarse con la población en la naturaleza y por lo tanto, es importante considerarla para evitar errores en la estimación del PMI y otros temas relacionados.

Se pensó que la duración del último estadio larval antes de pupar podría ser diferente entre las poblaciones estadísticas, siendo más corto en aquellas con una duración menor. Sin embargo, no se hallaron diferencias entre las poblaciones. Al parecer el desarrollo total podría ser dependiente del número de estadios, dado que en todas las temperaturas se encontró que a mayor número de estadios, más largo fue el desarrollo larval. En los insectos existe un umbral de tamaño característico de cada especie que una larva debe alcanzar antes de la metamorfosis (Nijhout, 1975, 1994). Según esto, los estadios larvales adicionales servirían como un medio de compensación en condiciones adversas cuando la larva fracasa en alcanzar dicho tamaño frente a un número "normal" de larvas (Nijhout, 1994). También podría ocurrir que el número de estadios aumente frente a condiciones favorables (Esperk *et al.*, 2007). Además en el presente trabajo, en las poblaciones con una duración larval total mayor, los estadios previos al último antes de pupar fueron más cortos que este

último. Quizás esto sea una estrategia para evitar que ante una futura muda, la duración del desarrollo larval total se prolongue más.

Si bien se demostró un descenso en el tiempo que tarda el desarrollo larval a medida que aumenta la temperatura, esta relación no fue lineal sino que la tendencia hallada se aproximó a un modelo hiperbólico. Cuando uno de sus parámetros aumenta también lo hace el número de estadios antes de pupar. Más adelante cuando se finalicen los experimentos restantes y se tengan las seis temperaturas, se podrá realizar un mejor ajuste y verificar lo hallado hasta el momento.

Al considerar los valores medios del ciclo larval, Danladi and Attah (2010) observaron una duración de entre 30 y 34 días, a una temperatura de $29^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. En esta tesis el rango de duración fue de 23 y 34 días a $30^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Al analizar la duración promedio se encontró que la misma fue de $18,7 \pm 0,19$ días. Esta fue más corta que la registrada a 32°C por Azab *et al.* (1973). Por otra parte, Shahhosseini *et al.* (1980) hallaron que a $23\text{-}25^{\circ}\text{C}$, el período larval promedio fue de 40 días, mientras que PisfH and Korytkowski (1974), reportaron que a $24,15^{\circ}\text{C} \pm 0,95^{\circ}\text{C}$, el período finalizó en $21,05 \pm 1,45$ días. Por el contrario, en el presente trabajo, fue de $29,17 \pm 0,19$ días a $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

Cuando se analizaron los parámetros morfométricos, se encontró que a mayor longitud, mayor fue el ancho cefálico. Richardson and Goff (2001) también registraron una relación lineal a 25°C y 30°C . Además en el presente trabajo se halló que a mayor longitud, las larvas fueron más pesadas.

En esta tesis, se encontró que a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ las larvas presentaron un mayor ancho cefálico en relación a su longitud. También se halló que a las temperaturas más bajas estudiadas, las larvas presentaron un mayor peso en relación a su longitud. Esto podría relacionarse con la plasticidad fenotípica (von Bertalanffy, 1960), en la cual el fenotipo (tamaño) de un genotipo es afectado por condiciones ambientales, principalmente por la temperatura. Según Atkinson (1994), varios órdenes de insectos mostraron una norma de reacción (función que mide el fenómeno antes mencionado) termal positiva. Además este y otros autores (Partridge *et al.*, 1994; Atkinson and Sibly, 1997; Chapman, 1998), mencionan el hecho de que muchos organismos maduran a un mayor tamaño a bajas temperaturas, o cuando la comida es suministrada *ad libitum* o la calidad de la dieta es baja.

Otro resultado del presente trabajo, fue que a mayor tiempo transcurrido, los ejemplares tuvieron mayor longitud. Esto coincide con lo propuesto por Roff (2002), quien planteó que el desarrollo de un cuerpo grande, necesita de un mayor tiempo de desarrollo y por ende también el de la generación. De hecho en otros trabajos con dípteros, establecen que la longitud de la larva aumenta en función del tiempo (Yusseff Vanegas, 2007). Durante los estudios realizados aquí, los estadios larvales avanzados presentaron mayor longitud. Podría ser conveniente tener más estadios larvales, cuando las tasas de crecimiento son altas (condiciones ambientales favorables), dado que puede tener la ventaja de conseguir un tamaño grande a un costo relativamente bajo (baja mortalidad). También una mayor longitud del cuerpo podría incurrir en una mayor vulnerabilidad dado el mayor tiempo de exposición frente a enemigos y por lo tanto, esto podría reducir el éxito de apareamiento y reproducción de los adultos (Blanckenhorn, 2000). Quizás tales motivos fueron la causa de que los estadios larvales avanzados hayan presentado cuerpos más largos durante los estudios realizados en esta tesis, podrían ser una forma de defensa para contrarrestar dicho fenómeno. Es así que varias veces se ha demostrado que el tamaño del cuerpo se correlaciona positivamente con varios componentes del fitness (Honêk, 1993; Blanckenhorn, 2000; Rhainds and Ho, 2002; Tammaru *et al.*, 2002). Ezenwaji and Obayi (2004) observaron la misma relación entre la longitud y los estadios larvales que en el presente trabajo. En general, la mayoría de los estadios larvales criados en este trabajo a 30°C, tuvieron longitudes menores que las reportadas por Ezenwaji and Obayi (2004) y Zakka *et al.* (2009). Tal vez esto podría deberse al alimento, a la humedad del alimento, humedad relativa (Hinton, 1945; Ezenwaji and Obayi, 2004), así como a las variaciones genéticas entre las poblaciones debido a variaciones geográficas (Partridge and Coyne, 1997). Una explicación semejante a la planteada más arriba podría relacionarse el hecho que a mayor estadio, más pesadas fueron las larvas estudiadas en esta tesis.

Cuando en el presente trabajo se estudió el efecto de la temperatura sobre la longitud y los estadios, se vio que el largo de las larvas fue prácticamente el mismo en las distintas experiencias, mientras que a bajas temperaturas las larvas presentaron un mayor peso para un mismo estadio larval. Si bien faltan otros experimentos que den robustez a estos resultados, los mismos podrían indicar que la

estimación del PMI, no podría realizarse por medio de isomegalendiagramas que utilicen datos de longitud sino que habría que utilizar otro parámetro de desarrollo como es el peso, cuando se comparen valores de temperaturas opuestos.

Contrariamente a la regla de relación tamaño-temperatura mencionada anteriormente (Atkinson, 1994; Angilletta and Dunham, 2003), en esta tesis se halló que ante la misma tasa de crecimiento, a mayor temperatura, mayor fue la longitud para un mismo tiempo transcurrido. Por ejemplo, durante el verano, se obtendrían larvas más largas que durante la primavera. Esto podría coincidir con el hecho de que a mayor tamaño del cuerpo mejor es la performance y dominancia de los organismos o fitness (Peters, 1983; Bonner, 2006). Es decir, en términos de evolución, la selección direccional favorece el incremento del tamaño de los organismos de muchas poblaciones naturales. Sin embargo, esto puede traer aparejado costos y riesgos importantes como una maduración retrasada y un costo energético alto. Además en el actual trabajo, se encontró que para dos temperaturas cercanas, al ser las tasas de crecimiento diferentes, las longitudes se separan o se acercan (según el par elegido) a medida que se avanza en el tiempo. Por ejemplo, para primavera y otoño, a un menor tiempo transcurrido más se asemejan las longitudes de las larvas, mientras que a un mayor tiempo, más se diferencian. Esto podría esperarse dado que las temperaturas medias fueron cercanas. Dichos datos podrían ser de importancia a la hora de estimar el PMI y otros parámetros relacionados con lo Forense.

Al estudiar el peso en función del tiempo y la temperatura, se esperaba que las temperaturas más bajas o las más altas mostrasen un mismo comportamiento. Sin embargo, se vio que a $24^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ y $30^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, las larvas presentaron un mayor peso que a las restantes temperaturas, para un mismo tiempo transcurrido. Posiblemente ocurra algo similar a lo propuesto por De Moed *et al.* (1997), que indicaron que diferencias genéticas en linajes de *Drosophila* pueden tener diferentes normas de reacción para una variable ambiental dada. Hay que tener en cuenta que también cambios genéticos en el tamaño pueden ocurrir debido a una selección artificial activa. Aun así, se podrán sacar más conclusiones al evaluar los datos de las otras dos temperaturas.

La duración del estado de pupa decreció con el aumento de la temperatura. Es así que fue más largo a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Paul *et al.* (1963) reportaron una duración media

de 7 días a 30°C. Danladi and Attah (2010) registraron un tiempo de 6,3 días a $29 \pm 2^\circ\text{C}$, lo mismo se observó en esta tesis a $30^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$. Por el contrario, Azab *et al.*, (1973) encontraron una duración menor de 5,1 días a $29,7^\circ\text{C}$. Teniendo en cuenta una temperatura menor, Shahhosseini *et al.* (1980) reportaron un período pupal de 12 días a $23\text{--}25^\circ\text{C}$. En cambio, PisfH and Korytkowski (1974) encontraron que a $24,15^\circ\text{C} \pm 0,95^\circ\text{C}$, el período finalizó en $8,3 \pm 0,22$ días. En el presente trabajo, se registró a $24^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$, un tiempo de $10,4 \pm 0,08$ días.

Las diferencias halladas en la duración tanto del período larval como pupal entre este estudio y los trabajos previos mencionados podrían atribuirse al alimento, a la humedad del alimento, humedad relativa (Hinton, 1945; Ezenwaji and Obayi, 2004), así como a las variaciones genéticas entre los individuos y las poblaciones debido a variaciones geográficas (Partridge and Coyne, 1997).

El ciclo vital de *D. maculatus*, de huevo a adulto, estudiado en esta tesis, estuvo inversamente relacionado con la temperatura. Este mismo fenómeno fue hallado por Richardson and Goff (2001). En general, se sostiene que temperaturas crecientes de cría incrementan el desarrollo y las tasas de crecimiento, y por consiguiente, acortan el tiempo de desarrollo (tiempo a adulto o reproducción) (Gillooly *et al.*, 2002; Charnov and Gillooly, 2003). Richardson and Goff (2001) demostraron que la relación entre la duración total del ciclo y la temperatura fue lineal, mientras que en esta tesis, el modelo que mejor ajustó fue el hiperbólico. Si bien falta evaluar los datos de las dos temperaturas restantes, se utilizó un mayor número de datos que los empleados por los autores mencionados y el modelo aplicado fue bastante fuerte.

Richardson and Goff (2001) encontraron que el ciclo de huevo a adulto se completó en 89,7 días a $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, mientras que en esta tesis fue de $73,67 \pm 1,07$ días a $20^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$. Ede and Rogers (1964) encontraron que a 25°C , el ciclo demoró 45 días. En cambio, Richardson and Goff (2001) reportaron a $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ una duración media de 59,2 días. En el presente estudio, a $24^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$ el tiempo necesario fue menor ($43,42 \pm 0,53$ días). Shahhosseini *et al.* (1980), registraron 55 días a 23°C , lo cual se condice dado que la temperatura que emplearon fue menor a la usada en este trabajo. También estos autores reportaron 42-46 días a 28°C . Por el contrario en esta tesis, el ciclo fue más corto ($38,30 \pm 0,44$ días) a $27^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$. Las

diferencias podrían deberse a las mismas causas que se mencionaron anteriormente para el período larval y pupal.

Según Richardson and Goff (2001), la supervivencia de huevo a adulto estuvo correlacionada positivamente con la temperatura. Más aún, mencionan que las temperaturas de 25°C, 30°C y 35°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) tuvieron menor mortalidad. Sin embargo, en esta tesis, los resultados no mostraron la existencia de una relación entre la supervivencia y la temperatura a pesar que se utilizó un mayor número de ejemplares. También estos autores sugirieron que los primeros estadios larvales podrían ser más susceptibles al efecto de la temperatura, pero en cambio, en el presente trabajo tampoco se observó tal relación.

Finalmente, se aporta información importante dado su potencial aplicabilidad no sólo en estudios biológicos sino también en investigaciones forenses. Como se mencionó en varias ocasiones, cuando se analicen los datos de los experimentos restantes, se podrán fortalecer o direccionar los resultados hallados. Más aún, falta información en la literatura sobre los factores que afecten la variabilidad y cuáles son los mecanismos fisiológicos involucrados.

4.4.2 *Necrobia rufipes*

En las condiciones de cría, 25°C \pm 3°C, humedad relativa de 54 \pm 5%, fotoperíodo de 12:12 h (Luz:Oscuridad) y carne vacuna con o sin hueso semi-hervida, se logró establecer una colonia de *N. rufipes* en el laboratorio. Además esto permitió realizar los primeros estudios sobre la biología de esta especie y demás análisis propuestos en esta tesis.

Simmons and Ellington (1925) mencionaron que en un clima templado, el tiempo desde el momento en que el huevo eclosiona hasta adulto, puede ser tan corto como 30 días, incluyendo 17 días como larva y otros 13 como pupa dentro de un capullo. Esto se aproxima a lo reportado en esta tesis. Otros estudios mostraron duraciones mayores a pesar que emplearon temperaturas más elevadas. Tales diferencias podrían deberse a los distintos sustratos de comida empleados en cada trabajo. Ciertamente, en este estudio se utilizó carne vacuna, en lugar de pescado seco (Osuyi, 1977; Hasan and Philips, 2010), copra (Gonzalez *et al.*, 1957; Ashman, 1962;

Canete and Gapasin, 1980; Nalinakumari and Mammen, 1998) o mezcla de pescado y comida para perros (Hasan and Philips, 2010). Otra variable influyente podría ser la humedad relativa. En este trabajo, los valores fueron menores a los que emplearon los autores mencionados.

La información preliminar sobre el ciclo biológico contribuirá en la estimación de la data de muerte y otros temas que requieran de dichos conocimientos. En experimentos futuros se pretende mejorar aspectos de la técnica que permitan precisar la biología de la especie y así contribuir con más datos que puedan ser usados en pericias entomológicas.

4.4.3 *Nitidula carnaria*

La mayoría de los investigadores han puesto atención en géneros de Nitidulidae que pueden causar daños económicos (Miller and Williams, 1982) o actuar como controladores biológicos (Luckmann, 1963).

El conocimiento sobre la biología del género *Nitidula* es escaso. En esta tesis, se reporta por primera vez la presencia de *N. carnaria* en Sudamérica, además de su importancia forense y datos preliminares de su biología.

Exitosamente, se pudo lograr el cultivo bajo condiciones controladas de laboratorio. Esto es importante porque la cría en laboratorio de insectos colectados de un cadáver constituye un paso principal en el análisis de evidencia entomológica (Byrd and Castern, 2001). Los huevos no se observaron pero se supuso que fueron ovipuestos sobre o debajo de la comida, lo que podría asemejarse a otras especies de Nitidulidae, cuyos huevos son depositados sobre o cerca de material vegetal en descomposición (Sanford and Luckmann, 1963).

También se describe por primera vez la larva madura de *N. carnaria*. Las descripciones de la larva madura permiten al entomólogo realizar una identificación de la especie.

Más aún, los datos preliminares obtenidos sobre el ciclo biológico contribuirán en la determinación del intervalo post mortem. En el futuro se pretende precisar la duración de cada estadio y ampliar la información sobre la biología de la especie, para mejorar la estimación del PMI y otras implicaciones forenses.

CAPÍTULO 5

EFFECTOS TAFONÓMICOS: ACCIÓN DE COLEÓPTEROS CARROÑEROS EN TEJIDOS DE MAMÍFEROS

5.1 Introducción

Muchas son las variables que intervienen en los procesos biológicos que un cadáver o restos de él sufren luego de la muerte, influenciando los cambios post mortem. Entender tales modificaciones es de importancia para el médico y patólogo forenses (Tsokos, 2005).

El cuerpo humano puede ser atacado por una variedad de animales y esto puede provocar marcas confusas (Freire, 1914; Patel, 1994; Wells and Greenberg, 1994; Dillon, 1997; Garamendi *et al.*, 2008). Es importante conocer el patrón de lesiones, las características de las mordeduras, la remoción de ciertos tejidos y huesos, dado que pueden permitir la identificación de la especie animal involucrada (Haynes, 1981, 1983; Haskell *et al.*, 1997; Byard *et al.*, 2002; Murmann *et al.*, 2006; Dominguez-Solera and Dominguez-Rodrigo, 2009). Además, un cuerpo humano puede presentar mordeduras de otra persona.

Los vertebrados carroñeros pueden remover grandes cantidades de tejidos, inclusive con ropa (Dillon and Anderson, 1996a; Dillon, 1997; Hobischak, 1997; Rodriguez, 1997; Jones, 2011). Entre otros daños que pueden ocasionar son la modificación de huesos así como la desarticulación y dispersión de restos (Murad and Boddy, 1987; Haglund *et al.* 1989; Haglund 1992, 1997a, 1997b, 1997c, 2002; Merbs, 1997; Carson *et al.*, 2000). Esto no sólo puede afectar la tasa de descomposición y colonización por insectos, sino que además puede producir artefactos post mortem que pueden inicialmente ser confundidos con heridas o mutilación de origen antrópico (Bunn, 1991; Patel, 1994; Dillon and Anderson, 1995; 1996b; Dillon, 1997; Jones, 2011). Asimismo, de acuerdo a Patel (1995) y Kanetake *et al.* (2008) las heridas que al principio pueden ser confundidas con daños por roedores u otros animales pueden en realidad tener otras causas como la acción de un arma afilada.

Se han realizados estudios para evaluar: la tasa de pérdida de biomasa corporal por acción de carroñeros teniendo en cuenta distintos factores y ambientes (Dillon and Anderson, 1995; 1996a; VanLaerhoven and Anderson, 1996; 1999; Dillon, 1997; Hobischak, 1997; MacDonell and Anderson, 1997; VanLaerhoven, 1997); estimar la distancia que son trasladados los restos y el tiempo de muerte (Manhein *et al.*, 2006); y la presencia de artefactos en tejido (Haglund, 1992; Moraitis and Spiliopoulou, 2010).

La acción carroñera facultativa por vertebrados es común pero el grado en que la carroña es usada por las especies, varía. Los patrones de daño sobre los restos pueden variar con las diferentes especies y tamaños de carnívoros, influenciando las tasas de recuperación, la intensidad del daño, la distancia de los elementos transportados, el reconocimiento de la identidad de la víctima (Haglund, 1992; Tsokos *et al.*, 1999; Moraitis and Spiliopoulou, 2010; Bright, 2011; Jones, 2011).

Poca es aún la información existente acerca de la actividad carroñera por vertebrados para asistir la determinación del PMI. Por ello es importante conocer y entender las especies carroñeras, su comportamiento, morfología y factores externos que las afectan, dada su posible influencia en análisis forenses (Bright, 2011; Jones, 2011). También factores intrínsecos de un cuerpo como peri trauma, enfermedades, presencia de alcohol y tóxicos, deben analizarse en orden de estimar el PMI dado que quizás influyen en el comportamiento de los carroñeros (Steadman and Worne, 2007).

Como mencionamos anteriormente, además de vertebrados, los cadáveres son visitados por insectos. Las hormigas poseen diferentes roles en la sucesión y son el grupo más representativo dentro del grupo de himenópteros necrófagos (Martínez *et al.*, 1997, 2002). Pueden ingerir carne muerta o exudados de cadáveres (Smith, 1986) ya sea de insectos (Fernández-Escudero and Tinaut, 1993; Gómez *et al.*, 2007) o de vertebrados (López *et al.*, 1992; Moretti and Ribeiro, 2006; Gómez *et al.*, 2007), y son capaces de detectar un cadáver con rapidez (O'Donnell, 1995). Cuando actúan como necrófagas, pueden producir artefactos y conducir a errores por confundir los mismos con heridas o mutilaciones en el cadáver (Patel, 1994; Wells and Greenberg, 1994; Moura *et al.*, 1997; Moretti and Ribeiro, 2006). Freire (1914) y Keh (1985) mencionan que las hormigas, especialmente *Solenopsis* sp., juegan un rol importante

en la producción de algunas marcas y heridas post mortem por la acción del ácido fórmico. Los artefactos post mortem y mordeduras por dichos insectos consisten en áreas superficiales sin piel, de forma irregular, serpenteante y festoneada, y también incluyen puntuaciones pequeñas y lesiones del tipo rascado sobre el cuerpo. Usualmente, su coloración va del anaranjado-rosado al amarillo y se disemina de manera difusa sobre la superficie dérmica. Las marcas también pueden confundirse con heridas ante mortem como abrasiones o las producidas por ácidos, que consisten en hoyos superficiales pequeños y que aparentan estar roídos. En general, no hay hemorragias pero en partes congestionadas del cuerpo estas pueden tener lugar al ser removidas capas de piel. También las marcas pueden ser confundidas con las lesiones dejadas por un objeto cortante desafilado. Además, las mordeduras pueden enmascarar heridas ante mortem en cuello (Garamendi *et al.*, 2008; Campobasso *et al.*, 2009).

Cornaby (1974) y Silveira *et al.* (2005) indicaron que la carroña es quizás una fuente importante de comida para las avispas y abejas sociales en el Neotrópico. Bertoni (1912) observó en Paraguay, que avispas fundadoras de enjambres pertenecientes a varios géneros eran atraídas a carroña expuesta al sol y la colectaban. Dichas avispas son llamadas "carniceras" por los residentes de América del Sur (O'Donnell, 1995). Varias especies fueron reportadas por O'Donnell (1995), Oliva (1997) y Silveira *et al.* (2005) como consumidoras de carroña de vertebrados e invertebrados en países de Centro y Sur América. Otros investigadores también observaron avispas predando insectos y arañas (Sakagami and Fukushima, 1957a, 1957b; Jeanne, 1972) o carne bovina y de pescado en descomposición (Snelling, 1953; Oliva, 1997). Gómez *et al.* (2007), describieron por primera vez la ocurrencia de *Agelaia pallipes*, *Polybia paulista* y *Scaptotrigona depilis* en el Sureste de Brasil y Moretti *et al.* (2008) evidenciaron variaciones en la abundancia de *A. pallipes* debido al tipo de ambiente o el grado relativo de disturbio en cada uno, y además que preferían ciertas carnedas de origen mamífero, lo que resulta en una aplicación forense más directa. También se han reportado especies de abejas sociales sin aguijón colectando carne o jugos de carroña. De hecho, tres especies del grupo *Trigona hypogea* Silvestri son necrófagas obligadas (Schwarz, 1948; Roubik, 1982; Camargo and Roubik, 1991).

Se ha reportado como necesario el estudio de cucarachas dado que son carroñeros omnívoros que consumen queratina y por lo tanto pueden morder carne humana de vivos y muertos. Se han registrado casos donde provocaron heridas post mortem que levantaron sospechas de estrangulamiento y quemaduras de diferente grado (Denic *et al.*, 1997).

El comportamiento osteofágico de las termitas sobre restos humanos en tumbas arqueológicas ha sido reconocido por Derry (1911) y Ligth (1929). Tales insectos son capaces de colonizar no sólo restos óseos enterrados sino también expuestos (Thorne and Kimsey, 1983; Wylie *et al.*, 1987; Tappen, 1994) y dicho comportamiento parece ser común, y no restringido a taxones específicos (Huchet *et al.*, 2009). Los huesos son consumidos por las termitas protegidas en túneles de forrajeo, dejando parches irregulares de depresiones. También pueden observarse marcas mandibulares que resultan en una bioerosión superficial o consumo de hueso trabecular (Hill, 1987; Tappen, 1994).

Britt *et al.* (2008) mencionan que los tineidos (polillas) pueden estar involucrados en el deterioro de huesos y algunas larvas comen pelos y otros materiales quitinosos tanto de cadáveres como de estiércol (Coe, 1978; Davis and Robinson, 1999). Se ha descrito que en caso de animales con cuernos, las larvas se arrastran hasta el corazón de los mismos por las fundas, masticando y dejando hoyos elípticos (Davis and Robinson, 1999).

Los dípteros así como los coleópteros pueden realizar agujeros en la piel, resultando en heridas post mortem (Campobasso *et al.*, 2001). Los derméstidos se alimentan de cuerpos secos y cuando lo hacen de huesos dejan hoyos ovoides para pupar. Entre los daños que se le atribuyeron a dichos coleópteros se encuentran cavidades, depresiones, destrucción de huesos pequeños, túneles internos a través del hueso esponjoso y túneles externos en superficies articulares (Laudet and Antoine, 2004; Britt *et al.*, 2008). Los cléridos, silphidos e histéridos serían capaces de causar lesiones en tejidos frescos ya sea con fines reproductivos o alimentarios que pueden asemejar, heridas de disparo de corto o largo alcance (Benecke, 2005). Además, Ururahy-Rodrigues *et al.* (2008) en su estudio acerca de los aspectos biotafonómicos de *Coprophanaeus lancifer* (Scarabaeidae), observaron la realización de heridas post mortem tales como, aberturas elongadas y de borde irregular en los

tejidos del cadáver, desmembramiento, remoción del suelo y modificación de los alrededores, que cambió la posición del cadáver.

De acuerdo con lo expuesto y dada la escasa información existente respecto a los artefactos producidos por artrópodos y la importancia que ello tiene para las ciencias forenses, el objetivo de este capítulo fue:

Evaluar los efectos tafonómicos de origen trófico, reproductivo u otros, producidos por el accionar de coleópteros sobre tejidos como el muscular, el conectivo y el tegumentario.

5.2 Materiales

☆☆ Se seleccionaron 15 adultos de *Dermestes maculatus* y *Necrobia rufipes* provenientes de un cultivo establecido en 2010 a partir de cadáveres de cerdos utilizados en estudios de sucesión a campo realizados en Bahía Blanca, Argentina (Capítulo 2.A.2). Tal cultivo se alimentó con carne y/o carne con hueso vacuno, la cual fue previamente hervida durante 5 minutos (semi-hervida) y luego conservada en freezer.

☆☆ Se utilizaron frascos contenedores de vidrio de 5 litros cuyos cuellos y bordes superiores se untaron con aceite mineral, y la abertura fue cubierta con tela voile la cual fue asegurada con una banda elástica. Con la utilización de este frasco experimental, se evitó el escape de los coleópteros, se logró una mejor aireación y esto contribuyó a eliminar la formación excesiva de humedad y de hongos.

☆☆ En cada contenedor se colocaron arena y algodón como sustratos, que además sirvieron como refugio y en el caso del algodón al ser humedecido, también como fuente de agua.

☆☆ Como sustrato cadavérico se adicionó una "patita" (carpo y falanges) de cerdo, el cual fue previamente hervido durante 10 minutos (semi-hervido), luego fue expuesto por 24–36 horas a condiciones de temperatura y humedad ambientales protegido de la lluvia, y se cubrió con un pedazo de tela voile para protegerlo de los carroñeros invertebrados.

☆☆ Los contenedores fueron mantenidos en una habitación del bioterio del Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional del

Sur, a temperatura ambiente de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y fotoperíodo de 12:12 h (Luz:Oscuridad).

★ Los cambios observados en los tejidos por el accionar de larvas y adultos se registraron fotográficamente por medio de una cámara digital NIKON COOLPIX L20.

5.3 Procedimiento

★ Antes del inicio de cada experiencia se fotografió cada "patita" a modo de control (Figuras 5. 1 a y b).

★ Cada cuatro días se realizó la observación directa de los cultivos, anotándose todo lo observado. Esto se llevo a cabo durante nueve meses.

★ Se fotografiaron las marcas hechas en el sustrato cadavérico.

★ Se realizaron cuatro réplicas para *D. maculatus* y dos para *N. rufipes*.

★ Larvas y pupas fueron criadas en el mismo contenedor.

★ También se tomaron fotografías de las marcas encontradas en el tejido vacuno con el que se alimentó a la colonia.

5.4 Resultados

5.4.1. Marcas tafonómicas realizadas por *D. maculatus*

Se encontró que *D. maculatus* en ambos estados, adulto y larval, comieron piel, carne, tendones, cartílago (Figuras 5. 2 a y b) y hueso de los restos suministrados. En principio, los escarabajos comenzaron dejando depresiones y ondulaciones en tejidos blandos, y al tercer o cuarto día de iniciada la experiencia aparecieron los primeros agujeros redondos y ovals. Con el tiempo, estos hoyos aumentaron en tamaño y número, y algunos de ellos se unieron dando formas irregulares (Figura 5. 2c). También, aparecieron impresiones mandibulares en cartílago (Figura 5. 2d).

Un examen con mayor magnificación de los agujeros demostró que sus bordes no eran perfectamente lisos debido a las mordidas (Figuras 5. 3 a y b).

Los espacios entre las falanges fueron zonas muy usadas como refugio por los coleópteros, así como la piel del lado ventral y la queratina de las pezuñas que fueron comidas (Figuras 5. 4 a, b, c y d). En este período ningún agujero fue observado en los huesos que junto con el tejido remanente, fueron usados prácticamente como refugio.

Los insectos consumieron las capas de tejidos localizadas debajo de la piel, lo que causó un efecto visual que hizo que la misma pareciera más clara (Figura 5. 2c). Luego de aproximadamente seis meses, cuando quedaba poco tejido blando, los escarabajos comenzaron a comer huesos. Los bordes de la porción esponjosa del carpo fueron encontrados masticados y roídos, con marcas finas de mandíbulas sobre-impresas en largas marcas, y también se encontró lateralmente en el mismo tejido óseo una clara depresión y otras en estado temprano de desarrollo (Figuras 5. 5 a y b). Otros huesos con impresiones mandibulares fueron los metacarpianos esponjosos (Figuras 5. 5 c, d y e). Después de casi nueve meses los huesos eran fácilmente observables tanto en vista ventral como en vista dorsal (Figuras 5. 6 a y b).

Desde el momento en que los insectos comenzaron a alimentarse, las heces fecales y desperdicios tisulares pudieron ser observados acumulándose en diferentes lugares del resto cadavérico, en el sustrato arenoso y en el algodón (Figuras 5. 2a y 5. 4a).

Las pupas fueron encontradas enterradas en el sustrato o sobre él, debajo o entre el algodón, entre exuvias y desperdicios, pero no en huesos (Figuras 5. 7 a y b).

Ninguno de los efectos encontrados en el sustrato cadavérico expuesto a los insectos fue visto en las muestras control.

Ciertamente, varios de los resultados descritos arriba fueron también observados en las colonias criadas con tejido vacuno. Se encontraron depresiones en distintas fases, hoyos, estriaciones de la carne y hueso, depresiones asemejando cámaras pupales, etc (Figuras 5. 8 a, b, c y d). También se observaron desperdicios fecales y tisulares, y en los mismos sitios.

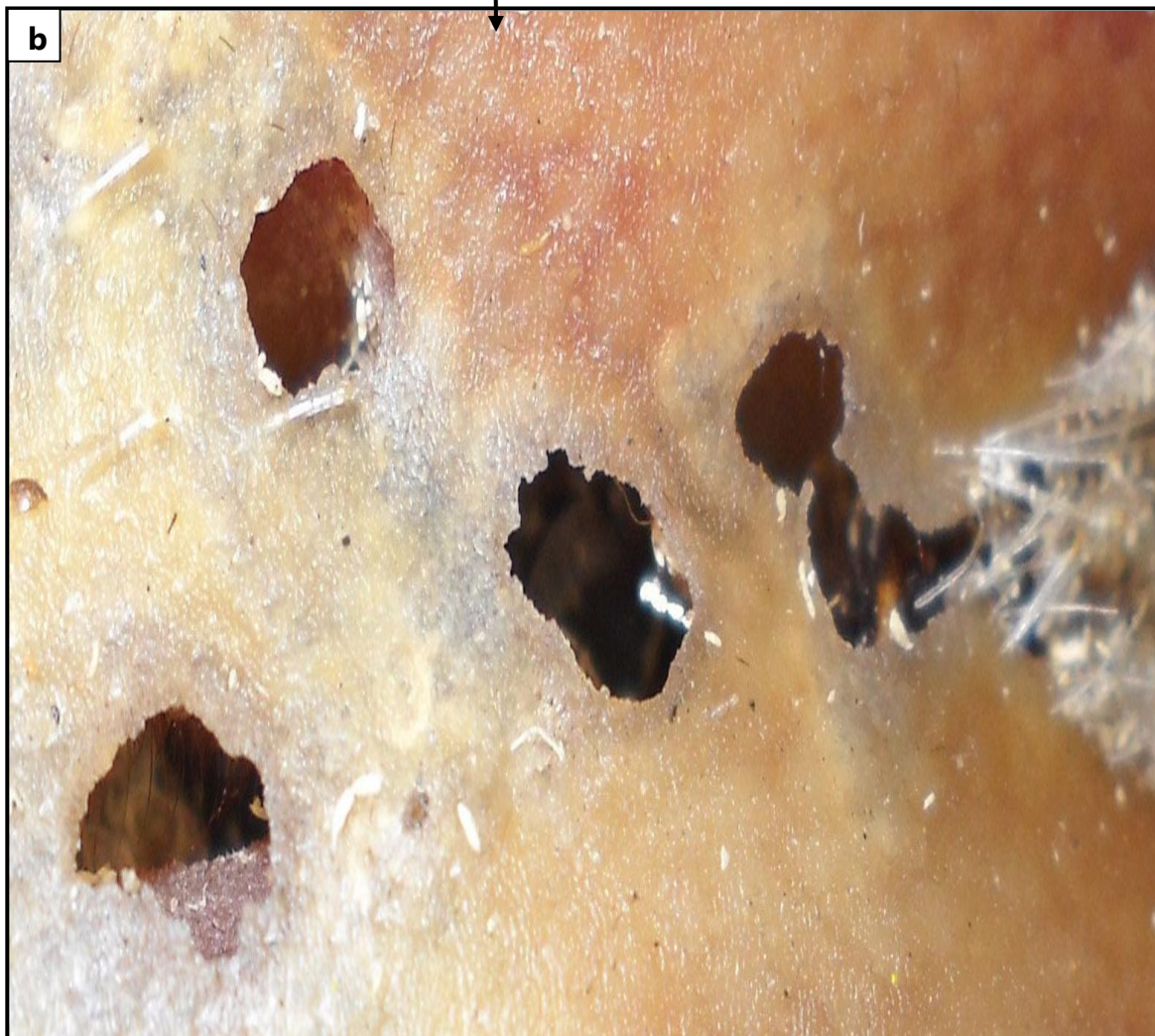
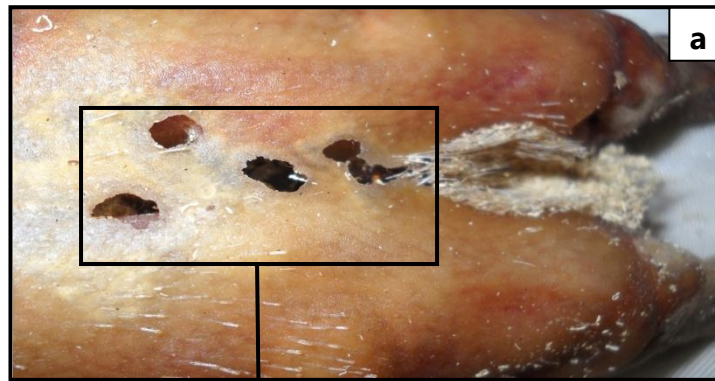


Figuras 5. 1 a y b. Control (sin exposición a insectos). **a.** Vista dorsal. **b.** Vista ventral.



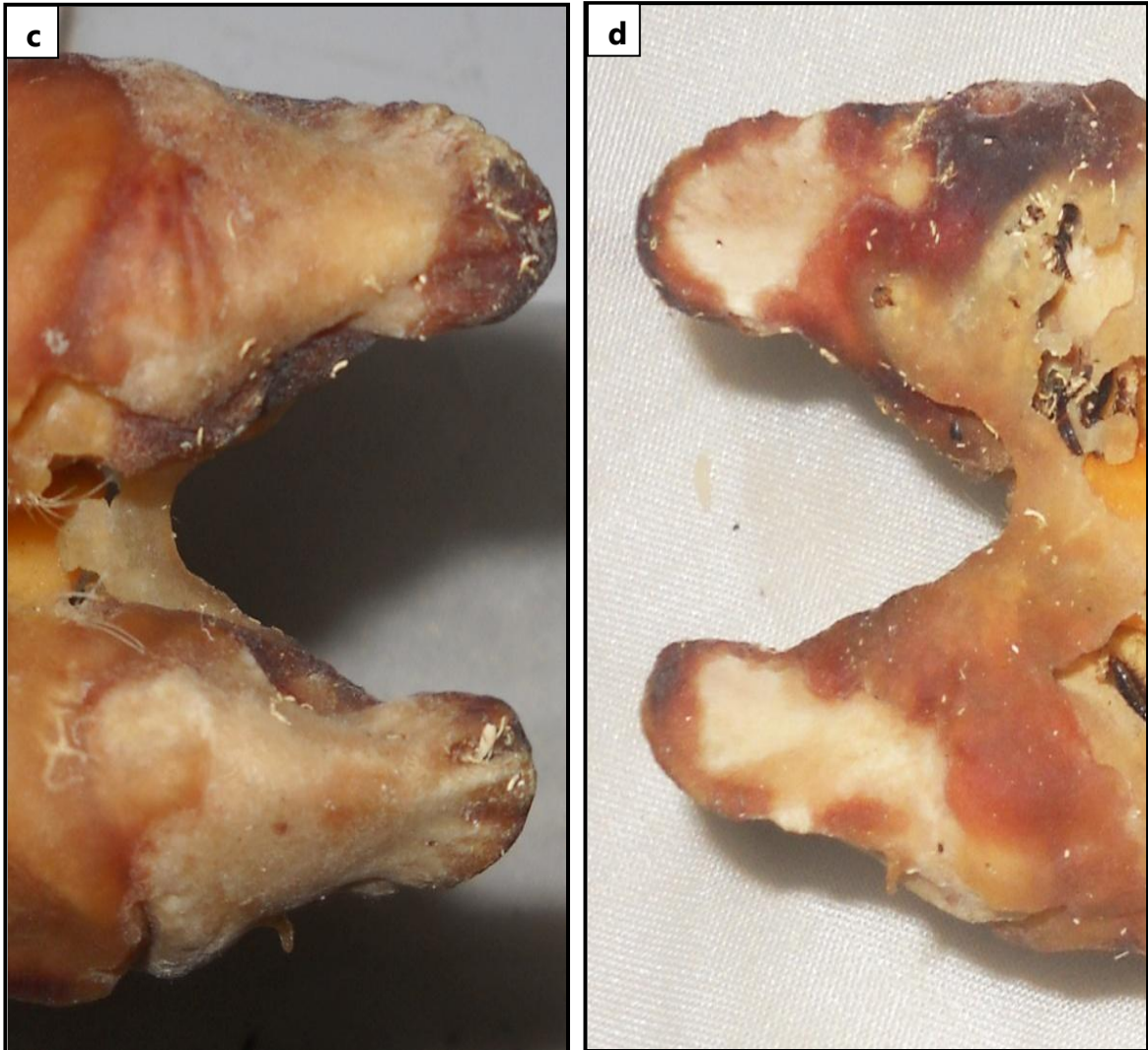


Figuras 5. 2 a, b, c y d. Agujeros ovals y redondos, formas irregulares, zonas "claras" de piel y marcas de mordidas. **a.** Adulto dentro de un agujero durante el período inicial. **b.** Idem a la figura **a** pero en estado larval. **c.** Formas irregulares y zonas "claras" en el lado lateral del sustrato cadavérico como consecuencia de la alimentación de los insectos. **d.** Marcas dejadas como resultado de las impresiones mandibulares en cartílago y otros tejidos conectivos.



Figuras 5. 3 a y b. Agujeros en superficie dorsal del resto cadavérico. **b.** Bordes irregulares de los hoyos debido a las mordidas de insectos.

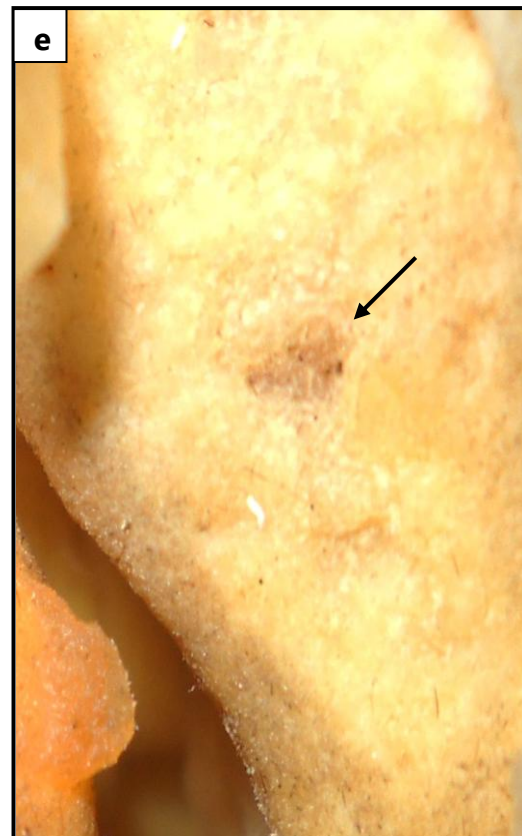
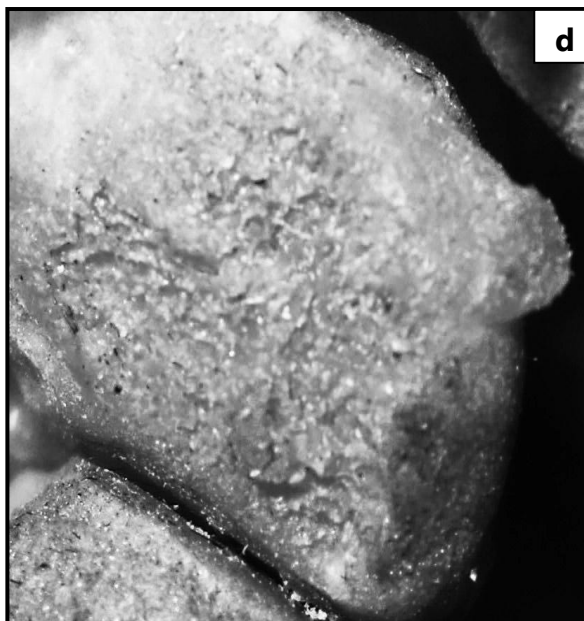
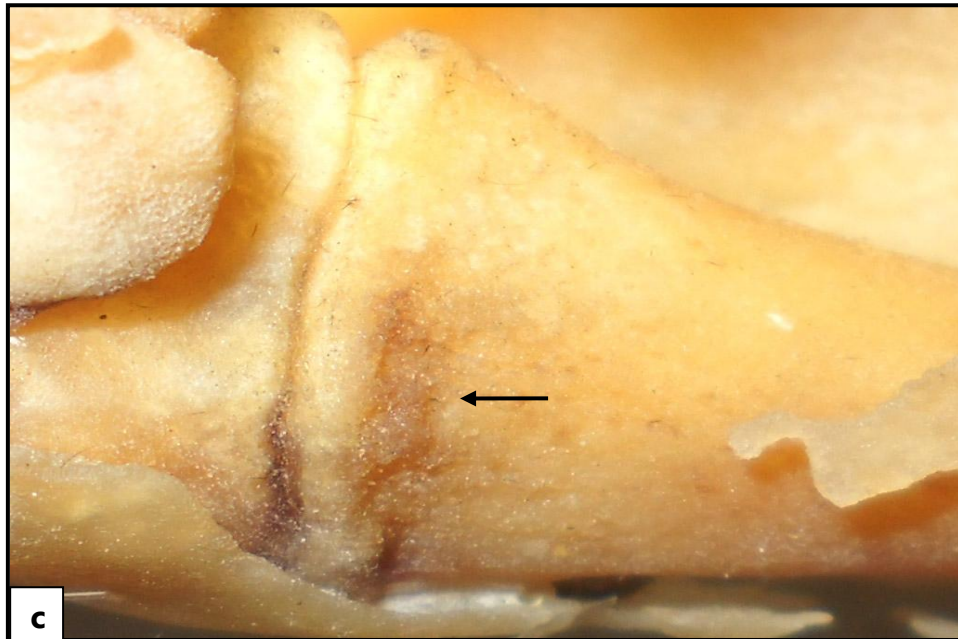




Figuras 5. 4 a, b, c y d. Espacios entre las falanges y las pezuñas, usados como refugio y fuente alimenticia por escarabajos derméstidos.



Figuras 5. 5 a y b. Huesos esponjosos carpianos comidos. **b.** ampliación de **a** donde se observa el detalle del hueso esponjoso intensamente roído con marcas finas de mandíbulas sobre-impresas en largas marcas.



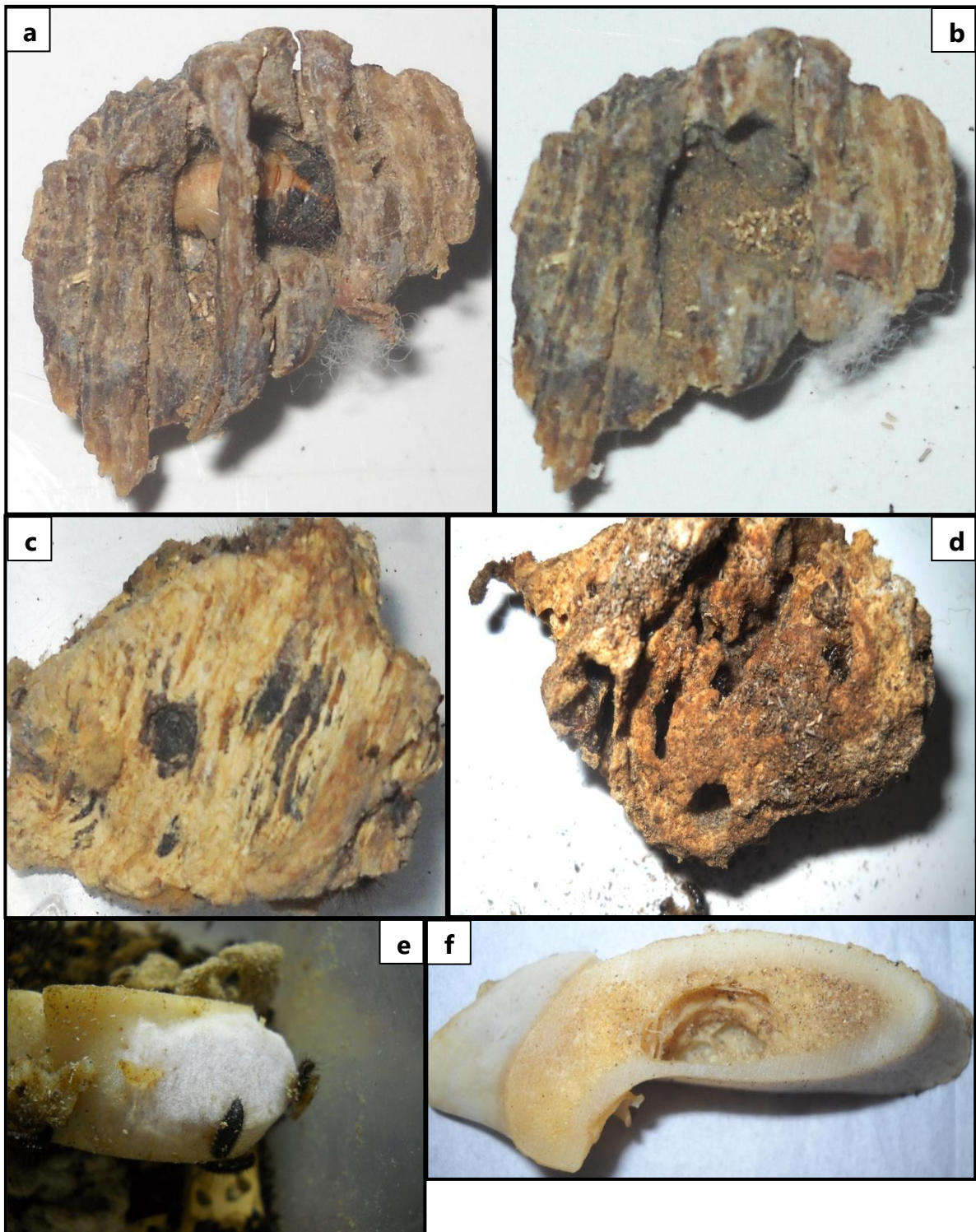
Figuras 5. 5 c, d y e. Marcas en huesos esponjosos metacarpianos y carpianos. **c y d.** Marcas de mandíbulas y depresiones incipientes en varios estados de desarrollo en lugares diferentes de la porción esponjosa del metacarpo. **e.** Depresión incipiente y áreas de alrededor con alteraciones producidas por la actividad de coleópteros. Las flechas señalan las zonas afectadas.



Figuras 5. 6 a y b. Resto cadavérico después de nueve meses de actividad insectívora. Poca piel remanente y huesos expuestos, siendo estos últimos fácilmente observables. **a.** Vista ventral. **b.** Vista dorsal.



Figuras 5. 7 a y b. Localización de pupas. Se observan pupas enterradas, sobre el sustrato, debajo y/o entre los hilos de algodón, y entre exuvias y desperdicios.



Figuras 5. 8 a, b, c, d, e y f. Efectos observados en tejidos vacunos debido a la acción de adultos y larvas de *D. maculatus*. **a.** Pupa en cámara pupal realizada por la larva en tejido muscular. **b.** Detalle de **a** sin la pupa. **c.** Estriaciones y depresiones en tejido muscular. **d.** Agujeros en tejido muscular. **e.** Desgaste producido en hueso. Se puede apreciar una coloración diferente (blanca). **f.** Agujeros y mordidas en hueso trabecular.

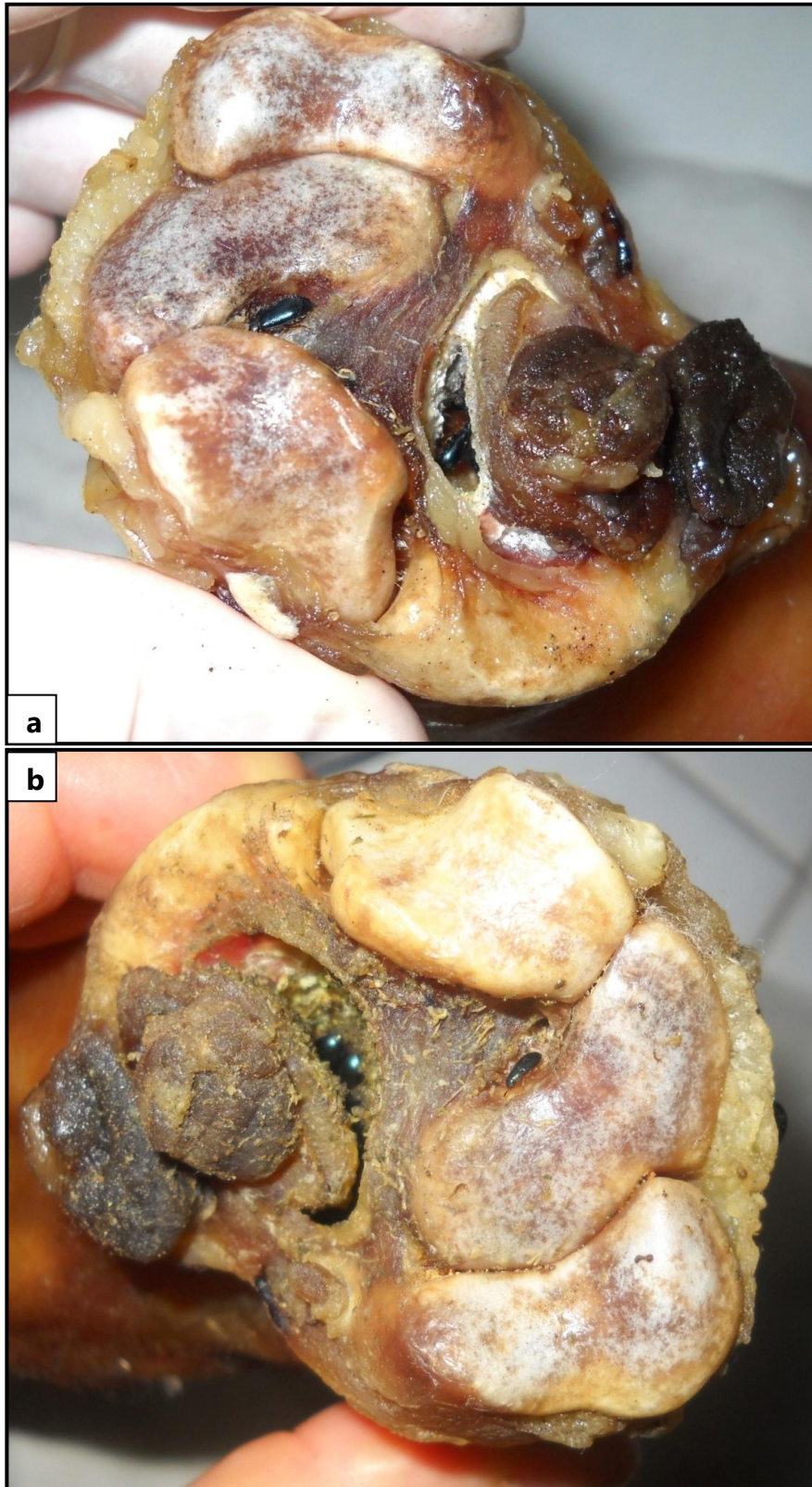
5.4.2 Marcas tafonómicas realizadas por *N. rufipes*

La exposición de *N. rufipes* sobre tejido porcino no produjo efectos tan rápidos. En menor grado hicieron ondulaciones y depresiones en piel, y tejido conectivo. Dichos efectos no se observaron en el control (Figuras 5. 9 a y b). En una de las experiencias, los insectos se introdujeron por la zona de corte realizada por el carnicero, al consumir parte de los tejidos conectivos de la articulación. El resto de los tejidos parecen no haber sido consumidos internamente por lo que en los nueve meses de exposición prácticamente el sustrato cadavérico se observó intacto. Los espacios entre dedos y la superficie ventral de ellos fueron muy usados por estos coleópteros. Con el tiempo se acumularon materia fecal y otros desperdicios producidos por los insectos (Figuras 5. 10 a y b). Pasados 12 meses, dado que los cléridos se localizaban principalmente en el interior de la pata, se cortó longitudinalmente la misma, no registrándose artefactos. En la réplica los adultos no se introdujeron en el sustrato cadavérico, sin embargo, se encontraron hendiduras profundas hechas por las larvas. Estas parecen asemejar el camino que las mismas recorren al alimentarse (Figuras 5. 11 a y b).

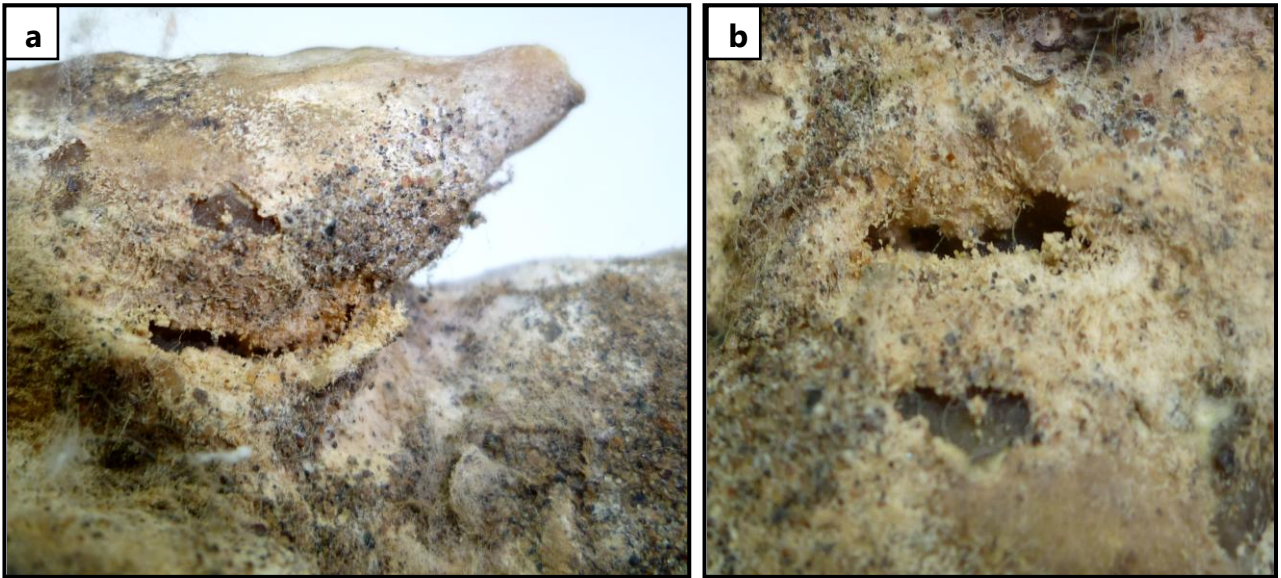
El mismo tipo de marcas se observaron cuando los cultivos fueron alimentados con tejido vacuno (Figura 5. 12).



Figuras 5. 9 a y b. Control (sin actividad de insectos). **a.** Vista dorsal. **b.** Vista ventral.



Figuras 5. 10 a y b. Adultos de *N. rufipes* consumiendo tejidos. Pueden verse adultos dentro del resto cadavérico. **a.** Sustrato cadavérico al comienzo de la experiencia. **b.** Sustrato cadavérico siete meses después de iniciada la experiencia. Puede verse el consumo de tejido.



Figuras 5. 11 a y b. Marcas hechas por larvas de *N. rufipes* en el sustrato cadavérico.



Figura 5. 12. Tejido muscular vacuno con agujeros y túneles producto de la acción carroñera de los cléridos, particularmente de las larvas.

5.5 Discusión

Las marcas que, por actividad de los insectos, se pueden observar en el cadáver o restos de ellos, no ha merecido hasta el presente mucha atención. Si bien, aún falta mucho por investigar, se ha puesto mayor interés en la actividad de vertebrados carroñeros que en la de los artrópodos.

En este trabajo fueron usadas extremidades de *Sus scrofa* L. como biomodelo porque el patrón de descomposición de los cerdos domésticos es muy similar al del cuerpo humano. Además, estos animales son fáciles de obtener; sus sistemas digestivo, cardiovascular y tegumentario, así como otras partes del cuerpo son comparables a aquellas del humano; su sacrificio no es complicado, y no ocasiona problemas éticos. Por lo tanto, el uso de cerdos como biomodelos permite una mejor comparación y extrapolación de los resultados con aquellos del ser humano (Payne, 1965; Goff, 1993). Los restos fueron expuestos a *D. maculatus* bajo condiciones controladas de laboratorio para describir los artefactos que esta especie puede producir no sólo cuando se alimenta sino también cuando completa su ciclo de vida.

Experiencias de campo han demostrado que el arribo de los derméstidos es variable y podría suceder durante los primeros días de la descomposición (observación personal; Richards and Goff, 1997). Al principio de este estudio se observaron pequeños arañazos sobre la piel y sobre el tejido conectivo en extremidades que tuvieron que ser eliminadas como consecuencia de la formación de hongos, lo cual podría indicar que los derméstidos pueden producir marcas en etapas tempranas de descomposición. Posteriormente, con el fin de prevenir la formación de hongos, la acción de otros contaminantes y el enmascaramiento de las marcas, el sustrato cadavérico fue hervido y parcialmente deshidratado. Otros autores también realizaron tratamientos de calentamiento para desinfestar tejidos cuando llevaban a cabo experimentos bajo condiciones controladas (Osuji, 1975; Keeler, 1999; Ezenwaji and Obayi, 2004; Adebote *et al.*, 2006; Akinwumi and Fesobi, 2010; Akinwumi and Akinwumi, 2011). Más aún, algunos reportes han descrito a los derméstidos como consumidores de tejidos que estaban parcialmente húmedos (Barros de Souza *et al.*, 2008).

Se observó que los escarabajos inicialmente prefirieron tejidos blandos como músculo, cartílago, tendón y tegumento; y que su actividad produjo ondulaciones, pequeñas

depresiones y finalmente hoyos redondos y ovales, algunos de los cuales gradualmente asumieron formas irregulares. En los experimentos a campo se observó que las larvas de *D. maculatus* comían dejando túneles en los tejidos. Además, en un cerdo correspondiente a la experiencia de primavera, se fotografió un agujero ovalado en el mismo tipo de porción de pata empleada bajo condiciones controladas. Se consideró a los derméstidos como potencial causante de dicha marca.

Otros resultados evidenciados en este trabajo mostraron que los escarabajos frecuentemente usaban los espacios entre y debajo de los dedos de la "patita", y que la piel parecía "aclararse". La observación continua a través del experimento demostró que las áreas comidas por los insectos coincidían con áreas de piel "más claras", y aquellas todavía con tejido conectivo o muscular podrían ser vistas a través de la piel, coloradas u oscuras.

En este estudio, los pellets de heces y desperdicios fueron vistos prontamente acumulándose sobre el resto cadavérico, el sustrato y el algodón. Su identificación es importante porque ellos podrían ser usados como un indicador forense de la presencia de escarabajos como fue sugerido por Schroeder *et al.* (2002).

En este trabajo, también se encontró que, cuando los tejidos blandos comenzaron a escasear, arañazos, marcas mandibulares, ondulaciones y depresiones aparecieron sobre los huesos. Sin embargo, durante todo el periodo que duró el experimento no se registraron agujeros ni túneles. De hecho según Hefti *et al.* (1980) y Roberts *et al.* (2003), el daño infligido a los huesos depende de la cantidad de tejidos blandos provistos y también varía con las especies de derméstidos involucradas (Timm, 1982). También la ausencia de túneles y agujeros podría estar relacionada con el costo energético que el organismo requiere para la realización de dichas marcas.

Las especies del género *Dermestes* pueden construir cámaras de distintos materiales particularmente sustrato firme para pupar, o pueden hacerlo dentro de la última exuvia larval sin necesidad de una cámara (Kreyenberg, 1928; Peacock, 1993). En el presente trabajo, la pupación ocurrió en diferentes lugares pero no en huesos. Se podría inferir que la presencia de los materiales en el modelo experimental, arena, madera y algodón, haya sido preferida por las larvas para pupar en lugar de los huesos, lo cual podría estar vinculado con un ahorro de energía. Esta última observación podría coincidir con el comentario de Martin and West (1995) en el cual

ellos mencionan que las cámaras pupales en huesos no son comunes y han sido sólo identificados en huesos fósiles. Kreyenberg (1928) ha indicado que los derméstidos prefieren pupar lejos de la fuente de alimento para prevenir el canibalismo. Esto podría también explicar la presencia de algunas depresiones incompletas en huesos encontradas en distintas etapas de desarrollo en este estudio. O también podría ser necesario más tiempo para la formación de cámaras pupales. Con respecto a esto, la mayoría de la información publicada hasta el momento, se ha basado en fósiles o huesos relacionados a casos forenses, los cuales pudieron haber experimentado muchos cambios hasta el momento en que fueron encontrados.

Benecke (2004) ha reportado que Histeridae y Silphidae pueden causar lesiones que asemejan heridas de disparo de corto y largo alcance. Aunque conclusiones similares no pueden realizarse en el presente trabajo porque el permiso legal para usar armas no es fácil de obtener, el examen detallado de las marcas con mayor magnificación mostró bordes irregulares e impresiones mandibulares como resultado de las mordidas de los insectos. Britt *et al.* (2008) también fotografió las mandíbulas de *D. maculatus* y atribuyó posibles marcas en huesos de dinosaurio. Estos hallazgos podrían ayudar a relacionar distintas especies a cuerpos o restos. En investigaciones futuras sería de interés comparar las marcas que dejan la actividad de los artrópodos con aquellas producidas por distintos tipos de armas criminales.

No se ha reportado ninguna medida cuantitativa de las marcas ocasionadas por los coleópteros pero serán evaluadas posiblemente en un futuro proyecto.

Aunque las réplicas no han sido comparadas cuantitativamente, el análisis cualitativo indicó que fueron similares.

En cuanto a *N. rufipes*, los artefactos producidos aparecieron más lentamente que los efectuados por los derméstidos, quizás debido al tamaño de la progenie. Aun así, se realizarán más réplicas para corroborar los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

☆☆ Se hallaron nuevos reportes de familias y especies de importancia forense para la Provincia de Buenos Aires y Argentina. En el caso de *N. carnaria*, es el primer reporte en Sudamérica. Esto constituye nueva información que puede ser aplicada en casos periciales y recalca lo importante de realizar estudios en distintas zonas geográficas para obtener información de la fauna cadavérica.

☆☆ Se determinó que hubo familias y/o especies cadavéricas con actividad estacional y anual. Esto es importante dado que las diferencias estacionales en la presencia y actividad de las especies pueden ser de utilidad en la estimación del PMI, principalmente en la región de estudio, determinando cuando fue la estación del deceso, particularmente cuando transcurrió mucho tiempo luego de la muerte.

☆☆ La diversidad específica y la abundancia promedio total pueden verse afectadas por las estaciones y la etapa de descomposición en la que se encuentra el cadáver. También la abundancia promedio de las familias mostró cambios dependientes de las estaciones y la descomposición. Conocer la forma en que dichas variables pueden cambiar en las distintas épocas y etapas de descomposición, nos da un panorama de la sucesión de los insectos.

☆☆ Dado que Histeridae además de ser la más diversa fue la más abundante de las familias, sin olvidar el rol ecológico que presenta en los cadáveres, es necesario remarcar el potencial forense que posee y por lo tanto conocer sus ciclos vitales (desconocidos prácticamente) a los fines forenses.

☆☆ La composición taxonómica de los coleópteros también cambió con las etapas de descomposición y estaciones. Esto permitió conocer los tiempos de colonización, lo cual es de gran utilidad para estimar el tiempo de deceso en forma precisa durante las etapas tempranas y tardías de la descomposición. Se destacaron tres ensambles de coleópteros: el de Invierno (Dermestidae), los estafilínidos casi todo el año en F+H, e Histeridae y Cleridae en etapas posteriores. También Dermestidae fue importante en las etapas posteriores durante las otras estaciones. Estos resultados son los primeros en discriminar claramente los ensambles de familias de coleópteros.

★ Se encontraron diferencias en la abundancia y composición de los gremios o roles tróficos por estación y etapa de descomposición. Hay una asociación entre dichos períodos y el hábito alimenticio de los coleópteros así como una sucesión. Los necrófilos (principalmente los estafilínidos) dominaron en las etapas tempranas, compartiendo dicha etapa con los derméstidos (necrófagos) en Invierno. Los necrófagos fueron el gremio dominante durante el Invierno principalmente en las dos últimas etapas de la descomposición. Los omnívoros mostraron un mayor dominio en Verano durante las Descomposición Avanzada y los Restos.

★ Se encontraron larvas de algunas familias. En general, Dermestidae fue la familia más abundante en todas las estaciones. Estos resultados son de importancia dado que se tiene registro de que familias se reproducen en el cadáver y por lo tanto, permitirá realizar estudios taxonómicos de las larvas y por consiguiente de los ciclos de vida de especies a diferentes temperaturas. De esta forma se podrán realizar estimaciones del intervalo post mortem especialmente cuando han transcurrido largos períodos de tiempo desde el inicio de la descomposición.

★ El haber encontrado larvas en las trampas de caída y larvas 4, 5 y/o 6 en la etapa Hinchada y Descomposición Activa durante el verano y otoño, sugiere que dichos estadios tiene una gran capacidad para moverse en busca de alimento o protección para completar su desarrollo. Este es un comportamiento semejante al de las larvas de Diptera, que es importante considerar al momento de coleccionar dichos estadios inmaduros y/o pupas en las áreas cercanas al cadáver y estimar el PMI en etapas avanzadas de descomposición, y además evitar errores en la estimación del PMI, dado que la edad de las larvas indicaría un intervalo de tiempo mayor al del deceso.

★ El hecho que las familias puedan ser subestimadas o sobreestimadas por el tipo de muestreo, recalca lo importante de la complementación de ambos tipos de muestreo, cadáveres y trampas de caída, para así obtener mayor información acerca de la descomposición, hábitat carroñero y familias o especies cadavéricas.

★ Se podría opinar sobre la subestimación de uno u otro método en las familias que resultaron con un claro sesgo. Es decir, se tendría información sobre el método que resultaría más apropiado para detectar o encontrar una determinada familia.

★ Por primera vez en la Argentina, se establecieron colonias de tres especies de coleópteros de interés forense: *D. maculatus*, *N. rufipes* y *N. carnaria*. Las condiciones de cría empleadas son nuevas para *N. carnaria* y distintas a las reportadas para *N. rufipes*. Además, los datos del ciclo de vida de *N. carnaria* y por lo tanto de la descripción de la larva madura, son los primeros en Sudamérica. Estos estudios aportan un conocimiento valioso sobre el desarrollo de algunas especies de la fauna cadavérica Sudamericana.

★ Hasta el cuarto estadio larval de *D. maculatus* se observó un comportamiento unimodal. Por el contrario, a partir del quinto estadio se halló un punto decisivo para el individuo, dado que el próximo paso a seguir es pupar o bien mudar al siguiente estadio larval. Se encontraron distintas poblaciones estadísticas, principalmente L5 y L6, aunque en diferentes proporciones según la temperatura. Tales resultados son los primeros en describirse. Estos podrían estar relacionados con un efecto de variación genética ante el ambiente. En muchas especies con variabilidad intraespecífica en el número de estadios, alguna variación también puede ocurrir en condiciones de cría estandarizadas. Esto podría indicar que una vez que la variabilidad ha evolucionado, el número de estadios permanece altamente plástico a nivel intraespecífico. Los factores pueden ser tanto genéticos como adquiridos por vía maternal, y a su vez quizás dependan de las condiciones ambientales experimentados por un padre. El número de estadios larvales quizás es genéticamente distinto en larvas de diferentes poblaciones, entre fenotipos genéticamente determinados o entre descendientes de diferentes individuos de una misma población.

★ En todas las temperaturas se encontró que a mayor número de estadios, más prolongado fue el desarrollo larval de *D. maculatus*. En los insectos existe un umbral de tamaño característico de cada especie que una larva debe alcanzar antes de la metamorfosis. Según esto, los estadios larvales adicionales servirían como un medio de compensación en condiciones adversas cuando la larva fracasa en alcanzar dicho tamaño frente a un número "normal" de larvas. También podría ocurrir que el número de estadios aumenta frente a condiciones favorables.

★ El modelo hiperbólico fue el que mejor ajustó en todas las poblaciones al evaluar la duración media del desarrollo larval total en función de la temperatura. Al analizar

los datos de los experimentos restantes se podrá realizar un mejor ajuste y verificar lo hallado hasta el momento.

★ Parece verificarse un fenómeno de plasticidad fenotípica en el desarrollo de *D. maculatus*, en el cual el fenotipo (tamaño) es afectado por condiciones ambientales, principalmente por la temperatura. De acuerdo con lo expresado en el capítulo 4, podría considerarse que a mayor tamaño del cuerpo mejor es la performance y dominancia de los organismos o fitness. Es decir, en términos de evolución, la selección direccional favorece el incremento del tamaño de los organismos de muchas poblaciones naturales. Esto puede traer aparejado costos y riesgos importantes como una maduración retrasada y un costo energético alto. Posiblemente ocurran diferencias genéticas en linajes que llevan a tener diferentes normas de reacción para una variable ambiental dada. Hay que tener en cuenta que también cambios genéticos en el tamaño pueden ocurrir debido a una selección artificial activa (diseño experimental). Estos datos podrían ser de importancia a la hora de estimar el PMI y otros parámetros relacionados con lo Forense.










★ Los resultados obtenidos en el capítulo 4 indicarían que la estimación del PMI, no podría realizarse por medio de isomegalendiagramas que utilicen datos de longitud de larvas sino que habría que utilizar otro parámetro de desarrollo como es el peso de las mismas, cuando se comparen valores de temperaturas opuestas.











★ *Dermestes maculatus* es un carroñero capaz de producir en ambos estados, adulto y larval, artefactos en diferentes tejidos de extremidades de cerdo bajo condiciones controladas. Los resultados de *N. rufipes* indicaron que las marcas fueron menos numerosas y llevarían más tiempo en aparecer que las ocasionadas por *D. maculatus*. El conocimiento de las huellas de la actividad tafonómica de dichos coleópteros podría ser de gran aplicación cuando se realiza el estudio forense de distintos restos humanos, o de otros animales. De manera que estos resultados podrían ser de utilidad para los profesionales médico-legales, aportando conocimiento en tafonomía y otras ciencias forenses.










★ Dados los auspiciosos resultados encontrados y su carácter de utilidad forense, deberán ser continuados los estudios sobre la biología de las principales familias y especies de coleópteros carroñeros, especialmente los aspectos vinculados a sus











ciclos biológicos, comportamientos, los efectos tafonómicos que pueden ocasionar sobre los tejidos cadavéricos. Y, para algunas familias, implementar otras metodologías que permitan mejorar la técnica de colecta de las mismas.











BIBLIOGRAFÍA











-  Aballay F. H. 2012. Estudios estacionales en composición, colonización y asociación de la entomofauna cadavérica, en relación a los estadios de descomposición en zonas áridas y ambientes de altura. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Quilmes. 235 pp.
-  Aballay F. H., Murúa A. F., Acosta J. C. and Centeno N. 2008. Primer registro de artropodofauna cadavérica en sustratos humanos y animales en San Juan, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina* 67(3–4): 157–163.
-  Aballay F. H., Arriagada G., Flores G. E. and Centeno N. D. 2013. An illustrated key to and diagnoses of the species of Histeridae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. *ZooKeys* 261: 61–84.
-  Abdel-Kader M. M. and Barak A. V. 1979. Evidence for a sex pheromone in the hide beetle, *Dermestes maculatus* (De Geer) (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Chemical Ecology* 5(5): 805–813.
-  Abdullahi N., Auwal F., Yushaú M. and Bello B. 2010. Efficacy of nutmeg powder (*Monodora myristica*) against the beetle *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Bioscience Research Communications* 22(5): 279–282.
-  Achiano K. A. and Giliomee J. H. 2005. Biology of the house fly predator *Carcinops pumilio* (Erichson) (Coleoptera: Histeridae). *BioControl* 50: 899–910.
-  Adachi I. 1994. Development and life cycle of *Anoplophora malasiaca* (Thomson) (Coleoptera: Cerambycidae) on citrus trees under fluctuating and constant temperature regimes. *Applied Entomology and Zoology* 29: 485–497.
-  Adair T. W. and Kondratieff B. C. 1996. The Occurrence of *Nitidula Flavomaculata* (Coleoptera: Nitidulidae) on a human corpse. *Entomological News* 107(4): 233–236.
-  Adebote D. A., Abolude D. S., Oniye S. J., Olododo S. S. and Hassan M. M. 2006. Larvicidal and repellent actions of *Detarium microcarpum* seed oil against the larvae of *Dermestes lardarius* (Coleoptera: Dermestidae) in dried *Clarias gariepinus* fish. *Journal of Entomology* 3(3): 248–253.











-  Adis J. 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zoologischer Anzeiger* 202(3/4): 177–184.
-  Adlam R. E. and Simmons T. 2007. The effect of repeated physical disturbance on soft tissue decomposition—Are taphonomic studies an accurate reflection of decomposition?. *Journal of Forensic Science* 52(5): 1007–1014.
-  Ahearn G. A. 1971. Ecological factors affecting population sampling of desert Tenebrionid beetles. *The American Naturalist* 86: 385–406.
-  Akinwumi F. O. and Fesobi M. E. 2010. Effect of some plant-based insecticides on the nutritive value of smoked catfish, *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae). *African Journal of Food Science* 4(4): 143–147.
-  Akinwumi F. O. and Akinwumi I. O. 2011. Egg and reproductive inhibitory effects of some oil-mixed plant derivatives against smoked African mud catfish (*Clarias gariepinus*) beetles, *Dermestes Maculatus* and *Necrobia Rufipes*. *American Journal of Scientific Research* (13): 82–87.
-  Alata J. 1973. Lista de insectos y otros animales dañinos a la agricultura en el Perú. Ministerio de Agricultura en el Perú. Manual N° 38. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Investigación Agropecuaria. La Molina. 170 pp.
-  Allaire M. T. 2002. Postmortem interval (PMI) determination at three biogeoclimatic zones in Southwest Colorado. Thesis submitted for the degree of Master of Arts in the department of Geography and Anthropology. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. 79 pp.
-  Allsopp P. G. 1980. The biology of false wireworms and their adults (soil-inhabiting Tenebrionidae) (Coleoptera): a review. *Bulletin of Entomological Research* 70: 343–379.
-  Almeida L. M. and Mise K. M. 2009. Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. *Revista Brasileira de Entomologia* 53(2): 227–244.
-  Amendt J., Krettek R. and Zehner R. 2004. Forensic Entomology. *Naturwissenschaften* 91: 51–65.

-  Amendt J., Zehner R. and Reckel F. 2008. The nocturnal oviposition behaviour of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Central Europe and its forensic implications. *Forensic Science International* 175: 61–64.
-  Ames C. and Turner B. 2003. Low temperature episodes in development of blowflies: implications for postmortem interval estimation. *Medical and Veterinary Entomology* 17: 178–186.
-  Anderson R. S. 1982. Resource partitioning in the carrion beetle (Coleoptera: Silphidae) fauna of Southern Ontario: ecological and evolutionary considerations. *Canadian Journal of Zoology* 60: 1314–1325.
-  Anderson G. S. 1998. Wildlife forensics: using forensic entomology in the investigation of illegally killed black bears. *The Proceedings of the American Academy of Forensic Sciences* 4: 45.
-  Anderson G. S. 1999. Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black bear cubs. *Journal of Forensic Sciences* 44(4): 856–859.
-  Anderson G. S. 2000. Minimum and maximum development rates of some forensically important Calliphoridae (Diptera). *Journal of Forensic Sciences* 45: 824–832.
-  Anderson G. S. 2001. Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death. In: Byrd J. H. and Castner J. L. (Eds.). *Forensic Entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press. Boca Raton, Florida. Vol. 5: 143–175 pp.
-  Anderson G. S. and VanLaerhoven S. L. 1996. Initial studies on insect succession on carrion in Southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences* 41(4): 617–625.
-  Anderson R. S. and Peck S. B. 1984. Binomics of nearctic species of *Aclypea* Reitter: phytophagous “carrion” beetles (Coleoptera: Silphidae). *Pan-Pacific Entomologist* 60(3): 248–255.









-  Angilletta M. J. and Dunham A. E. 2003. The temperature-size rule in ectotherms: simple evolutionary explanations may not be general. *The American Naturalist* 162(3): 332–342.
-  Anonymous. 1985. The principal injurious insects of the year 1907. *United States Department of Agriculture Yearbook* 1907: 541–552.
-  Anziani O. 1996. Epidemiología y control de dípteros que parasitan a los bovinos en el área central de la Argentina. In: Crespo D. C. and Leucona R. E. (Eds.). Dípteros plaga de importancia económica y sanitaria. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Buenos Aires. 33–34 pp.
-  Arbogast R. T. 1991. Beetles: Coleoptera. In: Gorham J. R. (Ed.). Ecology and management of foodindustry pests. Food and Drug Administration Technical Bulletin 4. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. 131–176 pp.
-  Archer M. S. 2002. The ecology of invertebrate interactions with vertebrate carrion in Victoria, with reference to forensic entomology. Thesis submitted for the degree of Ph.D. University of Melbourne. 230 pp.
-  Archer M. S. 2003. Annual variations in arrival and departure times of carrion insects at carcasses: implications for succession studies in forensic entomology. *Australian Journal of Zoology* 51(6): 569–576.
-  Archer M. S. and Elgar M. A. 1998. Cannibalism and delayed pupation in hide beetles, *Dermestes Maculatus* DeGeer (coleoptera: Dermestidae). *Australian Journal of Entomology* 37(2): 158–161.
-  Archer M. S. and Elgar M. A. 1999. Female preference for multiple partners: sperm competition in the hide beetle, *Dermestes maculatus* (DeGeer). *Animal Behaviour* 58(3): 669–675.
-  Archer M. S. and Elgar M. A. 2003. Effects of decomposition on carcass attendance in a guild of carrion-breeding flies. *Medical and Veterinary Entomology* 17(3): 263–271.
-  Archibald R. D. and Chalmers I. 1983. Stored product Coleoptera in New Zealand. *New Zealand Entomologist* 7(4): 371–397.












-  Arlian L. G. 1991. House-dust-mite allergens: a review. *Experimental & Applied Acarology* 10(3–4): 167–186.
-  Arnaldos M., Romera E., Presa J., Luna A. and García M. 2004. Studies on seasonal arthropod succession on carrion in the Southeastern Iberian Peninsula. *International Journal of Legal Medicine* 118 (4): 197–205.
-  Arnaldos M. I., García M. D., Romera E., Presa J. J. and Luna A. 2005. Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Science International* 149(1): 57–65.
-  Arnaldos M. I., Prado e Castro C., Presa J. J., López-Gallego E. and García M. D. 2006. Importancia de los estudios regionales de fauna sarcosaprófaga. Aplicación a la práctica forense. *Ciencia Forense* 8: 63–82.
-  Arneberg P. and Andersen J. 2003. The energetic equivalence rule rejected because of a potentially common sampling error: evidence from carabid beetles. *Oikos* 101: 367–375.
-  Arnett Jr. R. H. 1968. *The Beetles of the United States: a manual for identification*. The American Entomological Institute. Ann Arbor, MI. 1112 pp.
-  Arnett Jr. R. H., Downie N. M. and Jaques H. E. 1980. *How to know the beetles*. 2^d ed. Pictured key nature series. W. C. Brown Co. Dubuque, Iowa.
-  Arnett Jr. R. H. and Jacques Jr. R. L. 1981. *Simon & Schuster's guide to insects*. Simon & Schuster. New York. 511 pp.
-  Ashamo M. O. and Ajayi O. E. 2003. Effect of processing and storage methods on the shelf life and incidence of insect pests on smoked fish. *Global Journal of Pure and Applied Sciences* 9(3): 319–324.
-  Ashe J. S. 1987. Egg chamber production, egg protection, and clutch size among fungivorous beetles of the genus *Eumicrota* Casey (Coleoptera: Staphylinidae) and their evolutionary implications. *Zoological Journal of the Linnean Society* 90: 255–273.











-  Ashe J. S. 2002. Aleocharinae. In: Navarrete-Heredia J. L., Newton A. F., Thayer M. K., Ashe J. S. and Chandler D. S. (Eds.). Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Guadalajara: Universidad de Guadalajara y CONABIO. 401 p.
-  Ashe J. S. and Timm R. M. 1987. Activity by and activity patterns of parasitic beetles of the genus *Amblyopinus* (Coleoptera: Staphylinidae). *Journal of Zoology* (London) 212: 429–437.
-  Ashman F. 1962. Factors affecting the abundance of the copra beetle, *Necrobia rufipes* (Deg.) (Coleoptera, Cleridae). *Bulletin of Entomological Research* 53: 671–680.
-  Ashman F. 1963. Factors affecting the abundance of the copra beetle, *Necrobia rufipes* (Deg.) (Col., Cleridae). *Bulletin of Entomological Research* 53(4): 671–680.
-  Atkinson D. 1994. Temperature and organism size: a biological law for ectotherms?. *Advances in Ecological Research* 25: 1–58.
-  Atkinson D. and Sibly R. M. 1997. Why are organisms usually bigger in colder environments? making sense of a life history puzzle. *Trends in Ecology & Evolution* 12: 235–239.
-  Aukema B. H. and Raffa K. F. 2002. Relative effects of exophytic predation, endophytic predation, and intraspecific competition on a subcortical herbivore: consequences to the reproduction of *Ips pini* and *Thanasimus dubius*. *Oecologia* 133: 483–491.
-  Ayón R. 2013. Sucesión de artrópodos carroñeros en cadáveres de cerdo (*Sus scrofa*) en la provincia de Salta, Argentina: análisis de los posibles factores que determinan su cambio. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Quilmes. 170 pp.
-  Azab A. K., Tawfik M. F. S and Abouzeid N. A. 1973. The biology of *Dermestes maculatus* Degeer (Coleoptera, Dermestidae). *Bulletin of the Entomological Society of Egypt* 56: 1–14.
-  Azeredo-Espin A. M. L. and Lessinger A. C. 2006. Genetic approaches for studying myiasis-causing flies: molecular markers and mitochondrial genomics. *Genetica* 126(1–2): 111–113.











-  Bacheler J. S. and Habeck D. H. 1974. Biology and hybridization of *Apantesis phalerata* and *A. radians* (Lepidoptera: Arctiidae). *Annals of the Entomological Society of America* 67: 971–975.
-  Bahillo de la Puebla P. and Lopez- Colon J. I. 2006. Los Cleridos de la comunidad de Madrid (Coleoptera, Cleridae). *Graellsia* 62 (número extraordinario): 403–418.
-  Barber H. S. 1931. Traps for cave inhabiting insects. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* 46: 259–266.
-  Barnes E. 1986. Zoología de los Invertebrados. 4^{ta} Ed. Ed. Interamericana. México. 1146 pp.
-  Barros de Souza A. M. and Linhares A. X. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. *Medical and Veterinary Entomology* 11(1): 8–12.
-  Barros de Souza A. S., Dutra Kirst F. and Ferreira Krüger R. 2008. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 52: 641–646.
-  Bartelt R. J., Carlson D. G., Vetter R. S. and Baker T. C. 1993. Male-produced aggregation pheromone of a *Carpophilus mutilatus* (Coleoptera: Nitidulidae). *Journal of Chemical Ecology* 19: 107–118.
-  Bartelt R. J. and James D. G. 1994. Aggregation pheromone of Australian sap beetle, *Carpophilus davidsoni* (Coleoptera: Nitidulidae). *Journal of Chemical Ecology* 20: 3207–3219.
-  Bartholo de Andrade J., Aparecida Rocha F., Rodrigues P., Souza Rosa G., Del Bianco Faria L., Von Zuben C. J., Nogueira Rossi M. and Conde Godoy W. A. 2002. Larval dispersal and predation in experimental populations of *Chrysomya albiceps* and *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97(8): 1137–1140.
-  Battán Horenstein M., Arnaldos M. I., Rosso B. and García M. D. 2005. Estudio preliminar de la comunidad sarcosaprófaga en Córdoba (Argentina): aplicación a la entomología forense. *Anales de Biología* (27): 191–201.












-  Battán Horenstein M., Linhares A. X., Rosso B. and García M. D. 2007. Species composition and seasonal succession of saprophagous calliphorids in a rural area of Córdoba, Argentina. *Biological Research* 40(2): 163–171.
-  Battán Horenstein M., Linhares A. X., Rosso de Ferradas B. and García D. 2010. Decomposition and dipteran succession in pig carrion in Central Argentina: ecological aspects and their importance in forensic science. *Medical and Veterinary Entomology* 24(1): 16–25.
-  Battán Horenstein M. and Linhares A. X. 2011. Seasonal composition and temporal succession of necrophagous and predator beetles on pig carrion in Central Argentina. *Medical and Veterinary Entomology* 25(4): 395–401.
-  Battán Horenstein M. and Salvo A. 2012. Community dynamics of carrion flies and their parasitoids in experimental carcasses in Central Argentina. *Journal of Insect Science* 12: 8.
-  Baz A., Cifrián B., Díaz-Aranda L. M. and Martín-Vega D. 2007. The distribution of adult blow-flies (Diptera: Calliphoridae) along an altitudinal gradient in Central Spain. *Annales de la Société entomologique de France* (n. s) 43(3): 289–296.
-  Begon M., Harper J. L. and Townsend C. R. 1996. Ecology: individuals, populations, and communities, Third Edition. Blackwell Science Ltd.. Cambridge, Massachusetts, USA.
-  Bellemare E. R. and Brunelle L. 1950. Larval and pupal development of *Dermestes maculatus* DeGeer under controlled conditions of temperature and relative humidity. *The Canadian Entomologist* 82(1): 22–24.
-  Benecke M. 1998. Six forensic entomology cases: description and commentary. *Journal of Forensic Sciences* 43(4): 797–805.
-  Benecke M. 2002. A police quarrel over “maggots” in Soljanka stew. *Zoology* 105(Suppl. 5): 96.
-  Benecke M. 2004. Forensic Entomology: arthropods and Corpses. In: Tsokos M. (Ed.). *Forensic Pathology Reviews*. Humana Press. Vol. 2: 207–240 pp.













-  Benecke M. 2005. Arthropods and corpses. *Forensic Pathology Reviews* 2(10): 207–240.
-  Benecke M. and Lessig R. 2001. Child neglect and forensic entomology. *Forensic Science International* 120: 155–159.
-  Benecke M. and Barksdale L. 2003. Distinction of bloodstain patterns from fly artifacts. *Forensic Science International* 137(2–3): 152–159.
-  Benecke M., Joseph E. and Zweihoff R. 2004. Neglect of the elderly: forensic entomology cases and considerations. *Forensic Science International* 146S: S195–S199.
-  Bentancourt C. M., Scatoni I. B., Gonzalez A. and Franco J. 2003. Effects of larval diet on the development and reproduction of *Argyrotaenia spheropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). *Neotropical Entomology* 32: 551–557.
-  Beranger L. P. 1990. *Les insectes dans l'enquête policière*. Ed. Boubeé. Paris. 56 pp.
-  Bertoni W. 1912. Contribución a la biología de las avispas y abejas del Paraguay (Hymenoptera). *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires* 15: 97–146.
-  Bevel T. and Gardner R. M. 2007. Bloodstain pattern analysis with an introduction to crime scene reconstruction, Third edition. CRC press. Boca Raton, Florida. 440 pp.
-  Bexfield A., Nigam Y., Thomas S. and Ratcliffe N. A. 2004. Detection and partial characterisation of two antibacterial factors from the excretions/secretions of the medicinal maggot *Lucilia sericata* and their activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Microbes and Infection* 6: 1297–1304.
-  Bhuiyan A. I. and Saifullah A. S. M. 1997. Biological note of *Necrobia rufipes* (Deg.) (Col.: Cleridae). *Bangladesh Journal of Zoology* 25(12): 121–124.
-  Blanckenhorn W. U. 2000. The evolution of body size: what keeps organisms small?. *The Quarterly Review of Biology* 75: 385–407.












-  Boeke S. J., van Loon J. J. A., van Huis A., Kossou D. K. and Dicke M. 2001. The use of plant materials to protect stored leguminous seeds against seed beetles: a review. *The Netherlands*, Backhuys Publishers. 108 pp.
-  Bonner J. T. 2006. *Why size matters*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
-  Bornemissza G. F. 1957. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Australian Journal of Zoology* 5: 1–12.
-  Bornemissza G. F. 1968. Studies on the histereid beetle *Pachylister chinensis* in Fiji, and its possible value in the control of buffalo-fly in Australia. *Australian Journal of Zoology* 16: 673–688.
-  Borror D. J., Triplehorn C. A. and Johnson N. F. 1989. An introduction to the study of insects. 6th edition. Saunders College Publishing. Philadelphia. 875 pp.
-  Bourel B., Hédouin V., Martin-Bouyer L., Bécart A., Tournel G., Deveaux M. and Gosset D. 1999. Effects of morphine in decomposing bodies on the development of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Forensic Sciences* 44(2): 354–358.
-  Bourel B., Callet B., Hédouin V. and Gosset D. 2003. Flies eggs: a new method for the estimation of short-term post-mortem interval?. *Forensic Science International* 135(1): 27–34.
-  Bousquet Y. 1990. Beetles associated with stored products in Canada: an identification guide. Canadian Government Publishing Center. Ottawa, Canada. 215 pp.
-  Braack L. E. O. 1981. Visitation patterns of principal species of the insect-complex at carcasses in the Kruger National Park. *Koedoe - African Protected Area Conservation and Science* 24(1): 33–49.
-  Braack L. E. O. 1986. Arthropods associated with carcasses in the Northern Kruger National Park. *South African Journal of Wildlife Research* 16: 91–98.
-  Braack L. E. O. 1987. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical African woodland. *Oecologia* 72: 402–409.

-  Brigh L. N. 2011. Taphonomic signatures of animal scavenging in Northern California: a forensic anthropological analysis. Thesis submitted for the degree of Master of Arts in Anthropology. Faculty of California State University. Chico. 184 pp.
-  Britt B., Scheetz R. D. and Dangerfield A. 2008. A suite of dermestid beetle traces on dinosaur bone from the Upper Jurassic Morrison Formation, Wyoming, USA. *Ichnos* 15(2): 59–71.
-  Brown R. E., Hawkes R. I., Anderson Parker M. and Byrd J. H. 2001. Entomological Alteration of Bloodstain Evidence. In: Byrd J. H. and Castner J. L. (Eds.). *Forensic Entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press. Boca Raton, Florida. Capítulo 13: 353–378.
-  Brundage A. 2009. "Importance of Beetles Part 2." Ento 431 Class Period. Texas A&M University. Kleberg, College Station.
-  Brunke A., Newton A., Klimaszewski J., Majka C. and Marshall S. 2011. Staphylinidae of eastern Canada and adjacent United States. Key to subfamilies; Staphylininae: Tribes and Subtribes, and Species of Staphylinina. *Canadian Journal of Arthropod Identification* (12): 1–110.
-  Bucheli S. R., Bytheway J. A., Pustilnik S. M. and Florence J. 2009. Insect successional pattern of a corpse in cooler months of subtropical Southeastern Texas. *Journal of Forensic Sciences* 54(2): 452–455.
-  Buckland P. C. 1988. North Atlantic faunal connections—introduction or endemics?. *Entomologica Scandinavica Supplement* 32: 7–29.
-  Buckland P. C. and Sadler J. 1989. A biogeography of the human flea, *Pulex irritans* L. (Siphonaptera: Pulicidae). *Journal of Biogeography* 16(2): 115–120.
-  Buckland P. C., Amorosi T., Barlow L. K., Dugmore A. J., Mayewski P. A., McGovern T. H., Ogilvie A. E. J., Sadler J. P. and Skidmore P. 1996. Bioarchaeological and climatological evidence for the fate of Norse farmers in medieval Greenland. *Antiquity* 70(267): 88–96.
-  Budowski P., Ishaaya I. and Katz M. 1967. Growth inhibition of *Dermestes maculatus* by phytosterols. *The Journal of Nutrition* 91: 201–207.

-  Bunn T. H. 1991. A taphonomic perspective on the archaeology of human origins. *Annual Review of Anthropology* 20: 433–467.
-  Bunyard B. A. 2004. Commentary on: Carter DO, Tibbett M. Taphonomic mycota: fungi with forensic potential. *Journal of Forensic Science* 2003; 48(1): 168–171. (multiple letters). *Journal of Forensic Sciences* 49(5): 1134–1136.
-  Byard R. W., James R. A. and Gilbert J. D. 2002. Diagnostic problems associated with cadaveric trauma from animal activity. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 23(3): 238–244.
-  Byers J. R. 1992. Difference in weight gain during final stadium of pale Western and army cutworms related to life history and crop damage. *Canadian Entomologist* 124: 515–520.
-  Byrd J. H. and Castner J. L. 2001. Forensic Entomology: the utility of arthropods in legal investigations. CRC Press. Boca Raton, Florida. 418 pp.
-  Byrd J. H. and Castner J. L. 2009. Insects of forensic importance. In: Byrd J. H and Castner J. L. (Eds.). Forensic Entomology: the utility of arthropods in legal investigations (2nd Edition). CRC Press, Boca Raton, FL. 97–100 pp.
-  Cabrera-Walsh G. and Chani-Posse M. 2003. Abundance and seasonal distribution of predatory coprophilous Argentine rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae), and a discussion on their effect on the community of dung breeding flies. *Coleopterist's Bulletin* 57: 43–50.
-  Camargo J. M. F. and Roubik D. W. 1991. Systematics and bionomics of the apoid obligate necrophages: The *Trigona hypogea* group. *Biological Journal of the Linnean Society* 44(1): 13–39.
-  Cambefort Y. 1991. From saprophagy to coprophagy. In: Hanski I. and Cambefort Y. (Eds.). Dung beetles ecology. Princeton. New Jersey, USA. 22–35 pp.
-  Campo A. M., Ramos M. and Zapperi P. 2009. Análisis de las variaciones anuales de precipitación en el Suroeste bonaerense, Argentina. Actas del XII Encuentro de Geógrafos de América Latina. Montevideo, Uruguay.

-  Campo A. and Zapperi P. 2010. Diferenciación espacial de las precipitaciones en la ciudad de Bahía Blanca. *Revista Contribuciones Científicas* 22: 97–105.
-  Campo de Ferreras A., Hernández Moresino S., Huamantínco Cisneros M. and Zapperi P. 2004. Ocurrencia de sudestadas en el suroeste bonaerense. *Contribuciones Científicas. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos* 16: 45–50.
-  Campobasso C. P., Di Vella G. and Introna F. 2001. Factors affecting decomposition and dipteran colonization. *Forensic Science International* 120(1–2): 18–27.
-  Campobasso C. P., Disney R. H. L. and Introna F. 2004. A case of *Megaselia scalaris* (Loew) (Dipt., Phoridae) breeding in a human corpse. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology* 5: 3–5.
-  Campobasso C. P., Linville J. G., Wells J. D. and Introna F. 2005. Forensic genetic analysis of insect gut contents. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 26(2): 161–165.
-  Campobasso C. P., Marchetti D., Introna F. and Colonna M. F. 2009. Postmortem artifacts made by ants and the effect of ant activity on decompositional rates. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 30(1): 84–87.
-  Canadian Grain Commission. 2009. <http://www.grainscanada.gc.ca>.
-  Canete M. J. P. and Gapasin D. P. 1980. A biology of copra beetle, *Necrobia rufipes* De Geer. *The Philippine Journal of Coconut Studies* 5: 33–38.
-  Carlton C. and Leschen R. A. B. 2007. Descriptions of *Soronia* complex (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae) larvae of New Zealand with comments on life history and taxonomy. *New Zealand Entomologist* 30: 41–51.
-  Carson E. A., Stefan V. H. and Powell J. F. 2000. Skeletal manifestations of bear scavenging. *Journal of Forensic Sciences* 45(3): 515–526.
-  Carter D. O. 2005. Forensic taphonomy: processes associated with cadaver decomposition in soil. Thesis submitted for the degree of Ph.D. James Cook University. 193 pp.

-  Carter D. O. and Tibbett M. 2003. Taphonomic mycota: fungi with forensic potential. *Journal of Forensic Sciences* 48(1): 168–171.
-  Carter D. O., Yellowlees D. and Tibbett M. 2007. Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems. *Naturwissenschaften* 94(1): 12–24.
-  Castillo-Miralbés M. 2001. Artrópodos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la litera (Huesca). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* (28): 133–140.
-  Castillo-Miralbés M. 2002. Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 6: 1–94.
-  Castner J. L., Byrd J. H. and Butler J. F. 1995. Forensic insect field identification cards. Forensic Sciences Foundation Inc. Colorado Springs, Colorado.
-  Catts E. P. and Haskell N. H. 1990. Entomology and death: a procedural guide. Joyce's Print Shop Inc. Clemson. South Carolina. 182 pp.
-  Catts E. P. and Goff M. L. 1992. Forensic entomology in criminal investigation. *Annual Review of Entomology* 37: 253–272.
-  Catts E. P. and Haskell N. H. 1997. Entomology and death a procedural guide. Second Printing. Joyce's Print Shop Inc. Clemson. South Carolina. 182 pp.
-  Centeno N., Maldonado M. and Oliva A. 2002. Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires province (Argentina). *Forensic Science International* 126(1): 63–70.
-  Centeno N., Almorza D. and Arnillas C. 2004. Diversity of Calliphoridae (Insecta: Diptera) in Hudson, Argentina. *Neotropical Entomology* 33(3): 387–390.
-  Centeno N., Serrán M., Gomez Otero J. and Weiler N. 2009. Ancient assemblage of scavenger insects in Patagonia (Argentina). *Journal of the New York Entomological Society* 115(1): 77–80.
-  Centeno N. and Aballay F. Entomología Forense. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos* 3: 67–79. En prensa.

-  Chandler D. S. 1994. Anthicidae. In: Solís A. (Ed.). Las Familias de insectos de Costa Rica. INBio. <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto133.html>
-  Chani Posse M. and Thayer M. K. 2008. Staphylinidae. In: Debandi G. O. and Claps L. E. y Roig-Juñent S. A. (Eds.). Biodiversidad de artrópodos argentinos. Sociedad Entomológica Argentina ediciones. Mendoza, Argentina. 471–494 pp.
-  Chapman R. F. 1998. The Insects: structure and function. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
-  Charles J. G. and Allan D. J. 2000. Development of the willow sawfly, *Nematus oligospilus*, at different temperatures, and an estimation of voltinism throughout New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 27: 197–200.
-  Charnov E. L. and Gillooly J. F. 2003. Thermal time: body size, food quality and the 10°C rule. *Evolutionary Ecology Research* 5: 43–51.
-  Christopherson C. and Gibo D. L. 1997. Foraging by food deprived larvae of *Neobellieria bullata* (Diptera: Sarcophagidae). *Journal of Forensic Science* 42(1): 71–73.
-  Clark M. A. 1929. Insects affecting Opossum-skins in New Zealand. *New Zealand Journal of Agriculture* 39(4): 260–261.
-  Clark M. S., Luna J. M., Stone N. D. and Youngman R. R. 1993. Habitat preferences of generalist predators in reduced-tillage corn. *Journal of Entomological Science* 28(4): 404–416.
-  Clark M. S., Luna J. M., Stone N. D. and Youngman R. R. 1994. Generalist predator consumption of armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and the effect of predator removal on damage in no-till corn. *Environmental Entomology* 23: 617–622.
-  Clark M. A., Worrell M. B. and PJ E. 1997. Postmortem changes in soft tissue. In: Haglund W. D. and Sorg M. H. (Eds.). Forensic taphonomy: the postmortem fate of human remains. CRC Press. Boca Raton, FL, USA. 151–164 pp.
-  Clery J. M. 2001. Stability of prostate specific antigen (PSA), and subsequent Y-STR typing, of *Lucilia (Phaenicia) sericata* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae) maggots

reared from a simulated postmortem sexual assault. *Forensic Science International* 120(1–2): 72–76.



Cloud J. A. and Collison C. H. 1985. Laboratory evaluation of insecticides for control of adult and larval hide beetles, *Dermestes maculatus* DeGeer, from poultry houses. *Journal of Agriculture Entomology* 2(3): 297–308.



Coe M. 1978. The decomposition of elephant carcasses in the Tsavo (East) National Park, Kenya. *Journal of Arid Environments* 1: 71–86.



Cohen E. 1974. Fatty acid synthesis by the hide beetle *Dermestes maculatus* (Dermestidae: Coleoptera). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 17(3): 433–438.



Colloff M. J., Ayres J., Carswell F., Howarth P. H., Merrett T. G., Mitchell E. B., Walshaw M. J., Warner J. O., Warner J. A. and Woodcock A. A. 1992. The control of allergens of dust mites and domestic pets: a position paper. *Clinical & Experimental Allergy* 22(s2): 1–28.



Colvin P., Elgar G. R., Featherson M. A., Jones R., McNamara T. M. and Kathryn B. 2006. Mating frequency, fecundity and fertilization success in hide beetle, *Dermestes Maculatus*. *Journal of Insect Behavior* 19(3): 357–371.



Conil P. A. 1880. Etudes sur l'*Acridium paranense* Burm., ses variétés et plusieurs insectes qui le détruisent. *Periódico Zoológico. Sociedad Zoológica Argentina* 3: 177–257.



Conti L. and Wadill V. 1982. Development of velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae), on several winter hosts. *Environmental Entomology* 11: 1112–1113.













Conover W. J. 1980. Practical nonparametric statistics. J. Wiley, New York, 2nd ed. 493 pp.
























Cornaby B. W. 1974. Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. *Biotropica* 6: 51–63.















Crowson R. A. 1981. The biology of the Coleoptera. Academic Press, London.

-  Crowson R. A. and Ellis I. 1969. Observations on *Dendrophagus crenatus* (Cucujidae) and some comparisons with piestine Staphylinidae. *Entomologist's Monthly Magazine* 104: 161–169.
-  Curtis D. J. 1980. Pitfalls in spider community studies (Arachnida, Araneae). *Journal of Arachnology* 8: 271–280.
-  Danladi Y. K. and Attah D. D. 2010. Aspects of the reproductive biology of female *Dermestes Maculatus* Degeer (Coleoptera: Dermestidae) under controlled conditions. *International Journal of Tropical Agriculture and Food Systems* 4(3): 275–277.
-  Davies L. 1999. Seasonal and spatial changes in blowfly production from small and large carcasses at Durham in lowland Northeast England. *Medical and Veterinary Entomology* 13: 245–251.
-  Davis D. R. and Robinson G. S. 1999. The Tineoidea and Gracillarioidea. In: Kristensen N. P. (Ed.). *Lepidoptera, Moths and Butterflies, Vol. 1: Evolution, Systematics, and Biogeography*. Handbook of Zoology, 35. Walter de Gruyter. New York. 91–117 pp.
-  Day D. M. and Wallman J. F. 2006a. Width as an alternative measurement to length for post-mortem interval estimations using *Calliphora augur* (Diptera: Calliphoridae) larvae. *Forensic Science International* 159(2): 158–167.
-  Day D. M. and Wallman J. F. 2006b. Influence of substrate tissue type on larval growth in *Calliphora augur* and *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Forensic Sciences* 51(3): 657–663.
-  De Geer C. 1774. Mémoires pour servir à l'histoire des insectes. Tome quatrième. 1-456, [1]. Hesselberg. Stockholm.
-  De Jong G. D. and Chadwick J. W. 1999. Decomposition and arthropod succession on exposed rabbit carrion during summer at high altitudes in Colorado, USA. *Journal of Medical Entomology* 36(6): 833–845.
-  Dekeirsschieter J., Verheggen F., Lognay G. and Haubruge E. 2011. Large carrion beetles (Coleoptera, Silphidae) in Western Europe: a review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 15(3): 435–447.











-  Dellacasa M., Gordon R. D. and Dellacasa G. 2002. Aphodiinae described or recorded by bates in biologia Centrali-Americana (Coleoptera Scarabaeoidea: *Aphodiinae*). *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) (86): 155–223.
-  Deloya C., Ruíz-Lizarraga G. and Morón M. Á. 1987. Análisis de la entomofauna necrófila en la región de Jojutla, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana* (73): 157–171.
-  De Moed G. H., De Jong G. and Scharloo W. 1997. Environmental effects on body size variation in *Drosophila melanogaster* and its cellular basis. *Genetics Research* 70(1): 35–43.
-  Den Boer P. J. 1981. On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. *Oecologia* 50: 39–53.
-  Denic N., Huyer D. W., Sinal S. H., Lantz P. E., Smith C. R. and Silver M. M. 1997. Cockroach: the omnivorous scavenger: potential misinterpretation of post-mortem injuries. *American Journal of Forensic Medicine & Pathology* 18(2): 177–180.
-  Denno R. F. and Cothram W. R. 1975. Niche relationships of a guild of necrophagous flies. *Annals of the Entomological Society of America* 68(4): 741–754.
-  De Pancorbo M. M., Ramos R., Saloña M. and Sánchez Piñero. 2006. Entomología molecular forense. *Ciencia Forense* 8: 107–130.
-  Derry D. E. 1911. Damage done to skulls and bones by termites. *Nature* 86: 245–246.
-  Desch C. E. 2009. Human hair follicle mites and forensic acarology. *Experimental Applied Acarology* 49(1–2): 143–146.
-  Desender K. and Maelfait J. P. 1986. Pitfall trapping with enclosures: a method for estimating the relationship between the abundances of coexisting carabid species (Coleoptera: Carabidae). *Holarctic Ecology* 9: 245–250.
-  Diaz B. M. and Fereres A. 2005. Life table and population parameters of *Nasanovia ribisnigri* (Homoptera: Aphididae) at different constant temperatures. *Environmental Entomology* 34: 527–534.











-  Díaz W. C., Anteparra M. E. and Hermann A. 2008. Dermestidae (Coleoptera) en el Perú: revisión y nuevos registros. *Revista peruana de biología* 15(1): 15–20.
-  Dick J. 1937. Oviposition in certain Coleoptera. *Annals of Applied Biology* 24(4): 762–796.
-  Dillon L. C. 1997. Insect succession on carrion in three biogeoclimatic zones of British Columbia. Thesis submitted for the degree of Master of Science. Simon Fraser University. 72 pp.
-  Dillon L. C. and Anderson G. S. 1995. Forensic entomology: the use of insects in death investigations to determine elapsed time since death. Technical report TR-05-95. Canadian Police Research Centre. Ottawa, Ontario.
-  Dillon L. C. and Anderson G. S. 1996a. Forensic entomology: a database for insect succession on carrion in Northern and Interior B.C. Technical Report TR-04-96. Canadian Police Research Centre. Ottawa, Ontario. 26 pp.
-  Dillon L. C. and Anderson G. S. 1996b. The use of insects to determine time of death of illegally killed wildlife. Technical report. World Wildlife Fund. Toronto, Ontario. 43 pp.
-  Dingle H. and Haskell J. B. 1967. Phase polymorphism in the grasshopper *Melanoplus differentialis*. *Science* (Wash., D.C.) 155: 590–592.
-  DiZinno J. A., Lord W. D., Collins-Morton M. B., Wilson M. R. and Goff M. L. 2002. Mitochondrial DNA sequencing of beetle larvae (Nitidulidae: *Omosita*) recovered from human bone. *Journal of Forensic Sciences* 47(6): 1337–1339.
-  Dobney K., Kenward H. K., Ottaway P. and Donel L. 1998. Down, but not out: biological evidence for complex economic organization in Lincoln in the late fourth century. *Antiquity* 72: 417–424.
-  Domínguez-Solera S. D. and Domínguez-Rodrigo M. 2009. A taphonomic study of bone modification and of tooth-mark patterns on long limb bone portions by suids. *International Journal of Osteoarchaeology* 19(3): 345–363.
-  Don-Pedro K. N. 1985. Toxicity of some citrus peels to *Dermestes maculatus* Deg. and *Callosobruchus maculatus* (F). *Journal of Stored Products Research* 21(1): 31–34.

-  Don-Pedro K. N. 1989. Insecticidal activity of some vegetable oils against *Dermestes maculatus* DeGeer (Coleoptera: Dermestidae) on dried fish. *Journal of Stored Products Research* 25(2): 81–86.
-  Dourel L., Pasquerault T., Gaudry E. and Vincent B. 2010. Using estimated on-site ambient temperature has uncertain benefit when estimating postmortem interval. *Psyche*, 1-7 pp.
-  Dunn L. H. 1916. *Hermetia illuscens* breeding in a human cadaver (Dipt.) *Entomological News* 27: 59–61.
-  Dyte C. E., Ellis V. J. and Lloyd C. J. 1966. Studies on the contrasting susceptibilities of the larvae of two hide beetles (*Dermestes* spp.; Coleoptera, Dermestidae) to Malathion. *Journal of Stored Products Research* 1: 223–234.
-  Ebeling W. 2002. Pests of Stored Food Products. Chapter 7. Urban Entomology. University of California Riverside.
-  Ede D. A. and Rogers A. M. 1964. The use of inherited abnormalities in studies on the embryogenesis of *Dermestes maculatus* (Coleoptera). *Journal of Embryology and Experimental Morphology* 12(Part 3): 539–549.
-  Edston E. and van Hage-Hamsten M. 2003. Death in anaphylaxis in a man with house dust allergy. *International Journal of Legal Medicine* 117(5): 299–301.
-  Eggert A. -K. and Müller J. K. 1992. Joint breeding in female burying beetles. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 31: 237–242.
-  Ellison G. T. H. 1990. The effect of scavenger mutilation on insect succession at impala carcasses in Southern Africa. *Journal of Zoology* 220(4): 679–688.
-  Ericson D. 1978. Distribution, activity and density of some Carabidae (Coleoptera) in winter wheat fields. *Pedobiologia* 18: 202–217.
-  Erzinclioglu Y. Z. 1989. The value of chorionic structure and size in the diagnosis of blowfly eggs. *Medical and Veterinary Entomology* 3(3): 281–285.
-  Erzinclioglu Y. Z. 1996. Blowflies. The Richmond Publishing Company. Slough, England. 71 pp.

-  Esperk T. and Tammaru T. 2006. Determination of female-biased sexual size dimorphism in moths with a variable instar number: the role of additional instars. *European Journal of Entomology* 103: 575–586.
-  Esperk T., Tammaru T. and Nylin S. 2007. Intraspecific variability in number of larval instars in insects. *Journal of Economic Entomology* 100(3): 627–645.
-  Espinoza E. O, Lindley N. C., Gordon K. M., Ekhoﬀ J. A. and Kirms M. A. 1999. Electrospray ionization mass spectrometric analysis of blood for differentiation of species. *Analytical Biochemistry* 268(2): 252–261.
-  Ezenwaji H. M. G. and Obayi N. S. 2004. The effect of fish moisture content on oviposition, fecundity and development of the hide beetle, *Dermestes maculatus* DeGeer (Coleoptera: Dermestidae). *Animal Research International* 1(1): 47–51.
-  Fain A., Guerin B. and Hart B. J. 1990. Mites and allergic disease. Varennes-en-Argonne. Allerbio, France. 190 pp.
-  Fantinou A. A., Tsitsipis J. A. and Karandinos M. G. 1996. Effects of short- and long-day photoperiods on growth and development of *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology* 25: 1337–1343.
-  Favila M. E. and Halffter G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoologica Mexicana* 72: 1–25.
-  Fernández V., Gamarra P., Outerelo R., Cifrián B. and Baz A. 2010. Distribución de estafilíninos necrófilos (Coleoptera, Staphylinidae, Staphylininae) a lo largo de un gradiente altitudinal en la Sierra de Guadarrama, España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica)* 104: 61–86.
-  Fernández Escudero I. and Tinaut A. 1993. Alimentación no granívora en *Messor bouvieri* Bondroit, 1918 y *Messor barbarus* L. 1767 (Hymenoptera: Formicidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 17(2): 247–254.
-  Ferreira M. J. M. 1978. Sinantropía de dípteros muscóides de Curitiba, Parana. I. Calliphoridae. *Revista Brasileira de Biologia* 38: 445–454.

-  Ferreira M. J. M. 1983. Sinantropía de Calliphoridae (Diptera) em Goiânia, Goiás. *Revista Brasileira de Biología* 43: 193–210.
-  Fierros-López H. E. 2006. Datos nuevos de distribución de algunas especies de Scaphidiinae Neotropicales (Coleoptera: Staphylinidae). *Dugesiana* 13(1): 39–43.
-  Figueroa-Roa L. and Linhares A. X. 2002. Sinantropia de los Calliphoridae (Diptera) de Valdivia, Chile. *Neotropical Entomology* 31(2): 233–239.
-  Flores G. E. 1998. Tenebrionidae. En: Morrone J. J. y Coscarón S. (Eds.). Biodiversidad de artrópodos argentinos: Una perspectiva biotaxonómica. Ediciones Sur. La Plata, Argentina. 232–240 pp.
-  Forsyth A. and Alcock J. 1990. Ambushing and prey-luring as alternative foraging tactics of the fly-catching rove beetle *Leistrotrophus versicolor* (Coleoptera: Staphylinidae). *Journal of Insect Behavior* 3: 703–718.
-  Frank J. H. 1991. Staphylinidae (Staphylinioidea). In: Stehr F. W. (Ed.). Immature Insects. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa. Vol. 2: 341–352 pp.
-  Frank J. H., Bennett F. D. and Cromroy H. L. 1992. Distribution and prey records for *Oligota minuta* (Coleoptera: Staphylinidae), a predator of mites. *Florida Entomologist* 75: 376–380.
-  Frank J. H. and Thomas M. C. 1999. Rove beetles of Florida, Staphylinidae (Insecta: Coleoptera: Staphylinidae). EENY-115 (IN272). Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. 1–13 pp.
-  Freire O. 1914. Algumas notas para o estudo da fauna cadavérica na Bahia. *Gazeta Medica da Bahia* 46: 110–125.
-  Frost C. L., Amendt J., Braig H. R. and Perotti M. A. 2009. Indoor arthropods of forensic importance. In: Amendt J., Campobasso C. P., Grassberger M. and Goff M. L. (Eds.). Current concepts in forensic entomology. Springer, Dordrecht.

-  Fugassa M. H., Martínez P. A. and Centeno N. 2008. Examen paleobiológico de sedimentos asociados a restos humanos hallados en el sitio arqueológico Alero Mazquiarán, Chubut, Argentina. *Intersecciones en Antropología* 9: 3–9.
-  Fukiharu T., Osaku K., Iguchi K. and Asada M. 2000. Occurrence of ammonia fungi on the forest ground after decomposition of a dog carcass. *Natural History Research* 6(1): 9–14.
-  Fuller M. E. 1934. The insect inhabitants of carrion: a study in animal ecology. *Council for Scientific and Industrial Research Bulletin* (82): 63pp.
-  Gabella J., Zapperi P. and Campo A. 2010. Distribución estacional de las precipitaciones en el Suroeste bonaerense. Actas de las VIII Jornadas de Geografía.
-  Gadenne C., Dufour M.-C., Rossignol F., Bécard J.-M. and Couillaud F. 1997. Occurrence of non-stationary larval moults during diapause in the corn-stalk borer, *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Insect Physiology* 43: 425–431.
-  García-Barros E. 2006. Number of larval instars and sex-specific plasticity in the development of the small heath butterfly, *Coenonympha pamphilus* (Lepidoptera: Nymphalidae). *European Journal of Entomology* 103: 47–53.
-  Garamendi P. M., López-Alcaraz M., Mazón A. and Rodríguez J. 2008. Lesiones post-mortales por fauna cadavérica. La acción de las hormigas sobre el cadáver. *Cuadernos de Medicina Forense* 14(52): 155–159.
-  Geden C. J. and Axtell R. C. 1988. Predation by *Carcinops pumilio* (Coleoptera: Histeridae) and *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina: Macrochelidae) on the house fly (Diptera: Muscidae): functional response, and effects of temperature and availability of alternative prey. *Environmental Entomology*. In press.
-  Gennard D. E. 2007. Forensic Entomology. John Wiley and Sons Ltd. England. 64–66 pp.
-  Giblin-Davis R. M., Peña J. E. and Duncan R. E. 1994. Lethal pitfall trap for the evaluation of semiochemical-mediated attraction of *Metamasius hemipterus sericeus* (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist* 77: 247–255.

-  Gil V., Zapperi P., Campo A., Luorno Ma. V. and Ramborger Ma. A. 2008. Análisis de las precipitaciones de otoño y primavera en el Suroeste bonaerense. VII Jornadas de Geografía Física. Universidad Católica de Santiago del Estero. San Salvador de Jujuy. 149–158 pp.
-  Gilliot C. 1995. Entomology. Second edition. Plenum press.
-  Gillooly J. F., Charnov E. L., West G. B., Savage V. M. and Brown J. H. 2002. Effects of size and temperature on developmental time. *Nature* 417: 70–73.
-  Gisbert Calabuig J. A., Villanueva Cañadas E. and Gisbert Grifo M. S. 2004. Fenómenos cadavéricos. En: Gisbert Calabuig J. A. y Villanueva Cañadas E. (Eds.). Medicina Legal y Toxicología (6^{ta} Ed.). Ed. Masson, S. A. 191–213 pp.
-  Goettel M. S. and Philogène B. G. R. 1978. Effects of photoperiod and temperature on the development of a univoltine population of the banded woollybear, *Pyrrharctia (Isia) isabella*. *Journal of Insect Physiology* 24: 523–527.
-  Goff M. L. 1991. Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the island of Oahu, Hawaii. *Journal of Forensic Sciences* 36(3): 748–753.
-  Goff M. L. 1992. Problems in estimation of postmortem interval resulting from wrapping of the corpse: a case study from Hawaii. *Journal of Agriculture Entomology* 9(4): 237–243.
-  Goff M. L. 1993. Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns. *Forensic Science Review* 5(2): 81–94.
-  Goff M. L. 2009. Early postmortem changes and stages of decomposition in exposed cadavers. *Experimental & Applied Acarology* 49(1–2): 21–36.
-  Goff M. L., Omori A. I. and Goodbrod J. R. 1989. Effect of cocaine in tissues on the rate of development of *Boettcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae). *Journal of Medical Entomology* 26: 91–93.



Goff M. L. and Catts E. P. 1990. Arthropod basics structure and biology. In: Catts E. P. and Haskell N. H. (Eds.). *Entomology and death: a procedural guide*. Joyce's Print Shop Inc. Clemson, SC. 46–47 pp.



Goff M. L., Brown W. A., Hewadikaram K. A. and Omori A. I. 1991. Effect of heroin in decomposing tissues on the development rate *Boettcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on estimations of postmortem intervals using arthropod development patterns. *Journal of Forensic Sciences* 36: 537–542.



Goff M. L. and Lord W. D. 1994. Entomotoxicology a new area for forensic investigation. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 15(1): 51–57.



Goff M. L. and Lord W. L. 2001. Entomotoxicology: insects as toxicological indicators and impact of drugs and toxins on insect development. In: Byrd J. H. and Castner J. L. (Eds.). *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC press. Boca Raton, Florida. Vol. 11: 331–340 pp.



Gomes L., Conde Godoy W. A. and Von Zuben C. J. 2006. A review of postfeeding larval dispersal in blowflies: implications for forensic entomology *Naturwissenschaften* 93: 207–215.



Gomes L. and Von Zuben C. J. 2006. Forum Forensic entomology and main challenges in Brazil. *Neotropical Entomology* 35(1): 1–11.














Gomes L., Gomes G., Gutierrez Oliveira H., Morlin Jr. J. J., Desuo I. C., Carvalho Queiroz M. M., Giannotti E. and Von Zuben C. J. 2007. Occurrence of Hymenoptera on *Sus scrofa* carcasses during summer and winter seasons in Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 51(3): 394–396.














Gomes L., Gomes G. and Desuó I. C. 2009. A preliminary study of insect fauna on pig carcasses located in sugarcane in winter in Southeastern Brazil. *Medical and Veterinary Entomology* 23(2): 155–159.



Gómez R. S. 2005. Atractividad de diferentes cebos sobre Trógidos (Coleoptera) en el Bosque Autóctono "El Espinal", Río Cuarto (Córdoba, Argentina). *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina* 64(1–2): 103–105.

-  Gómez R. S. 2008. Trogidae. En: Claps L. E, Debandi G. and Roig-Juñent S. (Dirs). Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Editorial Sociedad Entomológica Argentina. Mendoza. Vol. 2: 509–518 pp.
-  Gonzalez J., Quilae J. P. and Manalo N. C. 1957. Study of the biology of the copra beetle. *Araneta Journal of Agriculture* 4: 69–83.
-  Grassberger M. and Reiter C. 2001. Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorphen-diagram. *Forensic Science International* 120(1–2): 32–36.
-  Grassberger M. and Reiter C. 2002. Effect of temperature on development of the forensically important Holarctic blow fly *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae). *Forensic Science International* 128(3): 177–182.
-  Gredilha R., Saavedra P. R., Guerim L. G., Lima A. F. and Serra-Freire N. M. 2005. Ocorrência de *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Cucujidae) e *Necrobia rufipes* DeGeer, 1775 (Coleoptera: Cleridae) infestando rações de animais domésticos. *Entomologia y Vectores* 12: 95–103.
-  Gredilha R. and Lima A. F. 2007. First record of *Necrobia rufipes* (DeGeer, 1775) (Coleoptera; Cleridae) associated with pet food in Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67(1): 187.
-  Greenberg B. 1968. Model for destruction of bacteria in the midgut of blow fly maggots. *Journal of Medical Entomology* 5: 31–38.
-  Greenberg B. 1971. Flies and disease. Ecology, classification and biotic associations. Princeton University Press. Princeton. Vol 1: 856 pp.
-  Greenberg B. 1973. Flies and disease. Biology and disease transmission. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. Vol 2: 447 pp.
-  Greenberg B. 1990. Behavior of postfeeding larvae of some Calliphoridae and a muscid (Diptera). *Annals of Entomological Society of America* 83: 1210–1214.
-  Greenberg B. 1991. Flies as forensic indicators. *Journal of Medical Entomology* 28(5): 565–577.

-  Greenberg B. and Kunich J. C. 2002. Entomology and the law, flies and forensic indicators. Cambridge University Press. Cambridge.
-  Greenslade P. J. M. 1964. Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *Journal of Animal Ecology* 33(2): 301–310.
-  Gregor F. and Povolny D. 1958. Versuch einer klassifikation der synanthropen fliegen. *Journal Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology* 2: 205–016.
-  Guarín Vargas E. G. 2005. Insectos de importancia forense asociados a la descomposición cadavérica del cerdo *Sus domesticus*, expuesto al sol, sombra total y sombra parcial, en Mayangüez, Puerto Rico. Tesis de grado para optar por el título de Maestro en Ciencias en Biología. Universidad de Puerto Rico. 136 pp.
-  Gupta A. 2008. A review of the use of maggots in wound therapy. *Annals of Plastic Surgery* 60: 224–227.
-  Hackston M. 2009. Key to the British genera of family Nitidulidae. <https://sites.google.com/site/mikesinsectkeys/Home/keys-to-coleoptera/nitidulida>
-  Haglund W. D. 1992. Contribution of rodents to postmortem artifacts of bone and soft tissue. *Journal of Forensic Sciences* 37(6): 1459–1465.
-  Haglund W. D. 1997a. Dogs and coyotes: postmortem involvement with human remains. In: Haglund W. D. and Sorg M. H. (Eds.). *Forensic Taphonomy*. CRC Press. New York. 367–381 pp.
-  Haglund W. D. 1997b. Rodents and human remains. In: Haglund W. D. and Sorg M. H. (Eds.). *Forensic Taphonomy*. CRC Press. New York. 405–414 pp.
-  Haglund W. D. 1997c. Scattered skeletal human remains: search strategy considerations for locating missing teeth. In: Haglund W. D. and Sorg M. H. (Eds.). *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. CRC Press. New York. Vol. 34: 383–394 pp.
-  Haglund W. D. 2002. Recent mass graves, an introduction. In: Haglund W. D. and Sorg M. (Eds.). *Advances in forensic thaphonomy: method, theory, and archaeological perspectives*. CRC Press. New York. 243–261 pp.

-  Halffter G. and Mathews E. G. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomologica Mexicana* (12–14): 1–312.
-  Halffter G. and Edmonds W. D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). Instituto de Ecología, México.
-  Hall A. R. and Kenward H. K. 1990. Environmental evidence from the Colonia: general accident and Rougier Street. *The Archaeology of York* 14(6): 289–434.
-  Halsall N. B. and Wratten S. D. 1988. The efficiency of pitfall trapping for polyphagous predatory Carabidae. *Ecological Entomology* 13(3): 293–299.
-  Halstead D. G. H. 1963. External sex differences in stored-products Coleoptera. *Bulletin of Entomological Research* 54: 119–134.
-  Hammond P. M. 1990. Insect abundance and diversity in the Dumoga-Bone national park, N. Sulawesi, with special reference to the beetle fauna of lowland rain forest in the Toraut region. In: Knight W. J. and Holloway J. D. (Eds.). *Insects and Rainforests of South East Asia (Wallacea)*. The Royal Entomological Society of London. London. 197–254 pp.
-  Hansen J. E. and New T. R. 2005. Use of barrier pitfall traps to enhance inventory surveys of epigaeic Coleoptera. *Journal of Insect Conservation* 9(2): 131–136.
-  Hanski I. and Kuusela S. 1980. The structure of carrion fly communities: differences in breeding seasons. *Annales Zoologici Fennici* 17: 185–190.
-  Hanski I. and Cambeford Y. 1991. *Dung beetle ecology*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 520 pp.
-  Hanski I. and Niemelä J. 1990. Elevation distributions of dung and carrion beetles in Northern Sulawesi. In: Knight W. J. and Holloway J. D. (Eds.). *Insects and Rainforests of South East Asia (Wallacea)*. The Royal Entomological Society of London. London. 145–153 pp.
-  Hasan M. M. and Phillips T. W. 2010. Mass-rearing of the redlegged ham beetle, *Necrobia rufipes* DeGeer (Coleoptera: Cleridae) for laboratory research. *Journal of Stored Products Research* 46(1): 38–42.



Haskell N. H. 2006. Forensic Entomology. Capítulo 69: 645–653.



Haskell N. H., Hall R. D., Cervenka V. J. and Clark M. A. 1997. On the body: insects' life stage presence and their postmortem artifacts. In: Haglung W. D. and Sorg M. H. (Eds.). *Forensic Taphonomy: the postmortem fate of human remains*. CRC Press. New York. 415–448 pp.



Hastir P. and Gaspar C. 2001. Diagnose d'une famille de fossoyeurs: les Silphidae. *Notes fauniques de Gembloux* 44: 13–25.



Hayashi N. 1978. A contribution to the knowledge of the larvae of Nitidulidae occurring in Japan (Coleoptera: Cucujoidea). *Insecta Matsumurana* (New series) 14: 1–98.



Haynes G. 1981. Bone modifications and skeletal disturbances by natural agencies: studies in North America. Catholic University of America, Washington, D.C.



Haynes G. 1983. A guide for differentiating mammalian carnivore taxa responsible for gnaw damage to herbivore limb bones. *Paleobiology* 9(2): 164–172.



Hava J. and Votruba P. 2005. New distributional data about Dermestidae (Coleoptera) and description of a new species from Sudan. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* 97: 41–49.



Hefti E., Trechsel U., Rufenacht H., and Fleisch H. 1980. Use of dermestid beetles for cleaning bones. *Calcified Tissue International* 31(1): 45–47.













Henschel J. R., Grohmann C., Siteketa V. and Linsenmair K. E. 2010. Monitoring tenebrionid beetle biodiversity in Namibia. *African Study Monographs* (Suppl. 40): 91–102.





















Hewadikaram K. A. and Goff M. L. 1991. Effect of carcass size on rate of decomposition and arthropod succession patterns. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 12(3): 235–240.













Heydemann B. 1957. Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft Saarbrücken* 50: 332–347.












-  Higley L. G. and Haskell N. H. 2001. Insect Development and Forensic Entomology. In: Byrd J. H. and Castern J. L. (Eds.). *Forensic Entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press. Boca Raton, Florida. Capítulo 9: 287–302 pp.
-  Hill A. P. 1987. Damage to some fossil bones from Laetoli. In: Leakey M. D. and Harris J. M. (Eds.). *Laetoli, a pliocene site in Northern Tanzania*. Clarendon press. Oxford, United Kingdom. 543–545 pp.
-  Hilton R. N. 1978. The ghoul fungus, *Hebeloma* sp. ined. *Transactions of the Mycological Society of Japan* 19: 418.
-  Hinton H. E. 1945. A monograph of the beetles associated with stored products Vol. 1. Trustees of the British Museum of Natural History. London.
-  Hitosugi M., Ishii K., Yaguchi T., Chigusa Y., Kurosu A., Kido M., Nagai T. and Tokudome S. 2006. Fungi can be a useful forensic tool. *Legal Medicine* 8(4): 240–242.
-  Hobischak N. R. 1997. Freshwater invertebrate succession and decopositional studies on carrion in British Columbia. Thesis submitted for the degree of Master of pest management. Simon Fraser University. 49 pp.
-  Hobson R. P. 1931. On an enzyme from blow-fly larvae (*Lucilia sericata*) which digests collagen in alkaline solution. *Biochemistry Journal* 25: 1458–1463.
-  Hodge C. 1933. Growth and nutrition of *Melanoplus differentialis* Thomas (Orthoptera: Acrididae). I. Growth on a satisfactory mixed diet and on diets of single food plants. *Physiological Zoology* 6: 306–328.
-  Hodson F. R. H. and Chapco W. 1986. Fitness traits associated with the red back phenotype in the migratory grasshopper, *Melanoplus sanguinipes*. *Experientia* 42: 444–445.
-  Honêk A. 1979. Regulation of diapause, number of instars, and body growth in the moth species *Amathes c-nigrum* (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomologia Generalis* 5: 221–229.












-  Honêk A. 1988. The effects of crop density and microclimate on pitfall trap catches of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera), and Lycosidae (Aranea) in cereal fields. *Pedobiologia* 32: 233–242.
-  Honêk A. 1993. Intraspecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship. *Oikos* 66: 483–492.
-  Huchet J. B., Deverly D., Gutierrez B. and Chauchat C. 2009. Taphonomic evidence of a human skeleton gnawed by termites in a Moche-civilisation grave at Huaca de la Luna, Peru. *International Journal of Osteoarchaeology* 21(1): 92–102.
-  Hue Y. 2008. Life cycle of *Thanasimus formzcarzus* (Coleoptera: Cleridae) in Southern Norway. *Insect Science* (Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences) 5(1): 55–62.
-  Hurlbert S. H. and Villalobos-Figueroa A. 1982. Aquatic biota of Central America, Mexico and the West Indies. San Diego State University. San Diego, California. 529 pp.
-  Iannacone J. 2003. Artropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callao, Perú. *Revista Brasileira de Zoología* 20(1):85–90.
-  Ikeda H., Kagaya T., Kubota K. and Abe T. 2008. Evolutionary relationships among food habit, loss of flight, and reproductive traits: life-history evolution in the Silphinae (Coleoptera: Silphidae). *Evolution* 62(8): 2065–2079.
-  Introna Jr. F., Campobasso C. P. and Goff M. L. 2001. Entomotoxicology. *Forensic Science International* 120: 42–47.
-  Jameson M. L. and Ratcliffe B. C. 2002. Introduction. Series Scarabaeiformia Crowson 1960 (=Lamellicornia), Superfamily Scarabaeoidea Latreille 1802. In: Arnett T., Skelley and Frank (Eds.). American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Volume 2. CRC Press. New York. 1–5 pp.
-  Jarosík V. 1992. Pitfall trapping and species abundance relationships: a value for carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *Acta Entomologica, Bohemoslovaca* 89: 1–12.
-  Jeanne R. L. 1972. Social biology of the Neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 144(3): 63–150.









-  Jensen J. G. and Cameron C. A. 2004. Development and kikuyu consumption of preimaginal *Herpetogramma licarsisalis* (Lepidoptera: Pyralidae) reared at temperatures between 15 and 25°C. *Environmental Entomology* 33: 1178–1184.
-  Jirón L. F. and Cartín V. M. 1981. Insect succession in the decomposition of a mammal in Costa Rica. *Journal of the New York Entomological Society* 89: 158–165.
-  Jirón L. F., Vargas L. G. and Vargas-Alvarado E. 1982. Four muscoid flies (Sarcophagidae and Muscidae) associated with human cadavers in Costa Rica. *Brenesia* 21: 1–5.
-  Jirón L. F. and Solano M. E. 1988. Notes on the eclectic feeding preferences of the black soldier fly *Hermetia illuscens* (Diptera: Stratiomyidae) in Costa Rica. *Brenesia* 30: 101–103.
-  Johnson M. D. 1975. Seasonal and microseral variations in the insect populations on carrion. *America Midland Naturalist* 93: 79–90.
-  Jones A. 2011. Animal scavengers as agents of decomposition: the postmortem succession of Louisiana wildlife. Thesis submitted for the degree of Master of Arts in the Department of Geography and Anthropology. Louisiana State University. 62 pp.
-  Jones D., Jones G. and Bhaskaran G. 1980. Induction of supernumerary moulting by starvation in *Manduca sexta* larvae. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 28: 259–267.
-  Jones D., Jones G. and Hammock B. D. 1981. Growth parameters associated with endocrine events in larval *Trichoplusia ni* (Hübner) and timing of these events with developmental markers. *Journal of Insect Physiology* 27: 779–788.
-  Jones T. M. and Elgar M. A. 2004. The role of male age, sperm age and mating history on fecundity and fertilization success in the hide beetle. *Proceedings of Royal Society of London B: Biological Sciences* 271(1545): 1311–1318.
-  Joy J. E., Liette N. L. and Harrah H. L. 2006. Carrion fly (Diptera: Calliphoridae) larval colonization of sunlit and shaded pig carcasses in West Virginia, USA. *Forensic Science International* 164(2–3): 183–192.

-  Kaneshrajah G. and Turner B. 2004. *Calliphora vicina* larvae grow at different rates on different body tissues. *International Journal of Legal Medicine* 118(4): 242–244.
-  Kanetake J., Sakaue K., Sakai J., Takahashi S., Kanawaku Y., Hashiyada M. and Funayama M. 2008. Two small linear marks on a mandible: collaborative networking between forensic experts. *Legal Medicine* 10(1): 46–49.
-  Kato Y. 1989. Role of photoperiod in larval growth of *Sasakia charonda* (Lepidoptera, Nymphalidae). *Japanese journal of entomology* 57: 221–230.
-  Kato M. and Sumimoto K. 1968. Nutritional studies on excessive larval moulting in the silkworm *Bombyx mori*. *Annotationes Zoologicae Japonenses* 41: 140–147.
-  Kharboutli M. S. and Mack T. P. 1993. Comparison of three methods for sampling arthropod pests and their natural enemies in peanut fields. *Journal of Economic Entomology* 86(6): 1802–1810.
-  Keeler C. M. 1999. Control of *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae) in an interior storage situation with neem, *Azadirachta indica*. Thesis submitted for the degree of Master of Science. McGill University. Montreal, Quebec. 71 pp.
-  Keh B. 1985. Scope and applications of forensic entomology. *Annual Review of Entomology* 30: 137–154.
-  Kentner E. and Streit B. 1990. Temporal distribution and habitat preference of congeneric insect species found at rat carrion. *Pedobiologia* 34: 347–359.
-  Kenward H. K. 1997. Synanthropic decomposer insects and the size, remoteness and longevity of archaeological occupation sites: applying concepts from biogeography to past “islands” of human occupation. In: Ashworth A. C., Buckland P. C. and Sadler J. T. (Eds.). *Studies in Quaternary Entomology: an inordinate fondness for insects*. Quaternary Proceedings 5. Wiley. Chichester, U.K. 135–152 pp.
-  Kenward H. K. and Hall A. R. 1995. Biological evidence from Anglo-Scandinavian deposits at 16–22 Coppergate. *The Archaeology of York* 14(7): 435–797.

-  Kharboutli M. S. and Mack T. P. 1993. Effect of temperature, humidity, and prey density on feeding rate of the striped earwig (Dermaptera: Labiduridae). *Environmental Entomology* 22: 1134–1139.
-  Kiritani K. 1959. The biology of the leather beetle, *Dermestes maculatus* DeGeer. *Japanese Journal of Ecology* 9(1): 11–15.
-  Knight B. 1991. Forensic pathology. Edward Arnold. London. 262 pp.
-  Kočárek P. 2001. Diurnal patterns of postfeeding larval dispersal in carrion blowflies (Diptera: Calliphoridae). *European Journal of Entomology* 98(1): 117–119.
-  Kočárek P. 2002. Diel activity patterns of carrion-visiting Coleoptera studied by time-sorting pitfall traps. *Biologia Bratislava* 57(2): 199–211.
-  Kočárek P. 2003. Decomposition and coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. *European Journal of Soil Biology* 39: 31–45.
-  Knowles A., Findlow A. and Jackson N. 2001. Management of a diabetic foot ulcer using larval therapy. *Nursing standard* 16(6): 73–76.
-  Köppen W. 1948. Climatología. Fondo de cultura económica, México.
-  Kovarik P. W. and Caterino M. S. 2001. Histeridae Gyllenhal, 1808. In: Arnett R. H. and Thomas M. C. (Eds.). American beetles. Vol. 1. Archostemata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Staphyliniformia. CRC Press. Boca Raton - London - New York - Washington, DC. 212–227 pp.
-  Kovarik W. and Catherino M. 2005. Histeridae Gyllenhal 1808. In: Beutel R. G. and Leschen R. A. B. (Eds.). Handbook of Zoology, Coleoptera, Beetles. Volume 1. Morphology and Systematics (Archostemata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga partim). De Gruyter. Berlin. 190–222 pp.
-  Kreyenberg J. 1928. Experimentell-biologische untersuchungen uber *Dermestes lardarius* L. und *Dermestes vulpinus* F. Ein Beitrag zur frage nach der Inkonzanz der häutungszahlen bei Coleopteren. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 14(1): 140–188.

-  Kritzinger C. C. 1955. The control of insect damage to hides and skins. *Research Bulletin of Leather Industries Research Institute* (Grahamstown) 156: 11.
-  Kulshrestha P. and Satpathy D. K. 2001. Use of beetles in forensic entomology. *Forensic Science International* 120(1–2): 15–17.
-  Kuroyanagi E., Honda S., Yoshimi S. and Sagara N. 1982. The appearance of *Hebeloma radicosum* from a buried cat carcass. *Transactions of the Mycological Society of Japan* 23: 485–488.
-  Lance G. N. and Williams W. T. 1966. Computer programs for hierarchical polythetic classification (similarity analysis). *Computer Journal* 9(1): 60–60.
-  Lance G. N. and Williams W. T. 1967. Mixed-data classificatory programs I.) Agglomerative Systems Aust. *Computer Journal* 1: 15–20.
-  Laub C., Youngman R. R., Love K. and Mize T. 2008. Using Pitfall Traps to Monitor Insect Activity. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University. 4 pp.
-  Laudet F. and Antoine P. O. 2004. Des chambres de pupation de Dermestidae (Insecta: Coleoptera) sur un os de mammifère Tertiaire (phosphorites du Quercy): implications taphonomiques et paléoenvironnementales. *Geobios* 37(3): 376–381.
-  Leather S. R. and Watt A. D. 2005. Sampling theory and practice. In: Leather S. R. (Ed). Insect sampling in forest ecosystems. Blackwell. Malden, MA. 1–15 pp.
-  Leclercq M. 1976. Entomologie et médecine légale: *Sarcophaga argyrostoma* Rob-Desv. (Dipt. Sarcophagidae) et *Phaenicia sericata* Meig. (Dipt. Calliphoridae). *Bulletin et Annales de la Société royale belge d'Entomologie* 112: 119–126.
-  Leclercq M. 1978. Entomologie et médecine légale. Datation de la mort. Collection de médecine légale et de toxicologie médicale. Ed. Masson. Paris. (108): 100 pp.
-  Lemieux J. P. and Lindgren B. S. 1999. A pitfall trap for large-scale trapping of Carabidae: comparison against conventional design using two different preservatives. *Pedobiologia* 43: 245–253.

-  Leonard D. E. 1968. Effects of density of larvae on the biology of the gypsy moth, *Porthetria dispar*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 11: 291–304.
-  Leonard D. E. 1970. Effects of starvation on behaviour, number of larval instars, and developmental rate of *Porthetria dispar*. *Journal of Insect Physiology* 16: 25–31.
-  Lerch K., Linde H. -J., Lehn N. and Grifka J. 2003. Bacteria ingestion by blowfly larvae: an in vitro study. *Dermatology* 207: 362–366.
-  Levinson H. Z., Levinson A. R., Jen T.-L., Williams J. L. D., Kahn G. and Francke W. 1978. Production site, partial composition and olfactory perception of a pheromone in the male hide beetle. *Naturwissenschaften* 65: 543–545.
-  Levinson A. R., Levinson H. Z. and Francke W. 1981. Intraspezifische Lockstoffe des Dornspeckkäfers *Dermestes maculatus* (De Geer). *Mitteilungen Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* 2: 235–237.
-  Levinson A. and Levinson H. 1995. Reflections on structure and function of pheromone glands in storage insect species. *Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz* 68(5): 99–118.
-  Levot G. W., Brown K. R. and Shipp E. 1979. Larval growth of some calliphorid and sarcophagid Diptera. *Bulletin of Entomological Research* 69: 469–475.
-  Light S. F. 1929. Present status of our knowledge of the termites of China. *Lignan Science Journal* 7: 581–600.
-  Lima Pilotto Santos M. L. and Luz E. 1991. Espécies exóticas de *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) como veiculadoras de enterobactérias patogênicas em Curitiba, Paraná, Brazil. *Acta Biológica Paranaense* 20(1–4): 61–83.
-  Lincoff G. H. 1981. The Audubon Society field guide to North American mushrooms. A. A. Knopp. New York.
-  Linhares A. X. 1981. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in the city of Campinas, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 25(3): 189–215.

-  Linnie M. J. and Keatinge M. J. 2000. Pest control in museums: toxicity of para-dichlorobenzene, 'vaponatm', and naphthalene against all stages in the life-cycle of museum pests. *Dermestes maculatus* Degeer, and *Anthrenus verbasci* (L.) (Coleoptera: Dermestidae). *International Biodeterioration and Biodegradation* 45: 1–13.
-  Liquido N. J. and Nishida T. 1985. Variation in number of instars, longevity and fecundity of *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae). *Annals of the Entomological Society of America* 78: 459–463.
-  Liria Salazar J. 2006. Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo-Venezuela. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica* 23(1): 33–38.
-  Livingston S. K. and Price L. H. 1932. The treatment of chronic osteomyelitis with special reference to the use of the maggot active principle. *Journal of American Medical Association* 98: 1143–1241.
-  López F., Serrano J. M. and Agosta F. J. 1992. Intense reaction of recruitment facing unusual stimuli in *Messor barbarus* (L.) (Hymenoptera: Formicidae). *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 39 (1–3): 135–142.
-  Lopes de Carvalho L. M., Thyssen P. J., Linhares A. X. and Palhares F. A. B. 2000. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 95 (1): 135–138.
-  Lopes de Carvalho L. M. and Linhares A. X. 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in Southeastern Brazil. *Journal of Forensic Sciences* 46(3): 604–608.
-  Lopes de Carvalho L. M., Thyssen P. J., Goff M. L. and Linhares A. X. 2004. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in an urban area of Southeastern Brazil. *Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology* 5(1): 33–39.

-  Lord J. C. 2011. Influence of substrate and relative humidity on the efficacy of three entomopathogenic fungi for the hide beetle, *Dermestes maculatus* (Coleoptera, Dermestidae). *Biocontrol Science and Technology* 21(4): 475–483.
-  Lord W. D., DiZinno J. A., Wilson M. R., Budowle B., Taplin D. and Meinking T. L. 1998. Isolation, amplification, and sequencing of human mitochondrial DNA obtained from human crab louse, *Pthirus pubis* (L.), blood meals. *Journal of Forensic Sciences* 43(5): 1097–1100.
-  Luckmann W. H. 1963. Observations on the biology and control of *Glischrochilus quadrisignatus*. *Journal of Economic Entomology* 56: 681–686.
-  Luederwaldt G. 1911. Os insectos necrophagos paulistas. *Revista do Museu Paulista* 8: 414–433.
-  MacDonell N. and Anderson G. S. 1997. Aquatic forensics: determination of time since submergence using aquatic invertebrates. Technical Report TR–01–97. Canadian Police Research Centre. Ottawa, Ontario. 24 pp.
-  MacGregor D. M. 1999a. Decomposition of pig carrion in Southeast Queensland, Australia, during summer. 51st American Academy of Forensic Sciences Annual Meeting. Orlando, FL.
-  MacGregor D. M. 1999b. Decomposition of pig carrion in Southeast Queensland, Australia, during winter. 51st American Academy of Forensic Sciences Annual Meeting. Orlando, FL.
-  McNamara J. 1991. Family Cleridae: checkered beetles. In: Bousquet Y. (Ed.). Checklist of the beetles of Canada and Alaska. Agriculture Canada Publication 1861/E: 208–211 pp.
-  Magaña C. 2001. La Entomología forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la Muerte. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* (28): 49–57.
-  Magaña C., Andara C., Contreras M. J., Coronado A., Guerrero E., Hernández D., Herrera M., Jiménez M., Liendo C., Limongi J., Liria J., Mavárez M., Oviedo M., Piñango J., Rodríguez I., Soto A., Sandoval M. F., Sánchez J., Seijas N., Tiape Z. and Velásquez Y.

2006. Estudio preliminar de la fauna de insectos asociada a cadáveres en Maracay, Venezuela. *Entomotropica* 21(1): 53–59.



Mahr S. M. 2000. Know Your Friends Checkered Beetles. Biological Control News. University of Wisconsin-Madison. Vol. 7(1).



Majka C. G. 2006. The checkered beetles (Coleoptera: Cleridae) of the Maritime Provinces of Canada. *Zootaxa* 1385: 31–46.



Maldonado M. A and Centeno N. 2003. Quantifying the potential pathogens transmission of the blowflies (Diptera: Calliphoridae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98(2): 213–216.



Manhein M. H., Listi G. A. and Leitner M. 2006. The application of geographic information systems and spatial analysis to assess dumped and subsequently scattered human remains. *Journal of Forensic Sciences* 51(3): 469–474.



Mann R. W., Bass W. M. and Meadows L. 1990. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences* 35(1): 103–111.



Marchenko M. I. 2001. Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. *Forensic Science International* 120 (1–2): 89–109.



Margalef R. 1974. Ecología. Omega, Barcelona.



Mariluis J. C. 1983. Presencia del genero *Chrysomya* Robineau-Desvoidy, 1830 en la region Neotropical. (Calliphoridae, Chrysomyiinae, Chrysomyiini). *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina* 42(1–4): 141–142.












Mariluis J. C., Lagar M. C. and Bellegarde E. J. 1989. Diseminación de enteroparasitos por Calliphoridae (Insecta, Diptera). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 84(Supl. IV): 349–351.




















Martin L. D. and West D. L. 1995. The recognition and use of dermestid (Insecta, Coleoptera) pupation chambers in paleoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 113(2–4): 303–310.













Martín Piera F. and López-Colón J. I. 2000. Coleoptera, Scarabaeoidea I. Fauna Ibérica 14. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid, España.

-  Martínez E., Duque P. and Wolff M. 2007. Succession pattern of carrion-feeding insects in Paramo, Colombia. *Forensic Science International* 166(2–3): 182–189.
-  Martínez M. D., Arnaldos M. I. and Garcia M. D. 1997. Datos sobre la fauna de hormigas asociada a cadáveres (Hymenoptera: Formicidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 21(3–4): 281–283.
-  Martínez M. D., Arnaldos M. I., Romera E. and García M. D. 2002. Los Formicidae (Hymenoptera) de la comunidad sarcosaprófaga en un ecosistema mediterráneo. *Anales de Biología* 24: 33–44.
-  Mathavan S. 1990. Effect of temperature on the bio-energetics of the larvae of *Brachythemis contaminata* (Fabricius) and *Orthetrum sabina* (Drury) (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 19: 153–165.
-  Mavárez-Cardozo M. G., Espina de Ferreira A. L., Barrios-Ferrer F. A. and Ferreira-Paz J. L. 2005. La entomología forense y el neotrópico. *Cuadernos de Medicina Forense* 11(39): 23–33.
-  Mazía C. N., Chaneton E. J. and Kitzberger T. 2006. Small-scale habitat use and assemblage structure of ground-dwelling beetles in a Patagonian shrub steppe. *Journal of Arid Environment* 67: 177–194.
-  McGinnis A. J. and Kasting R. 1959. Nutrition of the pale Western cutworm, *Agrotis orthogonia* Morr. (Lepidoptera: Noctuidae). I. Effects of underfeeding and artificial diets on growth and development, and a comparison of wheat sprouts of thatcher, *Triticum aestivum* L., and golden ball, *T. durum* Desf., as food. *Canadian Journal of Zoology* 37: 259–266.
-  McNamara J. 1991. Family Cleridae: checkered beetles. In: Bousquet Y. (Ed.). Checklist of the Beetles of Canada and Alaska. Agriculture Canada Publication 1861/E. 208–211 pp.
-  Mcnamara K. B., Brown R. L., Elgar M. A. and Jones T. M. 2008. Paternity costs from polyandry compensated by increased fecundity in the hide beetle. *Behavioral Ecology* 19(2): 433–440.

-  Mégnin P. 1887. La faune des tombeaux [The fauna of graves]. Prés. par Brown-Sequard M. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences* 105: 948–951.
-  Mégnin P. 1894. La faune des cadavres. Application de l'entomologie à la médecine légale [The fauna of corpses. Application of entomology to forensic medicine]. Masson G. and Gauthier-Villars et. Fils. Paris.
-  Megyesi M. S., Nawrocki S. P. and Haskell N. H. 2005. Using accumulated degree-days to estimate the postmortem interval from decomposed human remains. *Journal of Forensic Sciences* 50(3): 618–626.
-  Melis C., Teurlings I., Linnell J. D. C., Andersen R. and Bordoni A. 2004. Influence of a deer carcass on Coleopteran diversity in a Scandinavian boreal forest: a preliminary study. *European Journal of Wildlife Research* 50: 146–149.
-  Mellanby K. 1943. Scabies. Oxford University Press. Oxford. 81 pp.
-  Merbs C. F. 1997. Eskimo skeleton taphonomy with identification of possible polar bear victims. Forensic taphonomy: the postmortem fate of human remains. Haglund W. D. and Sorg M. H. (Eds.). CRC Press. Boca Raton, FL. Capítulo 16, 249–261 pp.
-  Merkel H. 1925. Die bedeutung der art der tötung für die leichenzerstörung durch madenfrass. *Deutsche Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin* 5: 34–44.
-  Mesibov R., Taylor R. J. and Brereton R. N. 1995. Relative efficiency of pitfall trapping and handcollecting from plots for sampling of millipedes. *Biodiversity and Conservation* 4: 429–439.
-  Micozzi M. S. 1986. Experimental study of postmortem change under field conditions: effects of freezing, thawing, and mechanical injury. *Journal of Forensic Sciences* 31(3): 953–961.
-  Midgley J. M., Richards C. S. and Villet M. H. 2010. The utility of Coleoptera in forensic investigations. In: Amendt J., Goff M. L., Campobasso C. P. and Grassberger M. (Eds). Current concepts in forensic entomology. The Netherlands: Springer. Dordrecht. 57–68 pp.












-  Midgley J. M. and Villet M. H. 2009. Development of *Thanatophilus micans* (Fabricius 1794) (Coleoptera Silphidae) at constant temperatures. *International Journal of Legal Medicine* 123: 285–292.
-  Miller K. V. and Williams R. N. 1982. Seasonal abundance of *Stelidota geminata* (Say) in selected habitats. *Journal of the Georgia Entomological Society* 17: 112–117.
-  Miller O. K. and Hilton R. N. 1987. New and interesting agarics from Western Australia. *Sydowia* 39: 126–137.
-  Milne L. J. and Milne M. 1976. The social behavior of burying beetles. *Scientific American* 235: 84–89.
-  Milonas P. G. and Savopoulou-Soultani M. 2000. Development, survivorship, and reproduction of *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) at constant temperatures. *Annals of the Entomological Society of America* 93: 96–102.
-  Mira A. and D. Raubenheimer. 2002. Divergent nutrition-related adaptations in two cockroach populations inhabiting different environments. *Physiological Entomology* 27: 330–339.
-  Mise K. M., Barros de Souza A. S., De Menezes Campos C., Ferreira R. L. and Massutti de Almeida L. 2010. Coleoptera associated with pig carcass exposed in a forest reserve, Manaus, Amazonas, Brazil. *Biota Neotropica* 10(1): 321–324.
-  Mise K. M., Massutti de Almeida L. and Osvaldo Moura M. 2007. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. *Revista Brasileira de Entomologia* 51(3): 358–368.
-  Mommertz S., Schauer C., Koesters N., Lang A. and Filser J. 1996. A comparison of D-vac suction, fenced and unfenced pitfall trap sampling of epigeal arthropods in agroecosystems. *Annales Zoologici Fennici* 33: 117–124.
-  Montoya A. L. G., Sánchez J. D. R. and Wolff M. I. E. 2009. Sinantropía de Calliphoridae (Diptera) del municipio La Pintada, Antioquia. *Revista Colombiana de Entomología* 35(1): 73–82.












-  Moraitis K. and Spiliopoulou C. 2010. Forensic implications of carnivore scavenging on human remains recovered from outdoor locations in Greece. *Journal of Forensic Legal Medicine* 17(6): 298–303.
-  Moretti T. C. and Ribeiro O. B. 2006. *Cephalotes clypeatus* Fabricius (Hymenoptera: Formicidae): hábitos de nidificação e ocorrência em carcaça animal. *Neotropical Entomology* 35(3): 412–415.
-  Moretti T. C., Thyssen P. J., Godoy W. A. C. and Solis D. R. 2008. Necrophagy by the social wasp *Agelaia pallipes* (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini): possible forensic implications. *Sociobiology* 51(2): 393–398.
-  Morita M. and Tojo S. 1985. Relationship between starvation and supernumerary ecdysis and recognition of the penultimate-larval instar in the common cutworm, *Spodoptera litura*. *Journal of Insect Physiology* 31: 307–313.
-  Morrill W. L., Lester D. G. and Wrona A. E. 1990. Factors affecting efficacy of pitfall traps for beetles (Coleoptera: Carabidae and Tenebrionidae). *Journal of Entomological Science* 25: 284–293.
-  Moura M. O., Barros de Carvalho C. J. and Monteiro-Filho E. L. A. 1997. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, State of Paraná. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 92(2): 269–274.
-  Moura M. O., De Araújo Monteiro-Filho E. L. and Barros de Carvalho C. J. 2005. Heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48(3): 477–482.
-  Mumcuoglu K. Y., Miller J., Mumcuoglu M., Friger M. and Tarshis M. 2001. Destruction of bacteria in the digestive tract of the maggot of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology* 38: 161–166.
-  Mumcuoglu K. Y., Gallili N., Reshef A., Brauner P. and Grant H. 2004. Use of human lice in forensic entomology. *Journal of Medical Entomology* 41(4): 803–806.
-  Munro J. W. 1966. Pests of stored products. Hutchinson & Co. Ltd. London. 234 pp.










-  Murad T. A. and Boddy M. A. 1987. A case with bear facts. *Journal of Forensic Sciences* 32(6): 1819–1826.
-  Murmann D. C., Brumit P. C., Schrader B. A. and Senn D. R. 2006. A comparison of animal jaws and bite mark patterns. *Journal of Forensic Science* 51(4): 846–860.
-  Myers L. 2001. Sap beetles (of Florida), Nitidulidae (Insecta: Coleoptera: Nitidulidae). EENY256. Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. 8 pp.
-  Myskowiak J. B. and Doums C. 2002. Effects of refrigeration on the biometry and development of *Protophormia terraenovae* (Robineau–Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae) and its consequences in estimating postmortem interval in forensic investigations. *Forensic Science International* 125: 254–261.
-  Nagasawa S. 1988. Number of larval instars of the gypsy moth in Japan (Lepidoptera: Lymantriidae). *Applied Entomology and Zoology* 23: 441–448.
-  Nalinakumari T. and Mammen K. V. 1998. Varietal preference, growth and development of pests *Necrobia rufipes* De Geer and *Oryzaephilus surinamensis* Linn. in stored copra. *Journal of Tropical Agriculture* 36: 37–40.
-  Newton A. F. J. 1991. Silphidae. In: Stehr F. W. (Ed.). Immature insects. Kendall/Hunt. Dubuque, IA, USA. Vol. 2: 339–341 pp.
-  Newton A. F., Thayer M. K., Ashe J. S. and Chandler D. S. 2001. Staphylinidae Latreille, 1802. In: Arnett R. H. Jr. and Thomas M. C. (Eds.). American Beetles, Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia. CRC Press. Boca Raton, Florida. 1 : 272–418 pp.
-  Niemelä J. 1990. Spatial distribution of carabid beetles in the Southern Finnish taiga: the question of scale. In: Stork N. E. The Role of Ground Beetles in Ecological and Environmental Studies (Ed.). Intercept. Hampshire, UK. 143–155 pp.
-  Niemelä J., Spence J. R. and Spence D. H. 1992. Habitat associations and seasonal activity of ground-beetles (Coleoptera, Carabidae) in Central Alberta. *The Canadian Entomologist* 124(3): 521–540.












-  Niemelä J., Spence J. R., Langor D. W., Haila Y. and Tukia H. 1993. Logging and boreal ground beetle assemblages on two continents: implications for conservation. In: Gaston K. J., New T. R. and Samways M. J. (Eds). *Perspectives in insects conservation*. Intercept Ltd. Andover. 29-50 pp.
-  Nijhout H. F. 1975. A threshold size for metamorphosis in the tobacco hornworm, *Manduca sexta* (L.). *Biology Bulletin* 149: 214–225.
-  Nijhout H. F. 1994. *Insect hormones*. Princeton University Press. Princeton, NJ.
-  Nishida K. 1984. Experimental studies on the estimation of postmortem intervals by means of fly larvae infesting human cadavers. *Japanese Journal of Legal Medicine* 38: 24–41.
-  Nishida K., Shinonaga S. and Kano R. 1986. Growth tables of larvae for the estimation of postmortem intervals. *Ochanomizu Medical Journal* 34: 157–172.
-  Nolte K. B., Pinder R. D. and Lord W. D. 1992. Insect larvae used to detect cocaine poisoning in a decomposed body. *Journal of Forensic Sciences* 37(4): 1179–1185.
-  Novák B. 1975/1976. Diurnale aktivität zweier Coleoptera-Arten aus der Auwald-Laubstreu (Col. Silphidae et Staphylinidae). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultas Rerum Naturalium* 51: 149–153.
-  Nuorteva P. 1963. Synanthropy of blowflies (Diptera, Calliphoridae) in Finland. *Annales Entomologici Fennici* 29: 1–49.
-  Nuorteva P. 1970. Histerid beetles as predators of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Finland. *Annales Zoologici Fennici* 7: 195–198.
-  Obeng-Ofori D. 1993. The behaviour of 9 stored product beetles at pitfall trap arenas and their capture in millet. *Entomologica Experimentalis et Applicata* 6: 161–169.
-  O'Brien C. and Turner B. 2004. Impact of paracetamol on *Calliphora vicina* larval development. *International Journal of Legal Medicine* 118(4): 188–189.

-  Ocampo F. C. and Ruiz Manzanos E. 2008. Scarabaeidae. In: Claps L. E., Debandi G. y Roig-Juñent S. (Eds.). Biodiversidad de Artrópodos Argentinos, Vol. 2. Sociedad Entomológica Argentina. 535–557 pp.
-  O'Donnell S. 1995. Necrophagy by neotropical swarm-founding wasps (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). *Biotropica* 27(1): 133–136.
-  Ohkawara K., Suzuki S. and Katakura H. 1998. Competitive interaction and niche differentiation among burying beetles (Silphidae, *Nicrophorus*) in Northern Japan. *Entomological Science* 1(4): 551–559.
-  Olaya Másmela L. A. 2001. Entomofauna sucesional en el cadáver de un cánido en condiciones de campo en la Universidad del Valle (Cali Colombia). *Cuadernos de Medicina Forense* (23): 5–14.
-  Oliva A. 1997. Insectos de interés forense de Buenos Aires (Argentina). Primera lista ilustrada y datos bionómicos. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales*, Entomología 7(2): 13–59.
-  Oliva A. 2001. Insects of forensic significance in Argentina. *Forensic Science International* 120 (1–2): 145–154.
-  Oliva A. 2005. Dípteros causantes de gusaneras. In: Salomón O. D. (Ed.). Artrópodos de interés médico en Argentina. Serie Enfermedades transmisibles. Buenos Aires. Publicación monográfica 6: 91–95 pp.
-  Ordóñez A. A., García M. D. and Fagua G. G. 2008. Evaluation of efficiency of Schoenly trap for collecting adult sarcosaprophagous dipterans. *Journal of Medical Entomology* 45(3): 522–532.
-  Orminati S. A. and Hansens E. J. 1974. The biology of *Tabanus lineola lineola* F. *Annals of the Entomological Society of America* 67: 937–939.
-  Ortloff A., Peña P. and Riquelme M. 2012. Preliminary study of the succession pattern of necrobiont insects, colonising species and larvae on pig carcasses in Temuco (Chile) for forensic applications. *Forensic Science International* 222: e36–e41.










-  Osborne P. J. 1971. An insect fauna from the Roman site at Alcester, Warwickshire. *Britannia* 2: 156–165.
-  Osborne P. J. 1981. Coleopterous fauna from Layer 1. In: Greig J. R. A. (Ed.). The investigation of a medieval barrel latrine from Worcester. *Journal of Archaeological Science* 8: 268–271.
-  Osuji F. N. C. 1975. The effects of salt treatment of fish on the developmental biology of *Dermestes maculatus* (Coleoptera, Dermestidae) and *Necrobia rufipes* (Cleridae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 18(4): 472–479.
-  Osuji F. N. C. 1977. The development of *Necrobia rufipes* (Degeer) (Coleoptera, Cleridae) in dried fish and certain other stored commodities. *Nigerian Journal of Science* 2: 21–32.
-  Osuji F. N. C. 1985. Outlines of stored products entomology for the tropics. Fourth Dimension Publishing Co. Ltd.. Enugu.
-  Owoade R. A. 2008. Mortality, growth and development of *Dermestes maculatus* larvae exposed to dry *Clarias* sp. treated with four local spices. *African Scientist* 9(1): 31–34.
-  Özdemir S. and Sert O. 2009. Determination of Coleoptera fauna on carcasses in Ankara province, Turkey. *Forensic Science International* 183(1–3): 24–32.
-  Palestrini C., Barbero E. and Zunino M. 1992. Biology of the preimaginal stages in trogid beetles (Coleoptera): experimental data. *Bollettino di Zoologia* 59: 69–71.
-  Panagiotakopulu E. 2004. Dipterous remains and archaeological interpretation. *Journal of Archaeological Science* 31: 1675–1684.
-  Parsons C. T. 1943. A revision of Nearctic Nitidulidae (Coleoptera). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 92: 121–248.
-  Partridge L., Barrie B., Fowler K. and French V. 1994. Evolution and development of body size and cell size in *Drosophila melanogaster* in response to temperature. *Evolution* 48: 1269–1276.

-  Partridge L. and Coyne J. A. 1997. Bergmann's rule in ectotherms: is it adaptive?. *Evolution* 51: 632–635.
-  Patel F. 1994. Artifact in forensic medicine: postmortem rodent activity. *Journal of Forensic Sciences* 39(1): 257–260.
-  Patel F. 1995. Artefact in forensic medicine: pseudo-rodent activity. *Journal of Forensic Sciences* 40(4): 706–707.
-  Paul C. F., Shukla G. N., Das S. R. and Perti S. L. 1963. A life-history study of the hide beetle *Dermestes vulpinus* Fab. (Coleoptera, Dermestidae). *Indian Journal of Entomology* 24(3): 167–179 [Dermestes vulpinus es sinònimo de *D. maculatus*].
-  Payne J. A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology* 46(5): 592–602.
-  Payne J. A., King E. W. and Beinhart G. 1968. Arthropod succession and decomposition of buried pigs. *Nature* 219: 1180–1181.
-  Payne J. A. and King E. W. 1970. Coleoptera associated with pig carrion. *Entomologist's Monthly Magazine* 105: 224–232.
-  Peacock E. R. 1993. Adults and larvae of hide, larder and carpet beetles and their relatives (Coleoptera: Dermestidae) and of derodontid Beetles (Coleoptera: Derodontidae). Handbooks for the Identification of British Insects. Royal Entomological Society of London. London, UK. Volume 5(Part 3): 144pp.
-  Peck S. B. 1990. Insecta: Coleoptera Silphidae and the associated families Agyrtae and Leiodidae. In: Dindal D. L. (Ed.). Soil biology guide. John Wiley & Sons. New York, USA. 1113–1136 pp.
-  Peck S. B. and Skelley P. E. 2001. Small carrion beetles (Coleoptera: Leiodidae: Cholevinae) from burrows of *Geomys* and *Thomomys* pocket gophers (Rodentia: Geomyidae) in the United States. *Insecta Mundi* 15(3): 139–149.
-  Pekár S. 2002. Differential effects of formaldehyde concentration and detergent on the catching efficiency of surface active arthropods by pitfall traps. *Pedobiologia* 46: 539–547.








-  Pérez S. P., Duque P. and Wolff M. 2005. Successional behavior and occurrence matrix of carrion-associated arthropods in the urban area of Medellín, Colombia. *Journal of Forensic Science* 50(2): 448–454.
-  Perfecto I., Horwith B., Vandermeer J., Schultz B., McGuinness H. and Dos Santos A. 1986. Effects of plant diversity and density on the emigration rate of two ground beetles, *Harpalus pennsylvanicus* and *Evarthrus sodalis* (Coleoptera: Carabidae), in a system of tomatoes and beans. *Environmental Entomology* 15: 1028–1031.
-  Perotti M. A. and Braig H. R. 2009. Phoretic mites associated with animal and human decomposition. *Experimental and Applied Acarology* 49(1–2): 85–124.
-  Perotti M. A., Goff M. L., Baker A. S., Turner B. D. and Braig H. R. 2009. Forensic acarology: an introduction. *Experimental and Applied Acarology* 49 (1–2): 3–13.
-  Pershing J. C. and Linit M. J. 1988. Variation in number of instars of *Monochamus carolinensis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 61: 370–378.
-  Pessôa S. B. and Lane L. 1941. Coleópteros necrófagos de interesse médico-legal. Ensaio monográfico sôbre a familia Scarabaeidae de São Paulo e regiões vizinhas. Arq. Zool. Est. São Paulo, II. *Revista do Museu Paulista* 25: 389–504.
-  Peters R. H. 1983. The ecological implications of body size. Cambridge University Press, Cambridge.
-  PisfH E. D. and Korytkowski C. G. 1974. Biología y comportamiento de *Dermestes Maculatus* De Geer (Col.: Dermestidae). *Revista peruana de entomología* 17(1): 28–31.
-  Pittendrigh B. R., Huesing J. E., Shade R. E. and Murdock L. L. 1997. Monitoring of rice weevil, *Sitophilus oryzae*, feeding behavior in maize seeds and the occurrence of supernumerary moults in low humidity conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 83: 225–231.
-  Platts-Mills T. A. E., Thomas W. R., Aalberse R. C., Vervloet D. and Champman M. D. 1992. Dust mite allergens and asthma: report of a second international workshop. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 89(5): 1046–1060.










-  Prado and Castro C., Sousa J. P., Arnaldos M. I., Gaspar J. and García M. D. 2011. Blowflies (Diptera: Calliphoridae) activity in sun exposed and shaded carrion in Portugal. *Annales de la Société Entomologique de France* 47(1–2): 128–139.
-  Prasifka J. R., Lopez M. D., Hellmich R. L., Lewis L. C. and Dively G. P. 2007. Comparison of pitfall traps and litter bags for sampling ground-dwelling arthropods. *Journal of Applied Entomology* 131(2): 115–120.
-  Prete P. E. 1997. Growth effects of *Phaenicia sericata* larval extracts on fibroblasts: mechanism for wound healing by maggot therapy. *Life Science* 60: 505–510.
-  Prichard J. G., Kossoris P. D., Leibovitch R. A., Robertson L. D. and Lovell F. W. 1986. Implications of trombiculid mite bites: report of case and submission of evidence in a murder trial. *Journal of Forensic Sciences* 31(1): 301–306.
-  Putman R. J. 1977. Dynamics of the blowfly, *Calliphora erythrocephala*, within carrion. *Journal of Animal Ecology* 46: 853–866.
-  Putman R. J. 1978a. Flow of energy and organic matter from a carcass during decomposition. Decomposition of small mammal carrion in temperate systems 2. *Oikos* 31: 58–68.
-  Putman R. J. 1978b. The role of carrion-frequenting arthropods in the decay process. *Ecological Entomology* 3: 133–139.
-  Putman R. J. 1983. Carrion and dung: the decomposition of animal wastes. The Institute of Biology's Studies in Biology. Edward Arnold. London. (156): 61pp.
-  Pukowski E. 1933. Ökologische Untersuchungen an *Necrophorus* F. Z. *Morphology Ökologie Tiere* 27: 518–586.
-  Quennedey A., Aribi N., Everaerts C. and Delbecque J.-P. 1995. Postembryonic development of *Zophobas atratus* Fab. (Coleoptera: Tenebrionidae) under crowded or isolated conditions and effects of juvenile hormone analogue applications. *Journal of insect Physiology* 41: 143–152.
-  Quiroz Cuarón A. 1993. Medicina Forense. Editorial Porrúa. Séptima edición. México.


-  Rajendran S. and Hajira Parveen K. M. 2005. Insect infestation in stored animal products. *Journal of Stored Products Research* 41(1): 1–30.
-  Rakowski G. 1988. Effect of illumination intensity on the response of the hide beetle, *Dermestes maculatus*, to aggregation pheromone. *Journal of Insect Physiology* 34(12): 1101–1104.
-  Rakowski G., Sterzycki R. and Cymborowski B. 1981. Analysis of aggregative behaviour of *Dermestes maculatus* DeGeer. In: Sehnal F., Zabza A., Menn J. J., Cymborowski B. (Eds.) Regulation of insect development and behaviour. Technical University of Wroclaw. Wroclaw. 885 pp.
-  Ratcliffe B. 1996. The carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) of Nebraska. *Bulletin of the University of Nebraska State Museum* 13: 1–100.
-  Raven K. 1988. Orden Coleoptera III. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 92 pp.
-  Rayner K. 1999. Larval therapy in wound debridement. *Professional nurse* 14(5): 329–333.
-  Reed Jr. H. B. 1958. A study of dog carcass communities in Tennessee, with special reference to the insects. *The American Midland Naturalist* 59(1): 213–245.
-  Reichardt H. 1977. A synopsis of the genera of Neotropical Carabidae (Insecta: Coleoptera). *Quaestiones Entomologicae* 13(4): 346–493.
-  Rhains M. and Ho C. T. 2002. Size-dependent reproductive output of female bagworms (Lepidoptera: Psychidae): implications for inter-generational variations of population density. *Applied Entomology and Zoology* 37: 357–364.
-  Richard R. D. and Gerrish R. R. 1983. The first confirmed field case of myiasis produced by *Chrysomya* sp. (Diptera: Calliphoridae) in the continental United States. *Journal of Medical Entomology* 20(6): 685–685.
-  Richards C. S. and Villet M. H. 2009. Data quality in thermal summation development models for forensically important blowflies. *Medical and Veterinary Entomology* 23(3): 269–276.











-  Richards E. N. and Goff M. L. 1997. Arthropod succession on exposed carrion in three contrasting habitats on Hawaii Island, Hawaii. *Journal of Medical Entomology* 34(3): 328–339.
-  Richardson M. 2004. The benefits of larval therapy in wound care. *Nursing standard* 19(7): 70, 72, 74 passim.
-  Richardson M. S. and Goff M. L. 2001. Effects of temperature and intraspecific interaction on the development of *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Medical Entomology* 38(3): 347–351.
-  Riddick E. W. and Mills N. J. 1995. Seasonal activity of carabids (Coleoptera: Carabidae) affected by microbial and oil insecticides in an apple orchard in California. *Environmental Entomology* 24: 361–366.
-  Rieske L. K. and Raffa K. F. 1993. Potential use of baited pitfall traps in monitoring pine root weevil, *Hylobius picivorus*, and *Hylobius radicis* (Coleoptera: Curculionidae) populations and infestation levels. *Forest Entomology* 86: 475–485.
-  Roberts E. M., Rogers R. R. and Foreman B. Z. 2003. An experimental approach to identifying and interpreting dermestid (Insecta, Coleoptera) bone modification. *Journal of Vertebrate Paleontology* (Suppl. 23): 89A.
-  Robinson W. 1935. Stimulation of healing in non-healing wounds: by allantoin occurring in maggot secretions and of wide biological distribution. *Journal of Bone and Joint Surgery, American volume* 17: 267–271.
-  Robinson W. and Norwood V. H. 1933. The role of surgical maggots in the disinfection of osteomyelitis and other infected wounds. *Journal of Bone and Joint Surgery, American volume* 15: 409–412.
-  Rocha Barbosa R., Antunes de Mello-Patiu C., Pinto de Mello R. and De Carvalho Queiroz M. 2009. New records of calyptrate dipterans (Fanniidae, Muscidae and Sarcophagidae) associated with the decomposition of domestic pigs in Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 104(6): 923–926.










-  Rock G. C. and Shaffer P. L. 1983. Tufted apple budmoth (Lepidoptera: Tortricidae): effects of constant daylengths and temperatures on larval diapause development. *Environmental Entomology* 12: 71–75.
-  Rodriguez W. C. 1997. Decomposition of buried and submerged bodies. In: Haglund W. D. and Sorg M. H. (Eds.). *Forensic taphonomy: the postmortem fate of human remains*. CRC Press. Boca Raton, FL, USA. 459–467 pp.
-  Rodriguez W. C. and Bass W. M. 1983. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east Tennessee. *Journal Forensic Science* 28: 423–432.
-  Rodriguez W. C. and Bass W. M. 1985. Decomposition of buried bodies and methods that may aid in their location. *Journal of Forensic Sciences* 30(3): 836–852.
-  Roe R. M., Hammond A. M. Jr. and Sparks T. C. 1982. Growth of larval *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) on an artificial diet and synchronization of the last larval stadium. *Annals of the Entomological Society of America* 75: 421–429.
-  Roff D. A. 2002. *Life history evolution*. Sinauer Associates. Sunderland, MA.
-  Roig-Juñent S. and Domínguez C. 2001. Diversity of the family Carabidae (Coleoptera) in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 74: 549–571.
-  Roltsch W. J., Mayse M. A. and Clausen K. 1990. Temperature-dependent development under constant and fluctuating temperatures: comparison of linear versus nonlinear methods for modeling development of Western grapeleaf skeletonizer (Lepidoptera: Zygaenidae). *Environmental Entomology* 19: 1689–1697.
-  Romero Samper J. R. 1989. Ecología de una comunidad de *Trox perlatus* (Goeze, 1777) hispanicus Harold, 1872, de E Pardo (Madrid). (Col, Scarabaeoidea Trogidae). *Boletín del Grupo Entomológico de Madrid* 4: 29–41.
-  Romero-Samper J. and Martín-Piera F. 1990. Comportamiento reproductor de *Trox perlatus hispanicus* Harold, 1872 y *Trox hispidus* (Pontoppidan, 1763) (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Elytron* 4: 101–110.
-  Romero Palanco J. L., Munguía Girón F. and Gamero Lucas J. 2006. Entomología cadavérica en la provincia de Cádiz (S de España). *Ciencia Forense* 8: 83–106.

-  Ross H. H. 1968. Introducción a la entomología general y aplicada. Ed: Omega. Barcelona. 536 pp.
-  Roubik D. W. 1982. Obligate necrophagy in a social bee. *Science* 217(4564): 1059–1060.
-  Rustin M. H. A. and Munro D. D. 1984. Popular urticaria caused by *Dermestes maculatus* Degeer. *Clinical and Experimental Dermatology* 9: 317–321.
-  Sadler D. W., Robertson L., Brown G., Fuke C. and Pounder D. J. 1997a. Barbiturates and analgesics in *Calliphora vicina* larvae. *Journal of Forensic Sciences* 42(3): 481–485.
-  Sadler D. W., Chuter G., Senevematne C. and Pounder D. J. 1997b. Commentary on “Sadler D. W., Robertson L., Brown G., Fuke C., Pounder D. J.”. Barbiturates and analgesics in *Calliphora vicina* larvae. *Journal of Forensic Sciences* 42: 1214–1215.
-  Sadler D. W., Richardson J., Haigh S., Bruce G. and Pounder D. J. 1997c. Amitriptyline accumulation and elimination in *Calliphora vicina* larvae. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 18(4): 397–403.
-  Sagara N. 1976. Presence of buried mammalian carcass indicated by fungal fruiting bodies. *Nature* 262(5571): 816.
-  Sagara N. 1981. Occurrence of *Laccaria proxima* in the grave site of a cat. *Transactions of the Mycological Society of Japan* 22: 271–275.
-  Sahaf K. A. 2007. Studies on *Dermestes maculatus* Degeer (Coleoptera: Dermestidae), a pest of stored silk cocoons of silkworm, *Bombyx mori* L. *Journal of Entomological Research* 31: 163–164.
-  Sakagami S. F. and Fukushima K. 1957a. Some biological observations on a hornet, *Vespa tropica* var. *pulchra* (Du Buysson), with special reference to its dependence on *Polistes* wasps. *Treubia* 24: 73–82.
-  Sakagami S. F. and Fukushima K. 1957b. Reciprocal thieving found in *Polistes jadwigae* (Dalla Torre) (Hym., Vespidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 30: 140.











-  Salazar-Ortega J. 2008. Estudio de la entomofauna sucesional asociada a la descomposición de un cadáver de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en condiciones de campo. *Universitas Scientiarum* 13(1): 21–32.
-  Samish M., Argaman Q. and Perelman D. 1992. Research notes: the hide beetle, *Dermestes maculatus* Deg (Dermestidae), feeds on live turkey. *Poultry Science* 71: 388–390.
-  Sánchez Piñero F. 1997. Analysis of spatial and seasonal variability of carrion beetle (Coleoptera) assemblages in two arid zones of Spain. *Environmental Entomology* 26(4): 805–814.
-  Sanford J. W. and Luckman W. H. 1963. Observations on the biology and control of the dusky sap beetle in Illinois. *Proceedings North Central Branch Entomological Society of America* 18: 39–43.
-  Scampini E., Cichino A. and Centeno N. 2002. Especies de Carabidae (Coleoptera) asociadas a cadáveres de cerdo (*Sus scrofa* L.) en Santa Catalina (Buenos Aires, Argentina). *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina* 61(3–4): 85–88.
-  Schmidt F. H. and Lauer W. L. 1977. Developmental polymorphism in *Choristoneura* spp. (Lepidoptera: Tortricidae). *Annals of the Entomological Society of America* 70: 112–118.
-  Schnack J. A., Mariluis J. C., Centeno N. D. and Muzón J. 1995. Composición específica, ecología y sinantropía de Calliphoridae (Insecta: Diptera) en el Gran Buenos Aires. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina* 54(1–4): 161–171.
-  Schoenly K. 1992. A statistical analysis of successional patterns in carrion-arthropod assemblages: implications for forensic entomology and determination of the post-mortem interval. *Journal of Forensic Sciences* 37(6): 43–68.
-  Schoenly K. and Reid W. 1987. Dynamics of heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages: discrete seres or a continuum of change?. *Oecologia* 73: 192–202.













-  Schoenly K., Griest K. and Rhine S. 1991. An experimental field protocol for investigating the postmortem interval using multidisciplinary indicators. *Journal of Forensic Sciences* 36: 1395–1415.
-  Schoenly K., Goff M. L., Well J. D. and Lord W. D. 1996. Quantifying statistical uncertainty in succession-based entomological estimates of the postmortem interval in death scene investigation: a simulation study. *American Entomologist* 42: 106–112.
-  Scholtz C. H. 1990. Revision of the Trogidae of South America (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Journal of Natural History* 24: 1391–1456.
-  Schroeder H., Klotzbach H., Oesterhelweg L. and Püschel K. 2002. Larder beetles (Coleoptera, Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse. *Forensic Science International* 127(3): 231–236.
-  Schwarz H. F. 1948. Stigless bees (Meliponinae) of the Western hemisphere. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 90: 1–546.
-  Scoggin J. K. and Tauber O. E. 1951. The bionomics of *Dermestes maculatus* Deg II. *Annals of the Entomological Society of America* 44(4): 544–550.
-  Scott M. P. 1998. Ecology and behavior of the burying beetle (*Nicrophorus*). *Annual Review of Entomology* 43: 595–618.
-  Segura N. A., Bonilla M. A., Usaquén W. and Bello F. 2011. Entomofauna resource distribution associated with pig cadavers in Bogotá DC. *Medical and Veterinary Entomology* 25(1): 46–52.
-  Shahid S. A., Schoenly K. G., Haskell N. H., Hall R. D. and Zhang W. 2003. Carcass enrichment does not alter decay rates or arthropod community structure: a test of the arthropod saturation hypothesis at the Anthropology Research Facility in Knoxville, Tennessee. *Journal of medical entomology* 40(4): 559–569.
-  Shahhosseini M. D. 1980. Some complementary studies on the morphology and biology of *Dermestes maculatus* DeGeer. *Entomologie et Phytopathologie Appliquees* 48(2): 119–126.

-  Sharanowski B. J., Walker E. G. and Anderson G. S. 2008. Insect succession and decomposition patterns on shaded and sunlit carrion in Saskatchewan in three different seasons. *Forensic Science International* 179(2): 219–240.
-  Shean B. S., Messinger L. and Papworth M. 1993. Observations of differential decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in coastal Washington State. *Journal of Forensic Sciences* 38(4): 938–949.
-  Shepard H. H. 1943. Rearing insects that attack stored products. In: F. I. Campbell and F. R. Moulton (Eds.). *Laboratory producers in studies of the chemical control of insects*. N° 20 American Association Advance Science. Washington, D. C. pp. 26-51.
-  Sherman, R. A. 2009. http://www.healthaffairs.uci.edu/som/pathology/sherman/home_pg.htm
-  Sherman R. A., Hall M. J. R. and Thomas S. 2000. Medicinal maggots: an ancient remedy for some contemporary afflictions. *Annual Review of Entomology* 45: 55–81.
-  Shubeck P. P. 1975. Flight activity of certain carrion beetles: *Silpha noveboracensis*, Staphylinidae, Histeridae. *The William L. Hutcheson Memorial Forest Bulletin* 3(2): 40–43.
-  Shuttleworth S. G. and Galloway A. C. 1961. Insecticides for controlling dieldrin-resistant Dermestidae (Coleoptera) on skins. *Research Bulletin of Leather Industries Research Institute* (Grahamstown, South Africa) 262: 5 pp.
-  Sikes D. S. 2005. Silphidae Latreille, 1807. In: Kristensen N. P. and Beutel R. G. (Eds.). *Handbook of Zoology. Vol. 4: Arthropoda: Insecta*. Waler de Gruyter. Berlin, Germany. 288–296 pp.
-  Sikes D. S. 2008. Carrion beetles (Coleoptera: Silphidae). In: Capinera J. L. (Ed.) *Encyclopedia of entomology*. The Netherlands: Springer. Dordrecht. 749–757 pp.
-  Silveira O. T., Esposito M. C., dos Santos Jr. J. N. and Gemaque Jr. F. E. 2005. Social wasps and bees captured in carrion traps in a rainforest in Brazil. *Entomological Science* 8(1): 33–39.










-  Simmons C. L., Pedigo L. P. and Rice M. E. 1998. Evaluation of seven sampling techniques for wireworms (Coleoptera: Elateridae). *Environmental Entomology* 27: 1062–1068.
-  Simmons P. and Ellington G. W. 1925. The ham beetle, *Necrobia rufipes* DeGeer. *Journal of Agricultural Research* 30: 845–863.
-  Simmons S. W. 1935. A bactericidal principle in excretions of surgical maggots which destroys important aetiological agents of pyogenic infections. *Journal of Bacteriology* 30: 253–267.
-  Simpson K. 1985. Forensic medicine. E. Arnold. London. 54–56 pp.
-  Singh D. and Bharti M. 2001. Further observations on the nocturnal oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae). *Forensic Science International* 120: 124–126.
-  Smiseth P. T., Musa S. and Moore A. J. 2006. Negotiation between parents: does the timing of mate loss affect female compensation in *Nicrophorus vespilloides*. *Behavior* 143: 293–301.
-  Smith C. M. 1989. Plant resistance to insects. Wiley. New York. 286 pp.
-  Smith D. N., Osborne P. J. and Barrett J. 1997. Preliminary palaeoentomological research at the Iron Age sites at Goldcliff, Gwent, Wales, 1991–1993. In: Ashworth A. C., Buckland P. C. and Sadler J. P. (Eds.). Studies in Quaternary Entomology—an Inordinate Fondness for Insects. Quaternary Proceedings 5. John Wiley & Sons. Chichester, U.K. 255–267 pp.
-  Smith K. G. V. 1986. A manual of forensic entomology. The trustees of the British museum of Natural History. Cornell Univ. Press. London. 205 pp.
-  Smith R. J., Bonila M., Calahan C. and Mann J. 2001. Comparison of reproductive success of in-situ burial versus the use of abandoned burrows for carcass interment by *Nicrophorus investigator* (Coleoptera: Silphidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 73: 148–154.

-  Smith R. L. and Smith T. M. 2000. Ecología. Cuarta Edición. Addison Wesley longmo, Inc.
-  Snelling R. P. 1953. Notes on the hibernation and nesting of the wasp *Mischocyttarus flavitarsis* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 26: 143–145.
-  Solervicens J. 2008. Cleridae. En: Claps L. E., Debandi G. and Roig-Juñent S. (Dirs). Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Editorial Sociedad Entomológica Argentina. Mendoza. Vol 2: 587–595 pp.
-  Spence J. R. and Niemela J. K. 1994. Sampling carabid assemblages with pitfall traps: the madness and the method. *The Canadian Entomologist* 126: 881–894.
-  Standent V. 2000. The adequacy of collecting techniques for estimating species richness of grassland invertebrates. *Journal of Applied Ecology* 37(5): 884–893.
-  Steadman D. W. and Worne H. 2007. Canine scavenging of human remains in an indoor setting. *Forensic Science International* 173: 78–82.
-  Strong L. and Adams R. G. 1990. *Dermestes leechi* Kalik (Coleoptera: Dermestidae) from an Egyptian mummy. *Entomologist's' Gazette* 41: 119–120.
-  Strong R. G. 1975. Comparative studies on the biologies of six species of *Trogoderma*. *T. inclusum*. *Annals of the Entomological Society of America* 68: 91–104.
-  Sukontason K. L., Narongchai P., Sripakdee D., Boonchu N., Chaiwong T., NgernKlun R., Piangjai S. and Sukontason K. 2005. First report of human myiasis caused by *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) in Thailand, and its implication in forensic entomology. *Journal of Medical Entomology* 42(4): 702–704.
-  Tabor K. L., Brewster C. C. and Fell R. D. 2004. Analysis of the successional patterns of insects on carrion in Southwest Virginia. *Journal of Medical Entomology* 41(4): 785–795.
-  Tabor K. L., Fell R. D. and Brewster C. C. 2005. Insect fauna visiting carrion in Southwest Virginia. *Forensic Science International* 150: 73–80.

-  Tammaru T., Esperk T. and Castellanos I. 2002. No evidence for costs of being large in females of *Orgyia* spp. (Lepidoptera, Lymantriidae): larger is always better. *Oecologia* (Berl.) 133: 430–438.
-  Tanaka A. and Hagesawa A. 1979. Nymphal development of the German cockroach, *Blattella germanica* Linne (Blattaria: Blattellidae), with special reference to instar determination and intra-instar staging. *Kontyû* 47: 225–238.
-  Tanaka S. and Brookes V. J. 1983. Altitudinal adaptation of the life cycle in *Allonemobius fasciatus* DeGeer (Orthoptera: Gryllidae). *Canadian Journal of Zoology* 61: 1986–1990.
-  Taniguchi N. and Tomioka K. 2003. Duration of development and number of nymphal instars are differentially regulated by photoperiod in the cricket *Modicogryllus siamensis* (Orthoptera: Gryllidae). *European Journal of Entomology* 100: 275–281.
-  Tantawi T. I., El-Kady E. M., Greenberg B. and El-Ghaffar H. A. 1996. Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. *Journal of Medical Entomology* 33: 566–580.
-  Tappen M. 1994. Bone weathering in the tropical rain forest. *Journal of Archaeological Science* 21: 667–673.
-  Taylor M. F. J. 1984. The dependence of development and fecundity of *Samea multiplicalis* on early larval nitrogen intake. *Journal of Insect Physiology* 30: 779–785.
-  Taylor T. A. 1964. Observations on the biology and habits of *Dermestes maculatus* De Geer-a dried fish pest in Nigeria. *Nigerian Agricultural Journal* 1: 12–16.
-  Telfer M. G. and M. Hassall. 1999. Ecotypic differentiation in the grasshopper *Chorthippus brunneus*: life history varies in relation to climate. *Oecologia* (Berl.) 121: 245–254.
-  Thali M. J., Braun M., Markwalder Th. H., Brueschweiler W. , Zollinger U., Malik N. J., Yen K. and Dirnhofer R. 2003. Bite mark documentation and analysis: the forensic 3D/CAD supported photogrammetry approach. *Forensic Science International* 135: 115–121.

-  Thiele H.-U. 1977. Carabid beetles in their environment: a study on habitat selection by adaptation in physiology and behavior. Springer-Verlag. Berlin. 369 pp.
-  Thorne B. L. and Kimsey R. B. 1983. Attraction of neotropical *Nasutitermes* termites to carrion. *Biotropica* 15(4): 295–296.
-  Timm R. M. 1982. Dermestids. *Field Museum of Natural History Bulletin* 53(2): 14–18.
-  Tonhasca Jr. A. and Stinner B. R. 1991. Effects of strip intercropping and no-tillage on some pests and beneficial invertebrates of corn in Ohio. *Environmental Entomology* 20(5): 1251–1258.
-  Topping C. J. 1993. Behavioural responses of three linyphiid spiders to pitfall traps. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 68: 287–293.
-  Topping C. J. and Sunderland K. D. 1992. Limitations to the use of pitfall traps in ecological studies exemplified by a study of spiders in a field of winter wheat. *Journal of Applied Ecology* 29(2): 485–491.
-  Torrez J., Zimman S., Rinaldo C. and Cohen R. 2006. Entomología forense. *Revista del Hospital J. M. Ramos Mejía* 11(1): 22.
-  Toye S. A. 1970. Studies on the humidity and temperature reactions of *Dermestes maculatus* Deg. (Col., Dermestidae) with reference to infestation in dried fish in Nigeria. *Bulletin of Entomological Research* 60(1): 23–31.
-  Tranchida M. C., Centeno N. D. and Cabello M. N. 2013. Soil fungi: their potential use as a forensic tool. *Journal of Forensic Sciences* (aceptado el 25/03/13). En prensa.
-  Tretzel E. 1954. Reife und Fortpflanzungszeit bei Spinnen. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 42: 634–691.
-  Triplehorn C. A. and Johnson N. F. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects, 7th Edition. Thompson Brooks/Cole. Belmont, California. 864 pp.
-  Trujillo M., Patricia R., Trujillo N. and Gil A. 2002. Medicina Forense. Editorial El Manual Madamo S. A. Primera edición. Bogotá-Colombia.

-  Trumbo S. T. 1990. Reproductive benefits of infanticide in a biparental burying beetle *Nicrophorus orbicollis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 27: 267–273.
-  Tschinkel W. R. 1975. A comparative study of the chemical defensive system of tenebrionid beetles – II. Defensive behavior and ancillary structures. *Annals of the Entomological Society of America* 68: 439–453.
-  Tschinkel W. R. 1981. Larval dispersal and cannibalism in a natural population of *Zophobas atratus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Animal Behavior* 29: 990–996.
-  Tsokos M. 2005. Postmortem changes and artifacts occurring during the early postmortem interval. In: Turk E. (Ed.). *Forensic Pathology Reviews Vol. 3. Capítulo 5*, 183–238 pp.
-  Tsokos M., Matschke J., Gehl A., Koops E. and Püschel K. 1999. Skin and soft tissue artifacts due to postmortem damage caused by rodents. *Forensic Science International* 104(1): 47–57.
-  Turkmen A., Graham K. and McGrouther D. A. 2009. Therapeutic applications of the larvae for wound debridement. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery* 63(1): 184–188.
-  Turner B. 2009. Forensic entomology: a template for forensic acarology?. *Experimental and Applied Acarology* 49(1–2): 15–20.
-  Turner J. N. 1950. Simple tests on the effectiveness of some chlorinated hydrocarbon insecticides against the leather beetle (*Dermestes maculatus* Deg.) *Bulletin of Entomological Research* 41(2): 289–299.
-  Ururahy-Rodrigues A., Rafael J. A., Ferreira Wanderley R., Marques H. and Pujol-Luz J. R. 2008. *Coprophanæus lancifer* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera, Scarabaeidae) activity moves a man-size pig carcass: relevant data for forensic taphonomy. *Forensic Science International* 182(1): e19–e22.
-  Van Emden F. L. 1948. *Trox* larva feeding on locust eggs in Somalia. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London (B)* 17: 145–148.

-  VanLaerhoven S. L. 1997. Successional biodiversity in insect species on buried carrion in the Vancouver and Cariboo regions of British Columbia. Thesis submitted for the degree of Master of Pest Management. Simon Fraser University. 57pp.
-  VanLaerhoven S. L. and Anderson G. S. 1996. Forensic entomology: determining time of death in buried homicide victims using insect succession. Technical report TR 02-96. Canadian Police Research Centre. Ottawa, Ontario. 215 pp.
-  VanLaerhoven S. L. and Anderson G. S. 1999. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. *Journal of Forensic Sciences* 44(1): 32–43.
-  Vasconcelos S. D. and Araujo M. C. S. 2012. Necrophagous species of Diptera and Coleoptera in Northeastern Brazil: state of the art and challenges for the Forensic Entomologist. *Revista Brasileira de Entomologia* 56(1): 7–14.
-  Vaurie P. 1962. A revision of the genus *Trox* in South America (Coleoptera: Scarabaeidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 124: 105–167.
-  Vaz-de-Mello F. Z. and Edmonds W. D. 2006. Géneros y subgéneros de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de las Américas. Versión 2.0 Español. Portal, Arizona – octubre de 2007.
-  Vaz-De-Mello F. Z., Edmonds W. D., Ocampo F. C. and Schoolmeesters P. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). *Zootaxa* 2854: 1–73.
-  Vennila S. and Rajagopal D. 1999. Optimum sampling effort for study of tropical ground beetles (Carabidae: Coleoptera) using pitfall traps. *Current Science* 77: 281–283.
-  Vergara Pineda S., De León Múzqui H., Garcia Martinez O., Cantu Sifuentes M., Landeros Flores J. and Tomberlin J. K. 2012. Dispersión espacial de larvas de *Lucilia sericata* y *Calliphora coloradensis* (Diptera: Calliphoridae) en etapa de postalimentación. *Revista Colombiana de Entomología* 38(1): 97–99.

-  Villet M. H., MacKenzie B. and Muller W. J. 2006. Larval development of the carrion-breeding flesh fly, *Sarcophaga (Liosarcophaga) tibialis* Macquart (Diptera: Sarcophagidae), at constant temperatures. *African Entomology* 14(2): 357–366.
-  Visciarelli E., Costamagna S., Lucchi L. and Basabe N. 2007. Miasis humana en Bahía Blanca, Argentina. Periodo 2000 / 2005. *Neotropical Entomology* 36(4): 605–611.
-  Vistnes L. M., Lee R. and Ksander G. A. 1981. Proteolytic activity of blowfly larvae secretions in experimental burns. *Surgery* 90: 835–841.
-  von Hoermann C., Ruther J., Reibe S., Madea B. and Ayasse M. 2011. The importance of carcass volatiles as attractants for the hide beetle *Dermestes maculatus* (De Geer). *Forensic Science International* 212: 173–179.
-  Von Hoermann C., Ruther J. and Ayasse M. 2012. The attraction of virgin female hide beetles (*Dermestes maculatus*) to cadavers by a combination of decomposition odour and male sex pheromones. *Frontiers in Zoology* 9(18): 1–10.
-  Von Zuben C. J., Bassanezi S. F., Dos Reis S. F., Godoy W. A. C. and Von Zuben F. J. 1996. Theoretical approaches to forensic entomology: I. Mathematical model of postfeeding larval dispersal. *Journal of Applied Entomology* 120: 379–382.
-  Von Zuben C. J., Von Zuben F. J. and Godoy W. A. 2001. Larval competition for patchy resources in *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae): implications of the spatial distribution of immatures. *Journal of Applied Entomology* 125: 537–541.
-  Voris R. 1939. The immature stages of the genera *Ontholestes*, *Creophilus*, and *Staphylinus*. *Annals of the Entomological Society of North America* 32(2): 288–300.
-  Voss S. C., Forbes S. L. and Dadour I. R. 2008. Decomposition and insect succession on cadavers inside a vehicle environment. *Forensic Science, Medicine and Pathology* 4(1): 22–32.
-  Wagner T. L., Wu H., Sharpe P. J. H., Schoolfield R. M. and Coulson R. N. 1984. Modeling insect development rates: a literature review and application of biophysical model. *Annals of the Entomological Society of America* 77(2): 208–225.

-  Wallin H. 1985. Spatial and temporal distribution of some abundant carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in cereal fields and adjacent habitats. *Pedobiologia: International Journal of Soil Biology* 28: 19–34.
-  Wallin H. 1986. Habitat choice of some field-inhabiting carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) studied by recapture of marked individuals. *Ecological Entomology* 11(4): 457–466.
-  Ward D. F., New T. R. and Yen A. L. 2001. Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches. *Journal of Insect Conservation* 5(1): 47–53.
-  Watson E. J. and Carlton C. E. 2005. Succession of forensically significant carrion beetle larvae on large carcasses (Coleoptera: Silphidae). *Southeastern Naturalist* 4(2): 335–346.
-  Watson L. and Dallwitz M. J. 2003 onwards. British insects: the families of Coleoptera. Version: 25th July 2012. <http://delta-intkey.com>'.
-  Weatherby J. C. and Hart E. R. 1986. Developmental polymorphism in *Acleris minuta* (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology* 15: 258–262.
-  Webb Jr. J. P., Loomies R. B., Madon M. B., Bennett S. G. and Green G. E. 1983. The chigger species *Eutrombicula belkini* Gould (Acari: Trombiculidae) as a forensic tool in a homicide investigation in Ventura County, California. *Bulletin of the Society of Vectors Ecologists* 8(2): 142–146.
-  Weeks Jr. R. D. and McIntyre N. E. 1997. A comparison of live versus kill pitfall trapping techniques using various killing agents. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 82(3): 267–273.
-  Weil G. C., Simon R. J. and Sweadner W. R. 1933. A biological, bacteriological and clinical study of larval or maggot therapy in the treatment of acute and chronic pyogenic infections. *American Journal of Surgery* 19: 36–48.
-  Wells J. D. and Greenberg B. 1994. Effect of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) and carcass type on the daily occurrence of post feeding

carrion-fly larvae (Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae). *Journal of Medical Entomology* 31(1): 171–174.



Wells J. D., Introna Jr. F., Di Vella G., Campobasso C. P., Hayes J. and Sperling F. A. H. 2001. Human and insect mitochondrial DNA analysis from maggots. *Journal of Forensic Sciences* 46(3): 685–687.



Wells J. D. and Williams D. W. 2007. Validation of a DNA-based method for identifying Chrysomyinae (Diptera: Calliphoridae) used in a death investigation. *International Journal of Legal Medicine* 121(1): 1–8.



White R. E. 1985. Beetles of North America. The Easton Press. Norwalk, CT. 368 pp.



Willis E. R., Riser G. R. and Roth L. M. 1958. Observations on reproduction and development in cockroaches. *Annals of the Entomological Society of America* 51: 53–69.



Wilson A. S., Janaway R. C., Holland A. D., Dodson H. I., Baran E., Pollard A. M. and Tobin D. J. 2007. Modelling the buried human body environment in upland climates using three contrasting field sites. *Forensic Science International* 169(1): 6–18.



Wolff M., Uribe A., Ortiz A. and Duque P. 2001. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. *Forensic Science International* 120(1–2): 53–59.



Woodcock B. A. 2005. Pitfall trapping in ecological studies. In: Leather S. R. (Ed.). *Insect sampling in forest ecosystems*. Blackwell Publishing. Chapter 3, 337–57 pp.



Woodruff R. E. 1973. The scarab beetles of Florida (Coleoptera: Scarabaeidae). I. The Leparosticti (Subfamilies Scarabaeinae, Aphodiinae, Hybosorinae, Ochodaeinae, Geotrupinae, Acanthocerini; arthropods of Florida and neighboring land areas). Florida Dept. of Agriculture and Consumer Services. Division of Plant Industry. Gainesville. 8: 220.



Work T. T., Buddle C. M., Korinus L. M. and Spence J. R. 2002. Pitfall trap size and capture of three taxa of litter-dwelling arthropods: implications for biodiversity studies. *Environmental Entomology* 31(3): 438–448.



Wylie F. R., Walsh G. L. and Yule R. A. 1987. Insect damage to aboriginal relics at burial and rock-art sites near Carnavon in Central Queensland. *Journal of the Australian Entomological Society* 26: 335–345.



Yusseff Vanegas S. Z. 2007. Efectos de la temperatura sobre el desarrollo de *Chrysomya rufifacies* y *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae), dos especies importantes para la entomología forense en Puerto Rico. Tesis sometida para el grado de Maestro en Ciencias en Biología Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez. 66 pp.



Zakka U., Dimkpa S. O. N and Lale N. E. S. 2009. Morphometric studies of different developmental stages of *Dermestes maculatus* (Degeer, 1776) (Coleoptera: Dermestidae). *Current Research Journal of Biological Sciences* 1(3): 99–101.



Zakka U., Ayertey J. N. and Cobblah M. A. 2013. Development of *Dermestes maculatus* (DeGeer, 1774) (Coleoptera, Dermestidae) on different fish substrates. *Jordan Journal of Biological Sciences* 6(1): 5–10.



Zehner R., Amendt J. and Krettek R. 2004. STR typing of human DNA from fly larvae fed on decomposing bodies. *Journal of Forensic Sciences* 49(2): 337–340.



Zhu D.-H. and Tanaka S. 2004. Photoperiod and temperature affect the life cycle of a subtropical cockroach, *Opisoplatia orientalis*: seasonal pattern shaped by winter mortality. *Physiological Entomology* 29: 16–25.



Zumpt F. 1965. Myiasis in man and animals in the Old World. A textbook for physicians, veterinarians and zoologists. Butterworth and Co. Ltd. London. 267pp.



Zunino M. 1987. Larval stridulation and feeding behaviour in trogid beetles (Coleoptera). *Bolletino dell'Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania* 20(332): 299–300.

TRABAJOS DERIVADOS DE ESTA TESIS HASTA LA FECHA

PUBLICACIONES EN REVISTAS

★ "TAPHONOMY MARKS ON PIG TISSUE DUE TO CADAVERIC COLEOPTERA ACTIVITY UNDER CONTROL CONDITIONS". Autores: Zanetti N. I., Visciarelli E. C. and Centeno N. D. Aceptado en 2013. En prensa por *Journal of Forensic Sciences*.

★ "PRELIMINARY DATA ON LARVAL MORPHOLOGY AND LIFE CYCLE OF *Nitidula carnaria* (COLEOPTERA: NITIDULIDAE), A SPECIES OF FORENSIC INTEREST". Autores: ZANETTI Noelia I., Elena C. VISCIARELLI & Néstor D. CENTENO. Aceptado en 2013. En prensa por la *Revista de la Sociedad Argentina de Entomología*.

★ "ULTRASTRUCTURE OF MATURE LARVAE OF *Nitidula carnaria* (COLEOPTERA: NITIDULIDAE) REVEALED BY SCANNING ELECTRONIC MICROSCOPY". Autores: Ortloff A., Zanetti N. I., Centeno N. D. En revisión por *Forensic Science International*. Ortloff y Zanetti primeros autores.

★ "ASSOCIATIONAL PATTERNS OF SCAVENGER BEETLES TO DECOMPOSITION STAGES". Autores: Zanetti N. I., Visciarelli E. C. and Centeno N. D. En revisión por *Journal of Forensic Sciences*.

★ "CARCASSES SAMPLING VERSUS PITFALL TRAPS: ASSESSMENT ABOUT THESE METHODOLOGIES". Autores: Zanetti N. I., Camina R., Visciarelli E. C. and Centeno N. D. En redacción.

PUBLICACIONES EN REVISTAS DE CONGRESO

★ "PRESENCIA Y ABUNDANCIA DE DíPTEROS DE IMPORTANCIA SANITARIA Y FORENSE EN UN ÁREA PERIURBANA DE BAHÍA BLANCA, PROV. BUENOS AIRES. RESULTADOS PRELIMINARES". Autores: Zanetti, N.I.; Visciarelli; E.C.; Ferrero, A. y Centeno, N.D. Publicado en *Revista Argentina Parasitológica* Pág.: 236. 2012. ISSN: 2313-9862.

PRESENTACIONES A SIMPOSIOS, CONGRESOS Y/O JORNADAS

★ "LA COLEOPTEROFAUNA CADAVERICA EN ZONA PERIURBANA DE BAHÍA BLANCA, PROV. DE BUENOS AIRES. RESULTADOS PRELIMINARES DE LA EXPERIENCIA INVERNAL". Autores: ZANETTI, N. I., VISCIARELLI, E. C. y CENTENO, N. D. Presentado en: Segundas Jornadas de Ciencias Naturales en la Patagonia. Biodiversidad y Conservación. Del 28 al 30 Abril de 2011. Esquel, Chubut, Argentina.

★ "DIFERENCIAS ESTACIONALES DE LA COLEÓPTEROFAUNA DE INTERÉS FORENSE EN UN ÁREA PERIURBANA DE BAHÍA BLANCA, PROV. BUENOS AIRES". Autores: ZANETTI, N.I., VISCIARELLI, E.C. Y CENTENO, N.D. Presentado en: VIII Congreso Argentino de Entomología. Del 17 al 20 de Abril de 2012. San Carlos de Bariloche, Neuquén, Argentina.

★ "PRESENCIA Y ABUNDANCIA DE DÍPTEROS DE IMPORTANCIA SANITARIA Y FORENSE EN UN ÁREA PERIURBANA DE BAHÍA BLANCA, PROV. BUENOS AIRES. RESULTADOS PRELIMINARES". Autores: Zanetti, N.I.; Visciarelli; E.C.; Ferrero, A. y Centeno, N.D. Presentado en: VI Congreso Argentino de Parasitología – II Jornadas Bioquímicas. Del 16 al 19 de Octubre de 2012. Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

★ "MIASIS: UNA PARASITOSIS OLVIDADA. DÍPTEROS CADAVERICOS COMO POTENCIALES AGENTES CAUSALES EN UN ÁREA PERIURBANA DE BAHÍA BLANCA, PROV. BUENOS AIRES. RESULTADOS PRELIMINARES." Autores: Zanetti NI, Visciarelli EC, Ferrero AA y Centeno ND. Presentado en: XVI Simposio sobre Control Epidemiológico de Enfermedades Transmitidas por Vectores – IV Encuentro Internacional sobre Enfermedades Olvidadas. Del 17 al 18 de Octubre de 2013. Ciudad de Buenos Aires (CABA), Provincia de Buenos Aires, Argentina.