



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Programa de Magíster en Ciencias con mención en Zoología.

Taxonomía, ecología y biogeografía del género *Mysolaelaps*, ectoparásito de *Oligoryzomys longicaudatus* en Chile.

Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias con mención en Zoología

FELIPE GONZÁLEZ AGUAYO
CONCEPCIÓN-CHILE

2022

Profesora Co-Guía: María Carolina Silva de la Fuente
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Ciencias Agrarias
Universidad Católica del Maule

Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas.
Programa de Magíster en Ciencias mención Zoología.
Taxonomía, ecología y biogeografía del género *Mysolaelaps*, ectoparásito de
Oligoryzomys longicaudatus en Chile

COMISIÓN EVALUADORA

Dra. María Carolina Silva de la Fuente
Profesora Co-Guía
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Departamento de Ciencias Agrarias
Universidad Católica del Maule, Sede Los Niches.

Dra. Lucila Moreno Salas
Evaluadora Interna
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Departamento de Zoología.

Dr. Carlos Landaeta
Evaluador Externo
Facultad de Ciencias Veterinarias
Departamento de Ciencias Pecuarias.



AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros de programa que hicieron mucho más agradable la experiencia académica vivida.

A Karen Fuenzalida por su constante y recíproco apoyo en la realización de este trabajo.

A mis profesores tutores, María Carolina Silva de la Fuente, Daniel González Acuña, Lucila Moreno Salas, Carlos Landaeta Aqueveque y Enrique Rodríguez Serrano, por su vital apoyo en las revisiones, así como también, su disposición extracadémica para compartir su conocimiento, tiempo y buena onda.

Gracias a mis padres, por su convicción en mis decisiones y su inquebrantable comprensión y cariño.

Y, por último, gracias a mí, por mantenerme firme en mis objetivos pese a las distintas dificultades que tuve que sortear en la realización de este proceso académico.

Dedicado a mi hija, Emilia González Gutiérrez.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE FIGURAS CAPITULO I	v
INDICE DE TABLAS CAPITULO I	v
INDICE DE FIGURAS CAPÍTULO II	vi
INDICE DE TABLAS CAPITULO II	viii
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
REFERENCIAS	7
CAPITULO I: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS SOBRE LA PREVALENCIA Y ABUNDANCIA EN INFESTACIONES DE <i>Mysolaleps microspinosus</i> (MESOSTIGMATA: LAELAPIDAE) SOBRE <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> (BENNETT, 1832) en Chile.	15
I. RESUMEN	16
II. SUMMARY	17
III. INTRODUCCIÓN	18
IV. HIPÓTESIS	21
V. OBJETIVO GENERAL	21
VI. METODOLOGÍA	22
VII. RESULTADOS	25
VIII. DISCUSIÓN	29
IX. REFERENCIAS	34

CAPÍTULO II DIFERENCIAS MORFOMÉTRICAS DE <i>Mysolaelaps microspinosus</i> (Fonseca, 1936) (MESOSTIGMATA: LAELAPIDAE) ECTOPARÁSITO DE <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> ASOCIADAS A TRES PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS DE CHILE.	43
I. RESUMEN	43
II. SUMMARY	45
III. INTRODUCCIÓN	47
IV. HIPÓTESIS:	54
V. OBJETIVO GENERAL	54
VI. METODOLOGÍA	55
VII. RESULTADOS	64
VIII. DISCUSIÓN	78
IX. REFERENCIAS	83

ÍNDICE DE FIGURAS CAPITULO I

	PÁGINAS
Figura 1. A. Distribución en Chile de las localidades de muestreo; B. Mediterránea (amarillo); C. Bosque templado (verde); D. Patagonia (azul). Números corresponden a localidades en el mapa: 1. P.N. Fray Jorge; 2. R.N. Las Chinchillas; 3. P.N. La Campana; 4. R.N. Lago Peñuelas; 5. Sierras de Bellavista; 6. Termas del Flaco; 7. Parque Inglés; 8. R.N. Altos de Lircay; 9. La Mina; 10. Quilmo; 11. Santa Elena; 12. P.N. Nonguén; 13. Laguna del Laja; 14. Angol; 15. P.N. Nahuelbuta; 16. Gorbea; 17. San Martín; 18. Maicolpué; 19. P.N. Puyehue; 20. P.N. Hornopirén; 21. P.N. Chiloé; 22. P.N. Queulat; 23. Lago Elizalde; 24. P.N. Cerro Castillo; 25. P.N. Patagonia; 26. R.N. Tamango; 27. P.N. Torres del Paine; 28. R.N. Magallanes.	23

INDICE DE TABLAS CAPITULO I

PÁGINAS

Tabla 1. Detalle de parámetros de infestación obtenidos para <i>M. microspinosus</i> parasitando a <i>O. longicaudatus</i> por provincia biogeográfica y estación del año.	25
Tabla 2. Regresión logística de la prevalencia de <i>M. microspinosus</i> sobre <i>O. longicaudatus</i> en función de provincia biogeográfica y estación del año.	26
Tabla 3. Regresión binomial negativa de la abundancia de <i>M. microspinosus</i> sobre <i>O. longicaudatus</i> en función de provincia biogeográfica, estación del año y masa corporal.....	27

INDICE DE FIGURAS CAPÍTULO II

PÁGINAS

Figura 1. A. Distribución en Chile de las localidades de muestreo; **B.** Mediterránea; **C.** Bosque templado; **D.** Patagonia. Números corresponden a localidades en el mapa: **1.** P.N. Fray Jorge; **2.** R.N. Las Chinchillas; **3.** P.N. La Campana; **4.** R.N. Lago Peñuelas; **5.** Sierras de Bellavista; **6.** Termas del Flaco; **7.** Parque Inglés; **8.** R.N. Altos de Lircay; **9.** La Mina; **10.** Quilmo; **11.** Santa Elena; **12.** P.N. Nonguén; **13.** Laguna del Laja; **14.** Angol; **15.** P.N. Nahuelbuta; **16.** Gorbea; **17.** San Martín; **18.** Maicolpué; **19.** P.N. Puyehue; **20.** P.N. Hornopiren; **21.** P.N. Chiloé; **22.** P.N. Queulat; **23.** Lago Elizalde; **24.** P.N. Cerro Castillo; **25.** P.N. Patagonia; **26.** R.N. Tamango; **27.** P.N. Torres del Paine; **28.** R.N. Magallanes..... 56

Figura 2. Modificada de Evans y Till, 1965. Se muestran algunos de los caracteres medidos. Setas esternales st 1, 2 y 3, setas genitoventales gv 1, 2, 3, setas anales a 1, 2, 3 y también el largo del peritrema (per.). Diagrama de la especie *Geolaelaps aculeifer* (Mesostigmata: Laelapidae). 60

Figura 3. Modificada de Fonseca (1957). Se muestran los caracteres restantes medidos. Largo placa dorsal LPD, ancho placa dorsal APD, largo placa esternal LPE, ancho placa esternal APE, largo placa genitoventral LGV, ancho placa genitoventral AGV, largo placa anal LPA, ancho placa anal APA, largo de patas LP1, LP2, LP3, LP4, distancia ano-borde posterior del idiosoma A-Bpi y largo del hipostomio Lh. Diagrama de la especie *Mysolaelaps microspinosus* por ventral (A) y dorsal (B). **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 4. Componentes principales 1 y 2. Colores indican provincia biogeográfica: amarillo= mediterránea; verde= Bosque templado; azul= patagonia. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 5. Análisis discriminante de las medidas de *Mysolaelaps* en Chile. Contornos corresponden a elipses de 95%. En rojo cada una de las provincias biogeográfica evaluadas 75

Figura 6. Análisis discriminante de las medidas de *Mysolaelaps* en Chile por localidades. Contornos corresponden a elipses de predicción. Nombres de

localidades en rojo. Cruces= Mediterránea; Círculos sólidos = Bosque templado; Triángulos= Patagonia. Azul oscuro= P.N. Fray Jorge; Rojo= R.N. Altos de Lircay; Amarillo= Quilmo; Naranja= San Martín; Turquesa; P.N. Chiloé; Gris= P.N. Patagonia 77

INDICE DE TABLAS CAPITULO II

	PÁGINAS
Tabla 1. Estructuras anatómicas utilizadas para el estudio morfométrico en ácaros del género <i>Mysolaelaps</i> ectoparásitos de <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> en Chile.....	58

Tabla 2. Análisis Kruskal-Wallis de cada variable morfométrica. Valores significativos en negrita (*= $p < 0,05$; **= $p < 0,005$; ***= $p < 0,0005$).	64
Tabla 3. Se observan los componentes principales 1, 2 y 3 con sus valores propios (porcentaje de varianza explicada en la matriz). Valores en negrita indican alta carga ($>0,6$) del carácter en el componente.	66
Tabla 4. Cuadro comparativo de las medianas de los 26 caracteres morfométricos medidos en este estudio con las medidas disponibles para las especies del género <i>Mysolaelaps</i> . Se indican con asterisco los caracteres que presentan variación significativa entre provincias según Kruskal-Wallis y se indican rangos (min – max) entre paréntesis cuando corresponde.	69
Tabla 5. Matriz de similitud (ANOSIM) de las poblaciones de <i>Mysolaelaps</i> en Chile. Valores estadísticamente significativos se indican con asterisco.....	72
Tabla 6. Valores de la función discriminante. Valores en negrita corresponden a los que mayormente aportan en la diferenciación de poblaciones de <i>M. microspinosus</i>	73
Tabla 7. Matriz de confusión Análisis Discriminante.	77

INTRODUCCIÓN GENERAL

Chile ha pasado por procesos geológicos que han moldeado su geografía actual y que contribuyen a la diversidad de especies que observamos actualmente. Algunos de estos procesos son los últimos periodos glaciales e interglaciales ocurridos en el pleistoceno, los cuales esculpieron la cara oeste de la Cordillera de los Andes desde los 32°S hasta los 45°S (Villagrán y Hinojosa, 2005). Estos periodos glaciales e interglaciales, provocaron aislamientos sucesivos de poblaciones de algunas especies, sobre todo las de vagilidad reducida, que finalmente terminaron por especiar en áreas geográficas muy reducidas, como es el caso de algunas plantas vasculares y herpetozoos de la zona central (Correa et al., 2013; Vanderplank et al., 2013; Charrier et al., 2014). Durante el último máximo glacial (LGM por sus iniciales en inglés) todo el territorio chileno actual al sur de los 43°S se congeló. Sin embargo, a pesar de que el hielo avanzó hacia el norte por las cumbres de la Cordillera de los Andes hasta aproximadamente los 35°S, dejó algunas zonas libres de hielo en la zona central, los cuales sirvieron de refugio para las poblaciones de organismos que habitaban esa zona en el pleistoceno, promoviendo la divergencia de linajes y posterior especiación debido a eventos sucesivos de reducción poblacional (cuellos de botella) con posterior expansión demográfica de dichos linajes (Villagran, 1985, 1988; Villagrán y Hinojosa, 2005).

Chile presenta una particular geografía. La Cordillera de los Andes, el desierto de Atacama, una larga costa de más de 4000 km. colindante con el océano Pacífico y en su porción más austral, la Antártica, configuran al país como una “isla” biogeográfica, con condiciones únicas para la descripción de una gran variedad de climas y provincias biogeográficas (Villagrán y Hinojosa, 2005; Morrone, 2015). En función de esta variedad territorial, los organismos vivos se

han desarrollado históricamente en ambientes únicos y aislados naturalmente, generando una gran cantidad de endemismos y microendemismos en las especies presentes en el territorio chileno (Muñoz-Pedreros et al., 2010).

En su larga extensión latitudinal, que va desde los 17°S hasta los 55°S, se genera una gran variedad de provincias biogeográficas, gobernadas por condiciones ambientales muy disímiles a lo largo de su extensión. Es así como se pueden encontrar zonas tropicales, subtropicales, zonas áridas y desérticas en el norte, ambientes mediterráneos con vegetación xerófita en transición a bosque esclerófilo en la zona central y bosques templados, bosque lluvioso en transición hacia estepa patagónica más hacia el sur. Esto describe provincias biogeográficas marcadas con sus condiciones climáticas y biodiversidad características (Villagrán y Hinojosa, 2005; Morrone, 2015). Las provincias biogeográficas que comprenden una mayor riqueza de especies son las que se encuentran desde los 30°S hasta los 53°S, destacando la provincia biogeográfica Mediterránea (desde los 30°S – 38°S), Bosque templado (38°S – 45°S) y Patagonia (al sur de los 45°S).

La provincia biogeográfica Mediterránea es una franja de territorio de aproximadamente 70 km de ancho y 1.000 km de largo en promedio y marca la transición entre una zona seca y árida al norte de los 30°S (Desierto de Atacama), a una donde aparece mayor cantidad de especies vegetales (Gajardo, 1995; Arnesto et al., 2007). Al sur de los 38°S se encuentra la provincia biogeográfica de Bosque templado, caracterizada por presentar un ecotono entre el bosque esclerófilo y el bosque caducifolio, a la altura de la Región del Biobío. Al sur del río Biobío, (Cordillera de Nahuelbuta), donde abundan las precipitaciones, aparecen remanentes del bosque valdiviano, mientras que las cumbres altas presentan bosques de coníferas (*Araucaria araucana*). Hacia el sur, disminuye la altitud y aumentan las precipitaciones,

abriendo paso nuevamente a un bosque de tipo valdiviano, el cual, es característico en todo el paisaje desde los 37°S hasta los 48°S, incluyendo la isla Grande de Chiloé (Holling y Schilling, 1981; Gajardo, 1995; Villagrán y Hinojosa, 2005). Al sur de los 45°S, el territorio chileno se fragmenta notablemente en la costa y comienza la transición entre bosque valdiviano y bosque xérico con predominio de *Nothofagus* y coníferas. También aparece un paisaje propio de la zona austral de Sudamérica, como es la tundra magallánica (Morrone, 2001; Villagrán y Hinojosa, 2005).

En este sentido, las variadas condiciones ambientales favorecen una mayor riqueza de especies en Chile. Por ejemplo, Vidal y Guerrero (2007), realizan una separación en 18 zonas geográficas presentes en el país, describiendo sus características vegetacionales y climatológicas utilizando las poblaciones de Tenebriónidos. Además, Meynard et al. (2004), describen la variación de la riqueza de aves rapaces diurnas y nocturnas a lo largo del territorio chileno, donde la mayor riqueza se encontró en la zona central (32°S – 42°S), lo cual fue atribuido a la notable influencia de factores ambientales en la distribución espacial de las especies (Wright, 1983). También, Contreras (2000), señala que en los mamíferos terrestres no voladores se pueden identificar patrones en la distribución de la riqueza de especies, existiendo zonas con menos riqueza como el Desierto de Atacama y los bosques templados costeros del extremo sur, mientras que existen áreas con mayor riqueza de especies como el Altiplano y las zonas de influencia patagónica en el sur (Alto Biobío, Coyhaique y Torres del Paine). Además, describe que en la zona norte y sur la riqueza de especies aumenta de oeste a este, mientras que en la zona central lo hace de este a oeste (Contreras, 2000).

Dentro de los mamíferos terrestres, se encuentran micromamíferos como los roedores, los cuales, constituyen el grupo de mamíferos más diverso del

Neotrópico (Carleton y Musser, 2005). En Chile existen siete familias de roedores, donde destaca la familia Cricetidae, la cual presenta la mayor riqueza específica, con 39 especies, constituyendo el 24% de la riqueza de especies de mamíferos en el país (D'elía et al., 2020). Esta notable riqueza se atribuye a un evento de radiación adaptativa ocurrida a mediados del Mioceno tardío en el marco de la colonización de Sudamérica por parte de organismos de Norteamérica (Leite et al., 2014). Según Smith y Patton (1999), este grupo desarrolló un amplio rango de adaptaciones ecomorfológicas que le permitieron ocupar una gran variedad de ambientes, transformándolos en un buen modelo para el estudio de la biodiversidad sudamericana. Pese a existir varios estudios respecto a distintos ámbitos de estos micromamíferos, uno de los tópicos menos estudiados es la parasitofauna de estos organismos (Silva-de la Fuente et al., 2020). Dentro de los ectoparásitos, podemos encontrar pulgas, piojos, garrapatas, moscas, mosquitos y ácaros, siendo estos últimos los menos considerados (Weitzel et al., 2020). Precisamente los ácaros, consisten un muy buen sujeto de estudio para contribuir a entender de mejor manera la complejidad y diversidad de la vida en la Tierra (Radovsky, 1994). Lo anterior, debido a que, se distribuyen en gran parte del mundo y han desarrollado formas de vida parasitarias, mutualistas y de vida libre y con esto la posibilidad de explotar tanto nichos ambientales como “micronichos” dependientes de su hospedero (Poulin, 1998; Walter y Proctor, 2013). Por ejemplo, en los roedores cricétidos sudamericanos, la comprensión de la taxonomía de su acarofauna podría ayudar a comprender algunos detalles de la radiación adaptativa que experimentó este grupo (Walter y Proctor, 2013), sobre todo para los roedores que poseen ácaros específicos (Lareschi y Krasnov, 2010; Gettinger et al., 2011). Sin embargo, algunos autores sostienen que también estos ácaros pueden ser susceptibles a cambios ambientales y derivar en plasticidad fenotípica o incluso la divergencia de linajes (Dadgostar y Nozari, 2018; Silva-de la Fuente et al., 2020).

Particularmente desconocido en Sudamérica es el género *Mysolaelaps* Fonseca 1935 (Mesostigmata: Laelapidae). Este género de distribución neotropical se caracteriza por tener hábitos nidícolas, ser de gran tamaño (>1mm) y alimentarse de linfa y secreciones sebáceas (Lindquist et al., 2009). En Sudamérica parasita preferentemente a roedores sigmodontinos de la tribu Oryzomyini (Strandtmann y Wharton, 1958; Furman, 1972), mientras que en Chile se ha reportado a la especie *Mysolaelaps microspinosus*, parasitando, principalmente a *Oligoryzomys longicaudatus* (Rodentia: Cricetidae) (Lareschi y González-Acuña, 2010). La frecuencia de aparición de machos y estados inmaduros sobre los hospederos es baja, existiendo un solo registro de un macho del género *Mysolaelaps* (Furman, 1972). Se cree que los machos viven más asociados al nido de su hospedero que las hembras, lo cual dificulta su adecuado estudio. Además, Fonseca (1957) no descarta la posibilidad de que exista partenogénesis.

El estudio de este género de ácaros en Chile es relevante por varias razones. Principalmente debido a que desde su descripción (Fonseca, 1936) se han realizado escasos estudios detallados con respecto a su morfología, ecología y taxonomía, siendo citado aisladamente como registros parasitológicos de algunas especies de cricétidos sudamericanos en Argentina (Mauri, 1965; Castro et al., 1987; Lareschi y Sánchez-López, 2000; Abba et al., 2001; Lareschi et al., 2003; Nava et al., 2003; Lareschi et al., 2007; Navone et al., 2009; Lareschi, 2010; Lareschi y Krasnov, 2010; López-Berrizbeitia et al., 2013), Uruguay (Lareschi et al., 2006), Venezuela (Furman, 1972) y Brasil (Linardi et al., 1991). Por otro lado, su hospedero principal en el país, *O. longicaudatus*, presenta una amplia distribución geográfica (27°S – 51°S) ocupando las provincias biogeográficas Mediterránea, Bosque templado y Patagonia, las cuales difieren radicalmente en sus características ambientales e historia

geológica. Esto, según algunos autores, basándose en parámetros morfológicos y genéticos (Osgood 1943; Palma et al. 2012), describiría tres subespecies de este roedor, correspondientes a las provincias biogeográficas mencionadas. Por último, la situación taxonómica de *O. longicaudatus*, actualmente, es inconsistente (Hurtado y D'Elía, 2019), por lo que las posibles diferencias entre sus poblaciones de ácaros, podrían ayudar a entender mejor su taxonomía, debido a que la especialización de ciertos parásitos con sus hospederos, puede derivar en coespeciación y filogenias similares (Downes 1990; Fain 1994).

Con base en esto, el presente estudio estará dividido en dos capítulos. En el capítulo uno, titulado “Evaluación de la influencia de factores bióticos y abióticos, sobre la prevalencia y abundancia en infestaciones de *Mysolaelaps microspinosus* (Mesostigmata: Laelapidae) sobre *Oligoryzomys longicaudatus* (Bennett, 1832) en Chile”, el cual tiene como hipótesis que no existe diferencia en las tasas de infestación a lo largo de su distribución en Chile y sus objetivos son describir las tasas de infestación de *M. microspinosus* en Chile y evaluar cómo la abundancia y prevalencia se ven influenciadas por la provincia biogeográfica, la estación del año y el peso de sus hospedadores. En un segundo capítulo, titulado “Diferencias morfométricas de *Mysolaelaps microspinosus* (Fonseca, 1936) (Mesostigmata: Laelapidae), ectoparásito de *Oligoryzomys longicaudatus*, asociadas a tres provincias biogeográficas de Chile”, el cual tiene como hipótesis que existen tres poblaciones morfométricamente distintas del ácaro *M. microspinosus*, asociadas a cada subespecie de *Oligoryzomys longicaudatus* y determinadas por las provincias biogeográficas que habitan y sus objetivos son evaluar las diferencias morfométricas de las poblaciones de *M. microspinosus* entre las tres provincias biogeográficas donde habita y establecer si existe concordancia geográfica con las subespecies de *O. longicaudatus*.

REFERENCIAS

Abba A., Udrizar-Sauthier D., Bender J. y Lareschi M. 2001. Mites (Acari:

Laelapidae) associated with sigmodontinae rodents in Entre Ríos province, Argentina. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 96(8): 1171–1172.

Arnesto J., Arroyo M. y Hinojosa L. 2007. The Mediterranean Environment of Central Chile. En *Physycal Geography of South America*. pp. 184–199. Oxford: Oxford University Press.

Carleton M. y Musser G. 2005. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Castro D., Mauri R., Cicchino A. y Mosquera S. 1987. Ectoparásitos de roedores de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Acarina, Anoplura, Mallophaga y Suctoria). *Rev. Soc. Entomol. Argentina*, 44(3–4): 317–327.

Charrier A., Correa C., Castro C. y Méndez M. 2014. A new species of *Alsodes* (Anura: Alsodidae) from Altos de Cantillana, central Chile. *Zootaxa*, 3915(4): 540–550.

Contreras L. 2000. Biogeografía de mamíferos terrestres. En *Mamíferos de Chile*. Valdivia: CEA ediciones.

Correa C., Pastenes L., Iturra P., Calderon P., Vasquez D., Lam N., Salinas H. y Mendez M. 2013. Confirmation of the presence of *Alsodes pehuenche* Cei, 1976 (Anura, Alsodidae) in Chile: morphological, chromosomal and molecular evidence. *Gayana*, 77(2): 125–131.

- D'elía G., Jhoann C., Ossa G., Verde-Arregoitia L., Bostelmann E., Iriarte A., Amador L., Quiroga-Carmona M., Hurtado N., Cadenillas R. y Valdez L. 2020. Lista actualizada de los mamíferos vivientes de Chile. *Boletín del Mus. Nac. Hist. Nat.*, 69(2): 67–98.
- Dadgostar S. y Nozari J. 2018. Classical and geometric morphometric methods reveal differences between specimens of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) from seven provinces of Iran. *Persian J. Acarol.*, 7(1), 51-60.
- Downes B. 1990 . Host-induced morphology in mites: Implications for host-parasite coevolution. *Systematic Zoology*, 39(2): 162–168.
- Fain A. 1994. Adaptation, specificity and host-parasite coevolution in mites (Acari). *Int. J. Parasitol.*, 24(8): 1273–1283.
- Fonseca F. 1936. Notas de acarologia. XVIII - Gêneros e espécies de acarianos parasitas de ratos (Acari: Laelaptidae). *Mem. Inst. Butantan*, 10: 17–23.
- Fonseca F. 1957. Notas de Acarologia. XLIV. Inquerito sobre a fauna acarologica de parasitas no nordeste do Brasil. *Mem. Inst. Butantan*, 28: 99–186.
- Furman D. 1972. Mites of the family Laelapidae in Venezuela (Acarina: Laelapidae). *Brigham Young Univ. Sci. Bull. Biol. Ser.*, 17(3): 1–58.

- Gajardo R. 1995. La vegetación natural de Chile: Clasificación y distribución geográfica. 2ª. ed. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Gettinger D., Dick C y Owen R. 2011. Host associations between laelapine mites (Mesostigmata: Laelapidae) and palustrine rodents in Paraguay: A study of host specificity and cryptic species. *Syst. Appl. Acarol.*, 16(2): 145–159.
- Holling J. y Schilling D. 1981. Late Wisconsin-Weichselian mountains glaciers and small ice caps. En Last Great Ice sheets. New York: Wiley Interscience.
- Hurtado N. y D'Elía G. 2019. An assessment of species limits of the South American mouse genus *Oligoryzomys* (Rodentia, Cricetidae) using unilocus delimitation methods. *Zool. Scr.*, 48(5): 557–570.
- Lareschi M. 2010. Ectoparasite occurrence associated with males and females of wild rodents *Oligoryzomys flavescens* (Waterhouse) and *Akodon azarae* (Fischer) (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) in the Punta Lara Wetlands, Argentina. *Neotrop. Entomol.*, 39(5): 818–822.
- Lareschi M., Gettinger D., Venzal J., Arzua M., Nieri-Bastos F., Barros-Battesti D. y Gonzalez E. 2006. First report of mites (Gamasida: Laelapidae) parasitic on wild rodents in Uruguay, with new host records. *Neotrop. Entomol.*, 35(5): 596–601.
- Lareschi M. y González-Acuña D. 2010. Acari, Laelapidae (ectoparasitic mites), central and southern Chile. *Check List*, 6(4): 546–548.
- Lareschi M. y Krasnov B. 2010. Determinants of ectoparasite assemblage structure on rodent hosts from South American marshlands: The effect of

host species, locality and season. *Med. Vet. Entomol.*, 24(3): 284–292.

Lareschi M., Notarnicola J., Nava S. y Navone G. 2007. Parasite community (Arthropods and Filarioids) associated with wild rodents from the marshes of La Plata River, Argentina. *Comp. Parasitol.*, 74(1): 141–147.

Lareschi M., Notarnicola J., Navone G. y Linardi P. 2003. Arthropod and filarioid parasites associated with wild rodents in the northeast marshes of Buenos Aires, Argentina. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 98(5): 673–677.

Lareschi M., Sánchez-López I. 2000. Ectoparásitos (Phthiraptera y Acari) de roedores (Rodentia: Muridae: Sigmodontinae) en el delta bonaerense del río Paraná, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argentina*, 59(1–4): 17–19.

Leite R., Kolokotronis S., Almeida F., Werneck F., Rogers D. y Weksler M. 2014. In the wake of invasion: Tracing the historical biogeography of the South American cricetid radiation (Rodentia, Sigmodontinae). *PLoS One*, 9(6): 1–12.

Linardi P., Botelho J., Ximenez A. y Padovanp C. 1991. Notes on ectoparasites of some small mammals from Santa Catarina State, Brazil. *J. Med. Entomol.*, 1(100): 183–185.

Lindquist E., Krantz G. y Walter D. 2009. Order Mesostigmata. In: *A Manual of Acarology* (123-232). Texas: Texas Tech University Press.

López-Berrizbeitia M., Lareschi M., Sánchez R. y Díaz M. 2013. Los ectoparásitos de los roedores sigmodontinos (Cricetidae) de La Rioja:

- resultados preliminares. *Rev. Argentina Parasitol.*, 1(3): 40–44.
- Mauri P. 1965. Acaros laeláptidos parásitos de vertebrados. *Rev. Soc. Entomol. Argentina*, 27(1–4): 15–18.
- Meynard C., Samaniego H. y Marquet P. 2004. Biogeografía de Aves Rapaces de Chile. En *Aves Rapaces Chile* (129-143). Valdivia: Ediciones CEA.
- Morrone J. 2001. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. Zaragoza: M&T-Manuales & Tesis SEA.
- Morrone J. 2015. Biogeographical regionalisation of the world: A reappraisal. *Aust. Syst. Bot.*, 28(3): 81–90.
- Muñoz-Pedrerros A., Fletcher S., Yáñez J. y Sánchez P. 2010. Diversidad de micromamíferos en tres ambientes de la Reserva Nacional Lago Peñuelas, Región de Valparaíso, Chile. *Gayana*, 74(1): 1–11.
- Nava S., Lareschi M. y Voglino D. 2003. Interrelationship between ectoparasites and wild rodents from northeastern Buenos Aires province, Argentina. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 98(1): 45–49.
- Navone G., Notarnicola J., Nava S., Robles M., Galliari C. y Lareschi M. 2009. Arthropods and helminths assemblage in sigmodontine rodents from wetlands of the Rio de la Plata, Argentina. *Mastozool. Neotrop.*, 16(1): 121–133.

- Osgood W. 1943. The mammals of Chile. Chicago: *Field Museum of Natural History. Zool. Ser.*, 30: 1–268.
- Palma R., Boric-Bargetto D., Torres-Pérez F., Hernández C. y Yates T. 2012. Glaciation effects on the phylogeographic structure of *Oligoryzomys longicaudatus* (Rodentia: Sigmodontinae) in the Southern Andes. *PLoS One*, 7(3): e32206.
- Poulin R. 1998. *Evolutionary ecology of parasites: from individuals to communities*. London: Chapman & Hall.
- Radovsky F. 1994. The evolution of parasitism and the distribution of some dermanyssoid mites (Mesostigmata) on vertebrate hosts. En *Mites: Ecological and Evolutionary Analyses of Life-History* (pp. 186–217). New York: Chapman & Hall.
- Silva-de la Fuente M., Moreno Salas L., Casanueva M., Lareschi M. y González-Acuña D. 2020. Morphometric variation of *Androlaelaps fahrenheiti* (Mesostigmata: Laelapidae) associated with three Sigmodontinae (Rodentia: Cricetidae) from the north of Chile. *Exp. Appl. Acarol.* 81(4), doi: 10.1007/s10493-020-00490-6.
- Smith M. y Patton J. 1999. Phylogenetic relationships and the radiation of sigmodontine rodents in South America: Evidence from cytochrome b. *J. Mamm. Evol.*, 6(2): 89–128.
- Strandtmann R. y Wharton G. 1958. *A manual of mesostigmatid mites*

parasitic on vertebrates. Colleague Park: Institute of Acarology.

Vanderplank S., Moreira-Muñoz A., Muñoz M., Hobohm C., Pils G., Noroozi J., Clark V., Barker N., Yang W., Huang J., Ma K., Tang C., Werger J., Ohsawa M. y Yang Y. 2013. Endemism in mainland regions case-studies. Endemism in an Ecotone: From chaparral to desert in Baja California, Mexico. En *Endemism in Vascular Plants* (205–308). New York: Springer.

Vidal P. y Guerrero M. 2007. *Los Tenebriónidos de Chile* (1ª. ed). Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Villagran C. 1985. Análisis palinológico de los cambios vegetacionales durante el Tardiglacial y Postglacial en Chiloé, Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 58: 57–69.

Villagran C. 1988. Late quaternary vegetation of southern Isla Grande de Chiloé, Chile. *Quat. Res.*, 29: 294–306.

Villagrán C. y Hinojosa L. 2005. Esquema biogeográfico de Chile. En *Regionalización Biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines* (551-577). Ciudad de México: Ediciones de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Walter D. y Proctor H. 2013. *Mites: Ecology, evolution and behaviour: life at a microscale* (2ª. ed). New York: Springer.

Weitzel T., Makepeace B., Elliott I., Chaisiri K., Richards A. y Newton P. 2020. Marginalized mites: Neglected vectors of neglected diseases. *PLoS Negl.*

Trop. Dis., 14(7): e0008297.

Wright D. 1983. Species-energy theory: an extension of species-area theory. *Oikos*, 41: 496–506.

CAPITULO I: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS SOBRE LA PREVALENCIA Y ABUNDANCIA EN INFESTACIONES DE *Mysolaleps microspinosus* (MESOSTIGMATA: LAELAPIDAE) SOBRE *Oligoryzomys longicaudatus* (BENNETT, 1832) en Chile.

Felipe González-Aguayo¹, Karen Fuenzalida-Araya¹, Carlos Landaeta-Aqueveque³, Lucila Moreno Salas^{1,4}, Adriana Santodomingo³, María Carolina Silva-de la Fuente².

¹ Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Barrio Universitario s/n, Concepción, Chile.

² Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Av. Vicente Méndez 595, Chillán, Chile.

³ Laboratorio de Ecología de Parásitos, Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Barrio Universitario s/n, Concepción, Chile.

⁴ Departamento de Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidades Católica del Maule, Sede Los Niches.

Corresponding: msilva@ucm.cl

I. RESUMEN

La diversa biogeografía de Chile, lo transforma en un escenario ideal para estudiar la influencia de los factores ambientales en la biodiversidad. Algunas especies, se distribuyen a través de varias zonas ambientales disímiles, como lo son las provincias biogeográficas, Mediterránea, Bosque templado y Patagonia. Una de esas especies es *Oligoryzomys longicaudatus* o Ratón colilargo, el cual es parasitado por el género de ácaros *Mysolaelaps* (Fonseca, 1936), uno de los géneros laelápidos menos estudiados en el neotrópico. En ese contexto, en este trabajo se describen los parámetros de infestación parasitaria de *Mysolaelaps microspinosus* sobre *O. longicaudatus* y se evalúa la influencia de factores bióticos (sexo y masa corporal de los hospederos) y abióticos (provincia biogeográfica y estación del año) sobre estos. De un total de 328 *O. longicaudatus* analizados se obtuvieron 68 casos positivos (P% 20,7%), AM= 0,708, IM= 3,4 y IMe= 1,5. Se realizaron regresiones logarítmica y binomial negativa para evaluar la relación entre P% y AM, con los factores bióticos y abióticos mencionados. La P% y AM se relacionaron significativamente con las provincias Mediterránea y Bosque templado y la estación del año invierno y primavera. Para la AM, también se obtuvo relación significativa con individuos más pesados. Se infiere de estos resultados que existen importantes influencias ambientales en la relación del género *Mysolaelaps* y sus hospederos, principalmente la temperatura, razón por la cual se deduce el género no está presente al sur de los 47°S. También, factores bióticos como el peso de los hospederos son relevantes en las parasitosis, debido a una mayor capacidad de carga parasitaria por parte de individuos más pesados. Además, en este trabajo se describen dos nuevos hospederos

accidentales para el género *Mysolaelaps*, *Phyllotys darwini* a nivel Latinoamericano y *Rattus rattus* para Chile.

Palabras clave: *Mysolaelaps*, Laelapidae, factores abióticos, temperatura.

II. SUMMARY

The diverse biogeography of Chile makes it an ideal scenario for studying the influence of environmental factors on biodiversity. Some species are distributed through several dissimilar environmental zones, such as the biogeographic provinces, Mediterranean, Temperate Forest and Patagonia. One of these species is *Oligoryzomys longicaudatus* or Long-tailed Mouse, which is parasitized by the mite genus *Mysolaelaps* (Fonseca, 1936), one of the least studied laelapid genera in the Neotropics. In this context, this paper describes the parasitic infestation parameters of *Mysolaelaps microspinosus* on *O. longicaudatus* and evaluates the influence of biotic factors (sex and body mass of the hosts) and abiotic factors (biogeographical province and season) on these. Of a total of 328 *O. longicaudatus* analyzed, 68 positive cases were

obtained (P% 20.7%), AM= 0.708, MI= 3.4 and IMe= 1.5. Logarithmic and negative binomial regressions were performed to evaluate the relationship between P% and AM, with the mentioned biotic and abiotic factors. P% and AM were significantly related to the Mediterranean and Temperate Forest provinces and the winter and spring. For AM, a significant relationship was also obtained with heavier individuals. It is inferred from these results that there are important environmental influences on the relationship between the *Mysolaelaps* genus and its hosts, mainly temperature, which is why it is deduced that the genus is not present south of 47°S. Also, biotic factors such as the weight of the hosts are relevant in parasitosis, due to a greater parasitic load capacity by heavier individuals. In addition, this work describes two new accidental hosts for the genus *Mysolaelaps*, *Phyllotys darwini* in Latin America and *Rattus rattus* in Chile.

Keywords: *Mysolaelaps*, Laelapidae, abiotic factors, temperature.

III. INTRODUCCIÓN

Entre los ectoparásitos de roedores neotropicales, los de la familia Laelapidae (Acari: Mesostigmata), presentan una alta riqueza de especies y son los ectoparásitos más comunes de roedores cricétidos (Strandtmann y Wharton, 1958; Radovsky, 1969). El conocimiento de estas especies parásitas tiene como base el trabajo realizado por Strandtmann y Wharton (1958), quienes citan 49 especies de ectoparásitos de la familia Laelapidae en la zona neotropical. Sin embargo, los laelápidos de algunas áreas del Neotrópico siguen siendo poco conocidos. En Chile, la investigación en este campo se limita a la descripción de algunos ácaros y complejos de especies de ácaros de roedores cricétidos y abrocómidos (Lareschi y González-Acuña, 2010; Yáñez-Meza et al. 2018, Silva-de la Fuente et al., 2020).

Chile presenta una biogeografía particular, al punto de ser considerada una “isla” biogeográfica por las barreras naturales que lo rodean. Además, presenta una gran extensión latitudinal de norte a sur, la que le confiere una diversa variedad de climas a lo largo de su territorio, encontrando desiertos, matorral bajo, bosques lluviosos, estepa patagónica, entre otros (Villagrán y Hinojosa, 2005; Morrone, 2015). También, en su zona central, presenta una alta riqueza de especies (Muñoz-Pedreros et al., 2010), la que proporciona una gran cantidad de nichos para especies parásitas (Poulin, 1998; Skoracka et al., 2015). En este sentido, se ha visto que distintos factores bióticos (del hospedero) y abióticos (del ambiente) pueden afectar las tasas parasitarias de algunos ectoparásitos. El sexo del hospedero y su masa corporal pueden afectar la presencia de ectoparásitos debido a que, por ejemplo, los machos suelen tener una vagilidad más alta que las hembras, sobretodo en época reproductiva, como también, la masa corporal, se relaciona con una mayor cantidad y variedad de parásitos que pueden albergar individuos más pesados o más grandes (Fernandes et al. 2015; Lareschi y Krasnov 2010; Veloso-Frias et al. 2019). También, disturbios ambientales y variaciones estacionales pueden afectar la presencia o abundancia de piojos y ácaros (Krasnov et al. 2019; Lareschi y Krasnov 2010; Veloso-Frias et al. 2019; Yunik et al. 2015). Por ejemplo, las temperaturas altas (36°C) se relacionan con mayores tasas de desarrollo, eclosión de huevos y longevidad cuando se presenta humedad relativa alta (Moyer et al. 2002; Perring et al. 1984a; Perring et al. 1984b).

Mysolaelaps es un género de ácaros laelápidos que parasitan preferentemente a roedores sigmodontinos de la tribu Oryzomyini (Strandtmann y Wharton, 1958), aun cuando se reporta una fuerte asociación con el género *Oligoryzomys* (Savchenko et al., 2021). Ha sido reportado en varios países como **1)** Argentina (Mauri, 1965; Castro et al., 1987; Lareschi y Sánchez-López, 2000; Abba et al.,

2001; Lareschi et al., 2003, 2007; Nava et al., 2003; Navone et al., 2009; Lareschi, 2010; Lareschi y Krasnov, 2010; López-Berrizbeitia et al., 2013; Savchenko et al., 2021), **2)** Uruguay (Lareschi et al., 2006), **3)** Venezuela (Furman, 1972) y **4)** Brasil (Linardi et al., 1991). En Chile, su principal hospedador es *O. longicaudatus* (Lareschi y González-Acuña, 2010). Esta asociación parasitaria también se ha reportado para Argentina (Mauri, 1965; López-Berrizbeitia et al., 2013). Sin embargo, a pesar de sus múltiples registros, se desconocen aspectos de su biología y ecología.

Oligoryzomys longicaudatus habita gran parte del territorio chileno (27° S – 51° S) (Belmar-Lucero et al. 2009), ocupando tres provincias biogeográficas con factores abióticos disimiles (Mediterránea, Bosque templado, Patagonia) (Villagrán y Hinojosa 2005). Además, es un roedor con altas abundancias en su hábitat, por lo que su captura resulta ser frecuente (Barrera y Murua 2015).

Considerando la notoria variedad de ambientes que habita *O. longicaudatus*, el principal hospedador de *Mysolaelaps* en Chile, el objetivo de este trabajo es describir las tasas de infestación del género, evaluando las diferencias entre tres provincias biogeográficas, (Mediterránea, Bosque Templado y Patagonia) (Villagrán e Hinojosa, 2005; Arnesto et al., 2007). Además, se evalúa la correlación entre prevalencia y abundancia con masa corporal, estación y provincia biogeográfica.

IV. HIPÓTESIS

- 1) La prevalencia y abundancia de las infestaciones de *Mysolaelaps* en *Oligoryzomys longicaudatus* varían según provincia biogeográfica y estación del año.
- 2) La prevalencia y abundancia de las infestaciones de *Mysolaelaps* en *Oligoryzomys longicaudatus* varían según sexo y masa corporal de los hospedadores.

V. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de factores bióticos y abióticos en las tasas de infestación de *Mysolaelaps* en Chile.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Determinar la prevalencia (P%), abundancia (AM), intensidad media (IM) e intensidad mediana (IMe) de las infestaciones de *Mysolaelaps* en Chile.
- 2) Correlacionar las diferencias en la P%, AM, IM y IMe de *Mysolaelaps* según provincia biogeográfica y estación del año.
- 3) Correlacionar las diferencias en la P%, AM, IM y IMe de *Mysolaelaps* según sexo y masa corporal del hospedador.

VI. METODOLOGÍA

Entre junio de 2010 y agosto de 2019 se visitaron 28 localidades de Chile (P.N. Fray Jorge -30.657977 S, -71.694438 W; R.N. Magallanes -53.169800 S, -71.196767 W), (Mediterránea= 15; Bosque Templado= 9; Patagonia= 2) (Figura 1), en las cuatro estaciones del año, con la finalidad de capturar roedores y coleccionar sus ácaros. Para dichas capturas, fueron utilizadas trampas vivas tipo Sherman (7,5 × 18,5 × 9 cm). Los roedores fueron pesados con Pesola® (± 0,2g) y anestesiados intramuscularmente con Ketamina (0,044 mg / g) y Xylazine® (0,006 mg / g) (Kreeger y Arnemo, 2018). Para coleccionar los ácaros, los roedores fueron cepillados y las muestras se depositaron en viales (Biologix, USA) con alcohol etílico al 95%. Una vez que los roedores salieron de la sedación fueron liberados en el mismo sitio de captura.

Los ácaros fueron procesados en el Laboratorio de Ecología de Parásitos en la Universidad de Concepción, Concepción (36.827954°S, 73.037332°O). Para la identificación de los ácaros, 156 ejemplares fueron aclarados en solución

Nesbitt y montados en medio Berlese (Walter y Krantz, 2009a). La identificación se llevó a cabo siguiendo las claves propuestas por Fonseca (1936; 1957) y Furman (1972). Finalmente, los ácaros fueron contabilizados bajo un estereomicroscopio (Motic ®)

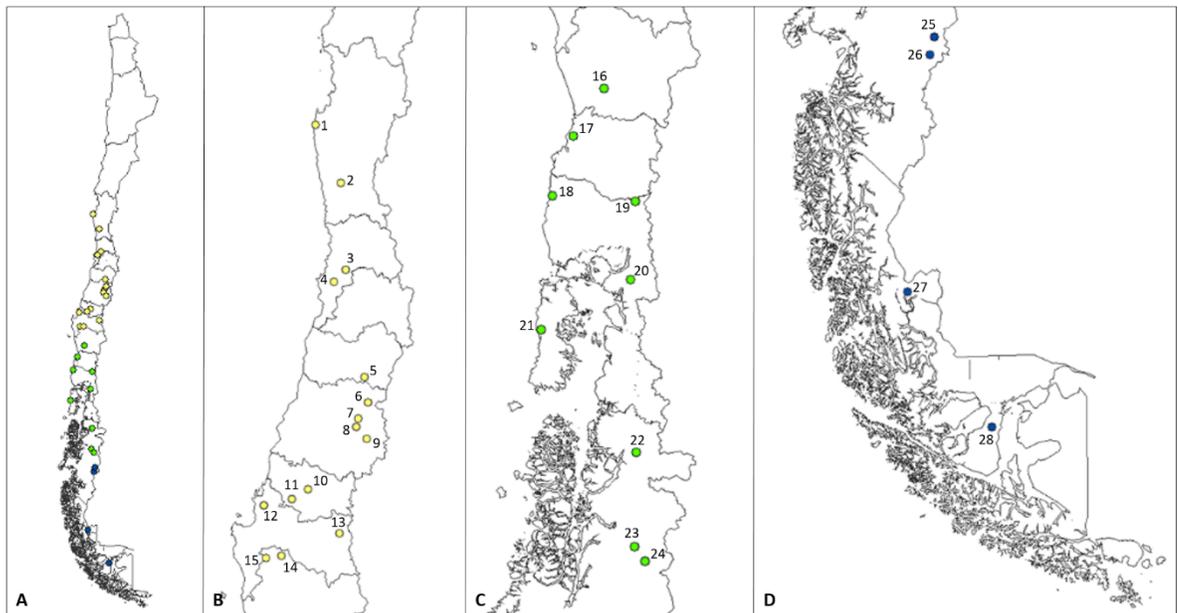


Figura 1. **A.** Distribución en Chile de las localidades de muestreo; **B.** Mediterránea (amarillo); **C.** Bosque templado (verde); **D.** Patagonia (azul). Números corresponden a localidades en el mapa: **1.** P.N. Fray Jorge; **2.** R.N. Las Chinchillas; **3.** P.N. La Campana; **4.** R.N. Lago Peñuelas; **5.** Sierras de Bellavista; **6.** Termas del Flaco; **7.** Parque Inglés; **8.** R.N. Altos de Lircay; **9.** La Mina; **10.** Quilmo; **11.** Santa Elena; **12.** P.N. Nonguén; **13.** Laguna del Laja; **14.**

Angol; **15.** P.N. Nahuelbuta; **16.** Gorbea; **17.** San Martín; **18.** Maicolpué; **19.** P.N. Puyehue; **20.** P.N. Hornopirén; **21.** P.N. Chiloé; **22.** P.N. Queulat; **23.** Lago Elizalde; **24.** P.N. Cerro Castillo; **25.** P.N. Patagonia; **26.** R.N. Tamango; **27.** P.N. Torres del Paine; **28.** R.N. Magallanes.

Análisis estadístico

La prevalencia (%), intensidad media (IM), intensidad mediana (IMe), abundancia media (AM) y sus intervalos de confianza se estimaron con el software Quantitative Parasitology en su versión web (QPweb) (Reiczigel et al., 2019), considerando el total de muestras colectadas, como también, se estimaron por estación y provincia biogeográfica.

La asociación de la presencia de ácaros con el sexo, masa corporal, estación del año y provincia biogeográfica se analizó mediante regresiones logísticas multifactoriales. La asociación entre abundancia de ácaros y las mismas variables se analizó mediante regresiones binomiales negativas. En ambos análisis, se partió con el modelo más complejo y se eliminaron las variables de una en una. El mejor modelo se seleccionó con la prueba de razón de verosimilitud, cuya hipótesis nula es que las verosimilitudes de ambos modelos son iguales (razón de verosimilitud = 1). Se seleccionó el modelo con menos variables cuando no se rechazó la hipótesis nula ($p > 0,1$). En los casos en que el valor de probabilidad fue menor a 0,1 y mayor a 0,05, se optó por el modelo con menor

valor en el criterio de información Akaike (AIC). En el caso de la estación, el otoño se consideró como categoría basal de comparación y las otras estaciones como variables “dummies”. En el caso de la provincia biogeográfica, Patagonia fue considerada como categoría basal y las otras provincias como variables “dummies”. En el caso del sexo, macho fue la categoría basal de comparación y hembra fue la variable dummy. Los análisis se hicieron con el software Stata/BE 17 (StataCorp LLC).

VII. RESULTADOS

En total fueron capturados 328 *O. longicaudatus*, de los cuales 68 (20,7%) estaban infestados por *M. microspinosus* (rango 1 – 20 ácaros; IM= 3.4; AM= 0.7). Todos los ácaros encontrados correspondieron a hembras adultas. La primavera fue la estación del año que presentó la mayor prevalencia y AM (37,8% y 1,7, respectivamente), mientras que en verano se registró la mayor IM (7,3). Por su parte la zona mediterránea fue la provincia biogeográfica que presentó la mayor prevalencia y abundancia (30,9% y 0,9, respectivamente). En cuanto a la intensidad media, el mayor valor fue 4,7 y se registró en Patagonia (Tabla 1).

Tabla 1. Tasas de infestación de *Mysolaelaps microspinosus* parasitando a *Oligoryzomys longicaudatus* en Chile, por provincia biogeográfica y estación del año.

<i>M. microspinosus</i>	N	Positivos	Tasas de infestación			
			P% (IC 95%)	IM (IC 95%)	IMe (IC 95%)	AM (IC 95%)

Total	328	68	20,7 (16,5-25,5)	3,4 (2,5-4,7)	1,5 (1-2)	0,7 (0,4-1)
Provincia biogeográfica						
<i>Mediterránea</i>	94	29	30,9 (21,7-41,2)	3,2 (1,9-5,9)	1 (1-2)	0,9 (0,5-1,8)
<i>Bosque templado</i>	127	35	27,6 (20-36,2)	3,4 (2,2-5,0)	2 (1-2)	0,9 (0,5- 1,5)
<i>Patagonia</i>	107	4	3,7 (1-9,3)	4,7 (1,2-11)	2 (1-2)	0,1 (0-0,6)
Estación del año						
<i>Otoño</i>	129	5	3,9 (1,3-8,8)	2,2 (1-3,4)	1 (1-2)	0 (0-0,2)
<i>Invierno</i>	110	32	29,1 (20,8-38,5)	2,2 (1,4-4,2)	1 (1-1)	0,6 (0,3- 1,3)
<i>Primavera</i>	74	28	37,8 (26,8-49,9)	4,5 (3-6,7)	2 (2-3)	1,7 (1-2,8)
<i>Verano</i>	15	3	20 (4,3-48,1)	7,3 (1-13,7)	1 (1-1)	1,4 (0,1-5,5)

La exclusión del sexo del hospedero del modelo, no generó pérdida significativa de verosimilitud en el análisis de presencia ni el de abundancia. Para el caso de la masa corporal, solo se excluyó en el análisis de presencia, ya que su exclusión para el modelo de abundancia, generó una pérdida de verosimilitud significativa.

La presencia de *Mysolaelaps microspinosus* presentó asociación significativa con las provincias biogeográficas y la estacionalidad, observándose mayores frecuencias de infestación en las provincias Mediterránea y Bosque templado, que en Patagonia y en invierno y primavera que en otoño (Tabla 2).

Tabla 2. Regresión logística multifactorial de la prevalencia de *Mysolaelaps microspinosus* sobre *Oligoryzomys longicaudatus* en función de provincia biogeográfica y estación del año.

Logistic regression	Number of obs = 328
	LR chi2(5) = 55,85
	Prob > chi2 = 0,0000

Log likelihood = -139,48078					Pseudo R2 = 0,1668
Prevalencia <i>Mysolaelaps</i>	Odds ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% conf. interval]
Provincia biogeográfica					
<i>Mediterránea</i>	5,49	3,48	2,68	0,00	1,58 - 19,04
<i>Bosque templado</i>	4,90	2,95	2,64	0,00	1,50 - 15,97
Estación del año					
<i>Invierno</i>	4,22	2,34	2,60	0,00	1,42 - 12,51
<i>Primavera</i>	8,57	4,64	3,96	0,00	2,96 - 24,81
<i>Verano</i>	2,50	2,09	1,10	0,27	0,48 - 12,89
cons	0,01	0,01	-6,59	0,00	0,00 - 0,06

Por su parte, la abundancia de *M. microspinosus* presentó asociación significativa con la estacionalidad, la provincia biogeográfica y la masa corporal, siendo mayor en invierno y primavera que en otoño, en las provincias mediterránea y bosque templado que en patagonia y en hospederos de mayor tamaño (Tabla 3).

Tabla 3. Regresión binomial negativa de la abundancia de *Mysolaelaps microspinosus* sobre *Oligoryzomys longicaudatus* en función de provincia biogeográfica, estación del año y masa corporal.

Negative binomial regression					Number of obs= 328
bn3					LR chi2(6) = 58,90
					Prob > chi2= 0,0000
Log likelihood = -267,44871					Pseudo R2 = 0,0992
Abundancia <i>Mysolaelaps</i>	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]
Provincia biogeográfica					
<i>Mediterránea</i>	1,59	0,61	2,60	0,00	0,39 - 2,79
<i>Bosque templado</i>	1,01	0,51	1,98	0,04	0,00 - 2,02
Estación del año					
<i>Winter</i>	1,39	0,52	2,67	0,00	0,37 - 2,41
<i>Spring</i>	2,66	0,48	5,54	0,00	0,37 - 2,41

<i>Summer</i>	1,05	0,85	1,23	0,21	-0,62 - 2,74
Bodymass	0,04	0,02	1,99	0,04	0,00 - 0,09
cons	-4,41	0,71	-6,14	0,00	-5,82 - -3
Inalpha	1,55	0,18			1,19 - 1,91
alpha	4,74	0,86			3,31 - 6,79

Dado que se analizaron 90 *O. longicaudatus* provenientes de localidades al sur de los 47°S (90 de P.N. Torres del Paine y 10 de la R.N. Magallanes) y no se encontraron ácaros, los ácaros provenientes del P.N. Patagonia (47°S), constituyen el registro más austral de *Mysolaelaps*, proponiendo esta latitud como el límite sur de distribución del género.

Adicionalmente, *M. microspinosus* fue hallado en *Phyllotis darwini* (Til Til, Región Metropolitana) y en *Rattus rattus* (Maicolpue, Región de Los Lagos), con seis y dos ácaros respectivamente. *Phyllotis darwini* consiste un nuevo registro de *Mysolaelaps*.

VIII. DISCUSIÓN

El presente estudio es el primer estudio poblacional de *Mysolaelaps* en toda su distribución en Chile y es pionero en el estudio de los factores ecológicos que influyen en las tasas de infestación del género en el Neotrópico. Estudios previos en Latinoamérica incluyen al género como registro parasitológico sin detallar sus tasas de infestación ni su ecología (Savchenko et al. 2021; Lareschi et al. 2006; Lareschi y González-Acuña 2010; Linardi et al. 1991). La prevalencia y abundancia variaron de manera significativa entre provincias biogeográficas, describiendo una tendencia decreciente de norte a sur. También influyó significativamente la masa corporal de los hospedadores, donde individuos de mayor masa corporal resultaron más parasitados.

La prevalencia de *M. microspinosus* observada en el presente trabajo (20,7%; n= 328), es menor a la de *M. parvispinosus* colonizando a *Oligoryzomys nigripes* en Brasil (P%= 80,2; n= 81) (Fernandes et al., 2015), *M. microspinosus* colonizando a *O. delticola* (P%= 80; n= 10), *O. flavescens* (P%= 65,4; n= 27) y *O. nigripes* (P%= 75; n= 8) en Argentina (Lareschi et al., 2003; Navone et al.,

2009) y *M. microspinosus* colonizando a *O. flavescens* (P%= 100; n=1) en Uruguay (Lareschi et al., 2006).

Este estudio reportó una mayor prevalencia y abundancia media del género *Mysolaelaps* en primavera (35,4%). Si bien la fecha en la que se producen mayores prevalencias y abundancias para *M. microspinosus* en Chile difiere de lo reportado en *M. heteronychus* y *M. microspinosus* en Brasil y Argentina respectivamente (Lareschi y Krasnov 2010; Sponchiado et al. 2015), coincide con la época en la que aumenta la cantidad de recursos en el ambiente en ambas zonas (primavera en Chile y época cálida, desde octubre a abril, en Brasil y Argentina). Varios autores sostienen que los pequeños mamíferos sincronizan sus periodos reproductivos con las épocas de mayor abundancia de recursos (Godoy y Magnusson, 1999; Julien-Laferrriere y Atramentowicz, 1990) y a su vez sus ectoparásitos también sincronizan sus periodos reproductivos o de mayor actividad con los de sus hospedadores (Blanco y Frías, 2001; Marshall, 1981).

Un dato relevante es la baja prevalencia y abundancia obtenida en Patagonia en otoño. Estos resultados están influenciados por 80 muestras obtenidas en el P.N. Torres del Paine y 10 obtenidas en la R.N. Magallanes donde no hubo registros de *Mysolaelaps*. Estas muestras acumulan el 84.1% del total de muestras de Patagonia. También, 69.7% de las muestras obtenidas en otoño provenían de estas dos localidades, lo cual podría provocar la baja prevalencia (3.9%) y AM (0,08) registradas en esa estación. Sin embargo, factores abióticos, como la temperatura, humedad, viento, relieve (Skoracka et al., 2015; Walter y Krantz, 2009b) o factores bióticos como el acicalamiento o la inmunocompetencia de los hospederos (Hart, 1994; Hawlena et al., 2007; Proctor y Owens, 2000; Walter y Proctor, 2013), también pueden estar influyendo estos valores. De hecho, Kalueff et al. (2004), describen una relación

directa entre la carencia de receptores de vitamina D y un aumento en la frecuencia y duración del acicalamiento en ratones, lo cual podría estar provocado por las pocas horas de luz que reciben latitudes al sur de los 47° en el hemisferio sur.

Tanto la P% como la AM variaron geográficamente. Esto difiere de lo descrito en Argentina donde no hubo variación significativa de las tasas de infestación de *Mysolaelaps* en tres hospederos (*O. flavescens*, *O. delticola* y *Akodon azarae*) entre localidades (Lareschi y Krasnov 2010). De acuerdo con los autores, la escasa distancia entre las localidades evaluadas podría haber afectado la significancia en sus resultados. La provincia biogeográfica Mediterránea presentó la mayor prevalencia (30,9%) y AM (0,98), seguida por la provincia biogeográfica Bosque Templado (27,6%; AM= 0,93) y Patagonia (3,7%; AM= 0,17), observando una disminución de estos valores de norte a sur en Chile, es decir, desde zonas con menos precipitaciones, hacia zonas con más precipitaciones. Dicha tendencia, difiere de lo expuesto por Barros et al. (1993) donde se describe una tendencia de disminución de sur a norte en las infestaciones de roedores en zonas costeras e interiores de Brasil. En ese país, las prevalencias más altas se encuentran en zonas húmedas y calurosas como Florianópolis (100%) (Linardi et al., 1991) y descienden hacia zonas con menos precipitaciones como Paraná P%= 89 (Barros et al., 1993), Juiz de Fora P%= 82,3 (Linardi et al., 1987), Belo Horizonte P%= 76,1 (Linardi et al., 1984), Caratinga P%= 72,8 (Botelho, 1978) y Brasilia P%= 46 (Gettinger, 1987). En Chile, este fenómeno no sigue los hallazgos experimentales de Moyer et al. (2002) donde a mayor humedad los parámetros de infestación aumentan, ya que, los parámetros de infestación de *Mysolaelaps* decrecen desde una zona menos húmeda a una más húmeda, esto hace inferir que algún otro factor abiótico, como la temperatura, podría estar determinando esta tendencia (Perring et al. 1984a; Perring et al. 1984b). Por ejemplo, en ácaros de

importancia comercial está ampliamente documentado el efecto que tienen las bajas temperaturas en la disminución de sus tasas de reproducción (Aspaly et al. 2007; Hoftstetter et al. 2007; Sinha 1964). El mayor rango geográfico del presente estudio y la comparación de tasas de infestación entre localidades muy disímiles y distantes entre sí, permite sugerir que localidades más frías y húmedas imponen mayores dificultades a la sobrevivencia o transmisión de *M. microspinus*.

En el presente estudio, Patagonia presentó la P% y AM más bajas, sin embargo, presentó la IM más altas, esto debido a que, en primavera, se capturó al único *O. longicaudatus* macho de la provincia, el cual presentó 14 ácaros. Considerando que gran parte del ciclo de vida de *Mysolaelaps*, se lleva a cabo en los nidos de sus hospederos, donde probablemente la temperatura sea más cálida que en el exterior, se puede hipotetizar que las condiciones específicas de estos nidos, son las que determinan su tasa de reproducción y velocidad de desarrollo. De esto se podría deducir que durante la época reproductiva, los ácaros se registran intensamente en machos, posiblemente debido a que visitan varios nidos con fines reproductivos, diseminando los ácaros de manera más eficaz (Christe et al. 2007).

La masa corporal de los hospederos se asoció positivamente con la AM de *Mysolaelaps*. Estos resultados difieren de los descritos por Fernandes et al. (2015), quienes señalan que la relación entre abundancia media y masa corporal de los hospederos no fue significativa para *M. parvispinus*. Para otros ectoparásitos, se ha encontrado una tendencia similar a la descrita en el presente trabajo (Hawlena et al. 2005; Kiffner et al. 2014; Moore and Wilson 2002). Este fenómeno puede ser explicado debido a que individuos más grandes, presentan una tasa metabólica más alta, por ende, mayor necesidad de recursos y con esto una mayor movilidad, lo que los haría propensos a

infectarse de ectoparásitos (Hawlena et al. 2005), como también, porque individuos más grandes pueden alojar una variedad y cantidad mayor de ectoparásitos (Kuris et al. 1980).

Respecto al hallazgo de *Mysolaelaps* en *P. darwini* y *R. rattus* es probable que se deba a un contacto accidental, debido a que estos son registros aislados y en especies que, en las localidades descritas, viven en simpatría con *O. longicaudatus* (Lareschi y González-Acuña, 2010). No obstante, no se puede obviar la posibilidad de eventos de host-switching incipientes los cuales se postulan como un mecanismo de especiación en laelápidos (Lareschi y Galliari, 2014; Radovsky, 1969).

Considerando los resultados de este trabajo, se hace necesario el estudio de las condiciones ambientales de los nidos de los hospederos de *Mysolaelaps*, donde ocurre gran parte de su ciclo de vida o, en su defecto, desarrollar modelos experimentales para evaluar el efecto de la temperatura y humedad sobre su ciclo de vida. Además, la evaluación de factores bióticos como el acicalamiento de los hospederos o la interacción que tiene *O. longicaudatus* con otros potenciales hospederos, ayudaría a entender mejor la biología de *Mysolaelaps*.

IX. REFERENCIAS

- Abba A., Udrizar-Sauthier D., Bender J. y Lareschi M. 2001. Mites (Acari: Laelapidae) associated with sigmodontinae rodents in Entre Ríos province, Argentina. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 96(8): 1171–1172.
- Arnesto J., Arroyo M. y Hinojosa L. 2007. The Mediterranean Environment of Central Chile. En *Physycal Geography of South America*. pp. 184–199. Oxford: Oxford University Press.
- Aspaly G., Stejskal V., Pekár S. y Hubert J. 2007. Temperature-dependent population growth of three species of stored product mites (Acari: Acaridida). *Exp. Appl. Acarol.*, 42(1): 37–46.
- Barrera K. y Murua R. 2015. Nuevo desafío en Salud Pública: Presencia de reservorios de Hanta, *Oligoryzomys longicaudatus* y *Rattus spp.*, en áreas de borde en praderas del sur de Chile. *Sustain. Agri, Food Environ. Res.*, 3(3): 33–46.
- Barros D., Linardi P. y Botelho J. 1993. Ectoparasites of some wild rodents from Parana State, Brazil. *J. Med. Entomol.*, 30(6): 1068–1070.

- Belmar-Lucero S., Godoy P., Ferrés M., Vial P. y Palma R. 2009. Range expansion of *Oligoryzomys longicaudatus* (Rodentia, Sigmodontinae) in Patagonian Chile, and first record of Hantavirus in the region. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 82: 265–275.
- Blanco G. y Frías O. 2001. Symbiotic feather mites synchronize dispersal and population growth with host sociality and migratory disposition. *Ecography*, 24(2): 113–120.
- Botelho J. 1978. *Ectoparásitos de roedores silvestres del municipio de Caratinga*. Trabajo de Grado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Castro D., Mauri R., Cicchino A. y Mosquera S. 1987. Ectoparásitos de roedores de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Acarina, Anoplura, Mallophaga y Suctoria). *Rev. la Soc. Entomol. Argentina*, 44(3–4).
- Christe P., Glaizot O., Evanno G., Bruyndonckx N., Devevey G., Yannic G., Patthey P., Maeder A., Vogel P. y Arlettaz R. 2007. Host sex and ectoparasites choice: Preference for, and higher survival on female hosts. *J. Anim. Ecol.*, 76(4): 703–710.
- Fernandes F., Dominici-Cruz L., Linhares A., José C. y Zuben V. 2015. Effect of body size on the abundance of ectoparasitic mites on the wild rodent *Oligoryzomys nigripes*. *Acta Parasitol.*, 60(3): 515–524.
- Fonseca F. 1936. Notas de acarologia. XVIII - Gêneros e espécies de

- acarianos parasitas de ratos (Acari: Laelaptidae). *Mem. Inst. Butantan*, 10: 17–23.
- Fonseca F. 1957. Notas de Acarologia. XLIV. Inquerito sobre a fauna acarologica de parasitas no nordeste do Brasil. *Mem. Inst. Butantan*, 28: 99–186.
- Furman D. 1972. Mites of the family Laelapidae in Venezuela (Acarina: Laelapidae). *Brigham Young Univ. Sci. Bull. Biol. Ser.*, 17(3): 1–58.
- Gettinger D. 1987. Host associations of *Gigantolaelaps* (Acari: Laelapidae) in the Cerrado province of central Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 24(5): 559-565.
- Godoy H. y Magnusson W. 1999. Effects of climate and food availability on four rodent species in southeastern Brazil. *J. Mammal.*, 80(2), 472–486.
- Hart B. 1994. Behavioural defense against parasites: interaction with parasite invasiveness. *Parasitology*, 109: 139–151.
- Hawlana H., Abramsky A. y Krasnov B. 2005. Age-biased parasitism and density-dependent distribution of fleas (Siphonaptera) on a desert rodent. *Oecologia*, 146, 200–208.
- Hawlana H., Bashary D., Abramsky Z., Krasnov B. 2007. Benefits, costs and constraints of anti-parasitic grooming in adult and juvenile rodents. *Ethology*, 113, 394–402.
- Hoftstetter R., Dempsey T., Klepzig K. y Ayres M. 2007. Temperature-

dependent effects on mutualistic, antagonistic, and commensalistic interactions among insects, fungi and mites. *Community Ecol.*, 8(1), 47–56.

Julien-Laferriere D. y Atramentowicz M. 1990. Feeding and reproduction of three didelphid marsupials in two neotropical forests (French Guiana). *Biotropica*, 22(4), 404.

Kalueff A., Lou Y., Laaksi I. y Tuohimaa P. 2004. Increased grooming behavior in mice lacking vitamin D receptors. *Physiol. Behav.*, 82, 405–409.

Kiffner C., Stanko M., Morand S., Khokhlova I., Shenbrot G., Laudisoit A., Leirs H., Hawlena H. y Krasnov B. 2014. Variable effects of host characteristics on species richness of flea infracommunities in rodents from three continents. *Parasitol. Res.*, 113, 2777–2788.

Krasnov B., Shenbrot G., Korralo-Vinarskaya N., Vinarski M., Warburton E. y Khokhlova I. 2019. The effects of environment, hosts and space on compositional, phylogenetic and functional beta-diversity in two taxa of arthropod ectoparasites. *Parasitol. Res.*, 118(7), 2107–2120.

Kreeger T. y Arnemo J. 2018. *Handbook of Wildlife Chemical Immobilization* (5a. ed.). Terry J. Kreeger and Jon M. Arnemo.

Kuris A., Blaustein A. y Alió J. 1980. Hosts as Islands. *American Naturalist*, 116(4), 570–586.

Lareschi M. 2010. Ectoparasite occurrence associated with males and females of wild rodents *Oligoryzomys flavescens* (Waterhouse) and *Akodon azarae* (Fischer) (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) in the Punta Lara wetlands,

Argentina. *Neotrop. Entomol.*, 39(5), 818–822.

Lareschi M. y Galliari C. 2014. Multivariate discrimination among cryptic mites of the genus *Androlaelaps* (Acari: Mesostigmata: Laelapidae) parasitic of sympatric akodontine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae) in northeastern Argentina: Possible evidence of host switch followed by speciation. *Exp. Appl. Acarol.*, 64(4), 479–499.

Lareschi M., Gettinger D., Venzal J., Arzua M., Nieri-Bastos F., Barros-Battesti D., Gonzalez E. 2006. First report of mites (Gamasida: Laelapidae) parasitic on wild rodents in Uruguay, with new host records. *Neotrop. Entomol.*, 35(5), 596–601.

Lareschi M. y González-Acuña D. 2010. Acari, Laelapidae (ectoparasitic mites), central and southern Chile. *Check List*, 6(4), 546–548.

Lareschi M. y Krasnov B. 2010. Determinants of ectoparasite assemblage structure on rodent hosts from South American marshlands: The effect of host species, locality and season. *Med. Vet. Entomol.*, 24(3), 284–292.

Lareschi M., Notarnicola J., Nava S. y Navone G. 2007. Parasite community (arthropods and filarioids) associated with wild rodents from the marshes of La Plata River, Argentina. *Comp. Parasitol.*, 74(1), 141–147.

Lareschi M., Notarnicola J., Navone G. y Linardi P. 2003. Arthropod and filarioid parasites associated with wild rodents in the northeast marshes of Buenos Aires, Argentina. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 98(5), 673–677.

Lareschi M. y Sánchez López I. 2000. Ectoparásitos (Phthiraptera y Acari) de roedores (Rodentia: Muridae: Sigmodontinae) en el delta bonaerense del

- río Paraná, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argentina*, 59(1–4), 17–19.
- Linardi P., Teixeira V., Botelho J. y Ribeiro L. 1987. Ectoparásitos de roedores en ambientes silvestres del municipio Juiz de Fora, Minas Gerais. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 82(1), 137–139.
- Linardi P., Botelho J., Neves D. y Cunha H. 1984. Sobre algunos ectoparásitos de roedores silvestres de Belo Horizonte, Minas Gerais. *Revista brasileira de Biologia*, 44(2), 215-219.
- Linardi P., Botelho J., Ximenez A. y Padovanp C. 1991. Notes on ectoparasites of some small mammals from Santa Catarina State, Brazil. *J. Med. Entomol*, 28(1), 183–185.
- López-Berrizbeitia M., Lareschi M., Sánchez R. y Díaz M. 2013. Los ectoparásitos de los roedores sigmodontinos (Cricetidae) de La Rioja: resultados preliminares. *Rev. Argentina Parasitol.*, 1(3), 40–44.
- Marshall A. 1981. *The ecology of ectoparasitic insects*. London: Academic Press.
- Mauri P. 1965. Ácaros laeláptidos parásitos de vertebrados. *Rev. Soc. Entomol. Argentina*, 27(1–4), 15–18.
- Moore S. y Wilson K. 2002. Parasites as a viability cost of sexual selection in natural populations of mammals. *Science*, 297, 2015–2017.
- Morrone J. 2015. Biogeographical regionalisation of the world: A reappraisal. *Aust. Syst. Bot.*, 28(3), 81–90.

- Moyer B., Drown D. y Clayton D. 2002. Low humidity reduces ectoparasite pressure: Implications for host life history evolution. *Oikos*, 97(2), 223–228.
- Muñoz-Pedrerros A., Fletcher S., Yáñez J. y Sánchez P. 2010. Diversidad de micromamíferos en tres ambientes de la Reserva Nacional Lago Peñuelas, Región de Valparaíso, Chile. *Gayana*, 74(1), 1–11.
- Nava S., Lareschi M. y Voglino D. 2003. Interrelationship between ectoparasites and wild rodents from northeastern Buenos Aires province, Argentina. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 98(1), 45–49.
- Navone G., Notarnicola J., Nava S., Robles M., Galliari C. y Lareschi M. 2009. Arthropods and helminths assemblage in sigmodontine rodents from wetlands of the Rio de la Plata , Argentina. *Mastozool. Neotrop.*, 16(1), 121–133.
- Perring T., Holtzer T., Kalisch J. y Norman J. 1984a. Temperature and humidity effects on ovipositional rates, fecundity, and longevity of adult female banks grass mites (Acari: Tetranychidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 77(5), 581–586.
- Perring T., Holtzer T., Toole J., Norman J. y Myers A. 1984b. Influences of temperature and humidity on pre-adult development of the banks grass mite (Acari: Tetranychidae). *Environ. Entomol.*, 13(2), 338–343.
- Poulin R. 1998. *Evolutionary ecology of parasites: from individuals to communities*. London: Chapman & Hall.
- Proctor H. y Owens I. 2000. Mites and birds: Diversity, parasitism and

coevolution. *Trends Ecol. Evol.*, 15(9), 358–364.

Radovsky F. 1969. Adaptive radiation in the parasitic Mesostigmata. *Acarologia*, 11(3), 450–483.

Reiczigel J., Marozzi M., Fábíán I. y Rózsa L. 2019. Biostatistics for Parasitologists – A Primer to Quantitative Parasitology. *Trends Parasitology*, 35(4), 277-281.

Savchenko E., Melis M. y Lareschi M. 2021. Laelapid mites (Mesostigmata) ectoparasites of *Oligoryzomys* (Rodentia: Cricetidae) in north-eastern and central Argentina. *Mastozoología Neotrop.*, 28(1): 1–12.

Silva-de la Fuente M., Moreno Salas L., Casanueva M., Lareschi M. y González-Acuña D. 2020. Morphometric variation of *Androlaelaps fahrenheitzi* (Mesostigmata: Laelapidae) associated with three Sigmodontinae (Rodentia: Cricetidae) from the north of Chile. *Exp. Appl. Acarol.* 81(4), doi: 10.1007/s10493-020-00490-6.

Sinha R. 1964. Effect of low temperature on the survival of some stored products mites. *Acarologia*, 6(2), 336-341.

Skoracka A., Magalhães S., Rector B. y Kuczyński L. 2015. Cryptic speciation in the Acari: a function of species lifestyles or our ability to separate species? *Exp. Appl. Acarol.*, 67(2), 165–182.

Sponchiado J., Melo G., Landulfo G., Jacinavicius F., Barros-Battesti D. y

- Cáceres N. 2015. Interaction of ectoparasites (Mesostigmata, Phthiraptera and Siphonaptera) with small mammals in Cerrado fragments, western Brazil. *Exp. Appl. Acarol.*, 66, 369-381.
- Strandtmann R. y Wharton G. 1958. A manual of mesostigmatid mites parasitic on vertebrates. *Inst. Acarol. Contrib*, 4: 330.
- Veloso-Frias J., Silva-de la Fuente M., Rubio V., Moreno L., González-Acuña D., Simonetti J. y Landaeta-Aqueveque C. 2019. Variation in the prevalence and abundance of mites parasitizing *Abrothrix olivacea* (Rodentia) in the native forest and *Pinus radiata* plantations in central Chile. *Hystrix, Ital. J. Mammal.*, 30(2), 107–111.
- Villagrán C. y Hinojosa L. 2005. Esquema biogeográfico de Chile. En *Regionalización Biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines* (551-577). Ciudad de México: Ediciones de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Walter D. y Krantz G. 2009a. Collection, rearing and preparing specimens. En *A Manual of Acarology* (83-96). Texas: Texas Tech University Press.
- Walter D. y Krantz G.. 2009b. Oviposition and Life Stages. En *A Manual of Acarology* (57–64). Texas: Texas Tech University Press.
- Walter D. Y Proctor H. 2013. *Mites: Ecology, evolution and behaviour: life at a microscale* (2a. ed.) New York: Springer.
- Yáñez-Meza A., Moreno L. y Botto-Mahan C. 2018. Ectoparasites of the endemic rodent *Abrocoma bennetti* (Hystricomorpha: Abrocomidae) from

semiarid Chile. *Gayana*, 82(1), 94–97.

Yunik M., Waterman J. y Galloway T. 2015. Seasonal changes in the infestation parameters of the sucking louse, *Linognathoides laeviusculus* (Phthiraptera: Anoplura: Polyplacidae), infesting Richardson's ground squirrel (Rodentia: Sciuridae) in Manitoba, Canada. *Can. Entomol.*, 148(2), 143–150.

CAPÍTULO II DIFERENCIAS MORFOMÉTRICAS DE *Mysolaelaps microspinosus* (Fonseca, 1936) (MESOSTIGMATA: LAELAPIDAE) ECTOPARÁSITO DE *Oligoryzomys longicaudatus* ASOCIADAS A TRES PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS DE CHILE.

I. RESUMEN

Mysolaelaps es uno de los géneros menos estudiados de la familia Laelapidae. Desde su descripción realizada por Fonseca (1936), no se ha profundizado en sus aspectos ecológicos, morfológicos ni taxonómicos. En este trabajo se realiza la caracterización morfométrica de las poblaciones de *Mysolaelaps microspinosus* presentes en la distribución de su principal hospedero en Chile, *Oligoryzomys longicaudatus*. El objetivo principal es determinar si las distintas poblaciones de *M. microspinosus* coinciden geográficamente con las subespecies de *O. longicaudatus*, presentes en tres provincias biogeográficas de Chile (Mediterránea, Bosque templado y Patagonia). Para ello se realizaron capturas de roedores desde 2010 hasta 2019, obteniendo 156 *M. microspinosus*. Se analizaron 26 caracteres morfométricos relevantes para su diferenciación, según Evans y Till (1965), Fonseca (1936 y 1957) y Furman (1972). Se realizó un Análisis de Kruskal-Wallis para determinar cuáles caracteres permitían diferenciar estadísticamente las poblaciones de *M. microspinosus* entre provincias biogeográficas. Posteriormente se realizó un

Análisis de Componentes Principales (ACP) donde los 3 primeros componentes explicaron 73,5% de la variación, siendo el largo de las patas y del peritrema los caracteres con más peso en el análisis. También se realizó un Análisis Discriminante (AD) donde la seta esternal 3 y las setas anales 2 y 3 presentaron diferencia entre poblaciones. Sin embargo, no se observó una clara diferenciación morfométrica de las poblaciones según provincia biogeográfica, pero sí se observó un patrón latitudinal donde el tamaño de los ácaros aumentó de norte a sur. Adicionalmente, se observó diferencia de tamaño entre los ácaros presentes en Chile y los tipos y paratipos de *M. microspinosus* (Sao Paulo). Se concluyó que las poblaciones de *M. microspinosus* en Chile, no presentan diferencia significativa ni tienen una correspondencia geográfica con las subespecies de *O. longicaudatus*. Es necesario continuar con estudios moleculares en esta especie de ácaro, y así, determinar posibles variaciones moleculares que no se vean reflejadas fenotípicamente y evaluar genéticamente las poblaciones de *M. microspinosus* de Chile con respecto al resto de las poblaciones presentes en Latinoamérica.

Palabras clave: *Mysolaelaps*, morfometría, regla de Bergmann, *Oligoryzomys*

II. SUMMARY

Mysolaelaps is one of the least studied genera of the family Laelapidae. Since its description by Fonseca (1936), its ecological, morphological and taxonomic aspects have not been studied in depth. In this work, the morphometric characterization of the populations of *Mysolaelaps microspinosus* present in the distribution of its main host in Chile, *Oligoryzomys longicaudatus*, is carried out. The main objective is to determine if the different populations of *M. microspinosus* coincide geographically with the subspecies of *O. longicaudatus*, present in three biogeographical provinces of Chile (Mediterranean, Temperate Forest and Patagonia). For this, captures were made from 2010 to 2019, obtaining 156 *M. microspinosus*. A list of 26 relevant morphometric characters for their differentiation was made, according to Evans and Till (1965), Fonseca (1936 and 1957) and Furman (1972). A Kruskal-Wallis Analysis was performed to determine which characters allowed to statistically differentiate the populations of *M. microspinosus* between biogeographical provinces. Subsequently, a Principal Component Analysis (PCA) was carried out where the first 3 components explained 73.5% of the variation, with the length of the legs and the peritreme being the characters with the most weight in the analysis. A Discriminant Analysis (DA) was also performed where the sternal seta 3 and the anal seta 2 and 3 showed differences between populations. However, a clear morphometric differentiation of the populations according to biogeographic province was not observed, but a latitudinal pattern was observed where the

size of the mites increased from north to south. Additionally, a difference in size was observed between the mites present in Chile and the types and paratypes of *M. microspinosus* (Sao Paulo). It is concluded that the populations of *M. microspinosus* in Chile do not present a significant difference nor do they have a geographical correspondence with the subspecies of *O. longicaudatus*. It is necessary to continue with molecular studies in this species of mite, and thus, determine possible molecular variations that are not reflected phenotypically and genetically evaluate the populations of *M. microspinosus* in Chile with respect to the rest of the populations present in Latin America.

Key words: *Mysolaelaps*, morphometry, Bergmann's rule, *Oligoryzomys*

III. INTRODUCCIÓN

Según la última clasificación de Lindquist et al. (2009), la sub clase Acari, está dividida en dos superórdenes, Parasitiformes, con los órdenes Opilioacarida, Holothyrida, Ixodida y Mesostigmata; y Acariformes, con los órdenes Trombidiformes y Sarcoptiformes. Dentro del orden Mesostigmata se han demostrado incongruencias taxonómicas, principalmente relacionadas a subestimación del número de especies en varias de sus familias (Engelbrecht et al., 2014). Una de ellas, la familia Laelapidae, se caracteriza por parasitar a roedores y marsupiales neotropicales (Martins-Hatano et al., 2002), como también, por presentar marcada variación morfológica intraespecífica (Lareschi et al., 2003) y alta frecuencia de eventos de especiación críptica (Furman, 1972; Lareschi, 2011; Lareschi y Galliari, 2014).

Las especies crípticas, son aquellas especies entre las cuales no existen diferencias morfológicas o estas son indistinguibles (Schäffer et al., 2010). Se estima que la cantidad de especies crípticas dentro de la subclase Acari es alta, en particular por: (1) La gran diversidad de ambientes que estos organismos ocupan, incluyendo ambientes extremos como la Antártica (Stevens y Hogg, 2006) y lagos hipersalinos (Moreno et al., 2008), exceptuando solamente la columna de agua en mar abierto (Walter y Proctor, 2013). Esta gran plasticidad aumenta la probabilidad de que existan especies aún sin describir. (2) El fenómeno evolutivo de estasis morfológica, en el cual, los linajes desarrollan aislamiento reproductivo sin evidenciar cambios morfológicos evidentes (Skoracka et al., 2015). Lo anterior se puede atribuir a que los ácaros son

prácticamente ciegos y sus mecanismos reproductivos se basan en señales no visuales, como estímulos táctiles o químicos (Skoracka et al., 2015; Walter, 2009). Esto generaría que los rasgos que diferencian a dos especies de ácaros, probablemente no sean visibles y el aislamiento reproductivo se produzca por diferentes mecanismos de detección táctil o química, como también por distancia geográfica (Knowlton, 1993; Michalska et al., 2010).

Por lo general, para diferenciar especies de ácaros, se usan análisis morfométricos o morfológicos para encontrar variaciones anatómicas en cada una de las estructuras analizadas y así determinar diferencias inter o intraespecíficas. Es así como, dentro del orden Mesostigmata, han sido resueltos varios complejos de especies en varias de sus taxa, usando solo análisis morfológicos y morfométricos (Gettinger y Owen, 2000; Schäffer et al., 2010; Gettinger et al., 2011; Martins-Hatano et al., 2012; Engelbrecht et al., 2014; Lareschi y Galliari, 2014; Silva-de la Fuente et al., 2020).

El género *Mysolaelaps* Fonseca 1936 (Mesostigmata: Laelapidae), podría constituir un complejo de especies, principalmente porque se distribuye en varios países de Sudamérica, ocupando distintos tipos de ambientes, como también distintas especies hospedadoras (Savchenko et al., 2021; Furman, 1972; Lareschi y González-Acuña, 2010). Estas características, se han presentado también en otros complejos de especies de ácaros laelápidos en Sudamérica (Gettinger y Owen, 2000; Gettinger et al., 2011; Silva-de la Fuente et al., 2020).

A nivel mundial existen tres especies, *Mysolaelaps parvispinosus* Fonseca 1936, *M. microspinosus* Fonseca 1936 y *M. heteronychus* Fonseca 1957. *Mysolaelaps microspinosus* presenta registros en Chile, Argentina, Brasil, Uruguay y Venezuela, *M. parvispinosus* presenta registros en Perú, Brasil, Venezuela y *M. heteronychus* en Brasil y Venezuela. Sin embargo, existen otras

tres especies descritas para el género, *M. missouriensis* Ewing (Smith y Love, 1958), *M. alpinus* Guo y Pan 1999 y *M. cunicularis* Wang y Liao 1964. *Mysolaelaps missouriensis*, es una especie descrita por Ewing y registrada por Smith y Love (1958), en ratones algodóneros (*Sigmodon hispidus*, Rodentia: Cricetidae) en Georgia del Sur, EEUU. Luego de una exhaustiva búsqueda bibliográfica, la descripción original realizada por Ewing no fue encontrada. Además, esta especie no ha sido considerada en otras revisiones del género (Casanueva, 1989; Casanueva, 1993). Para el caso de *M. alpinus*, especie aislada desde *Apodemus chevrieri* (Rodentia: Muridae), en la ciudad de Xichang, provincia de Sichuan, China, al ser comparada la descripción morfológica, con las claves proporcionadas para el género por Furman (1972), no coincide con las características taxonómicas de *Mysolaelaps*, principalmente debido al menor tamaño de esta especie (largo 0,7mm) con respecto al tamaño mínimo del género (>1,2mm), la presencia de la placa preesternal (ausente en *Mysolaelaps*) y la forma más larga que ancha de la placa esternal, la cual según Fonseca (1936), es notablemente más ancha que larga en los *Mysolaelaps* neotropicales. Por estos motivos, se podría tratar de una especie erróneamente descrita, requiriendo una revisión de su tipo y paratipos. Finalmente, en el caso de *M. cunicularis*, solo existe una ilustración morfológica, la cual coincide con las claves propuestas por Furman (1972), pero, desafortunadamente no existen registros de depósito de tipo y paratipo en algún museo, por lo que una revisión de los ejemplares no es posible. Es importante destacar que en la única filogenia completa de la familia Laelapidae, realizada por Casanueva (1989), no se menciona ni incluye a *M. missouriensis*, pese a coleccionar material de museos en E.E.U.U., además, Krantz y Walter (2009), describen al género *Mysolaelaps* como un género neotropical, descartando la existencia de las especies provenientes de China. Por estos motivos, en el presente trabajo y de acuerdo a los autores anteriormente mencionados, se considerarán válidas las especies descritas por Fonseca (1957). Dicho autor, proporciona la revisión del género

Mysolaelaps más completa y actualizada, contando con una clave dicotómica de las especies. Esta incongruencia taxonómica y bibliográfica solo reafirma la precaria situación del conocimiento del género *Mysolaelaps*, lo cual realza la importancia de este estudio, al aportar información relevante para dilucidar, las relaciones taxonómicas del grupo.

En el Neotrópico, el género *Mysolaelaps* presenta registros en gran parte de su extensión. En cuanto a los hospedadores registrados existe una tendencia por los roedores sigmodontinos de la tribu Oryzomyini. En Chile, se reportó la presencia de *M. microspinosus*, parasitando a *O. longicaudatus* (Rodentia: Cricetidae) y *Abrothrix sanborni* (Rodentia: Cricetidae) (Lareschi y González-Acuña, 2010). Los autores, considerando que *O. longicaudatus* pertenece a la tribu Oryzomyini, lo señalan como el hospedero principal del género en Chile y atribuyen la presencia de *Mysolaelaps* en *A. sanborni* a un contacto accidental con *O. longicaudatus* o con sus madrigueras, ya que ambas especies viven en simpatría.

Oligoryzomys longicaudatus, conocido comúnmente como ratón colilargo, pertenece a la sub familia Sigmodontinae y a la tribu Oryzomyini (Palma y Rodríguez-Serrano, 2018). Su distribución en Chile comprende desde el valle de Copiapó (27°S) hasta la Patagonia (51°S) (Belmar-Lucero et al., 2009) y en Argentina está presente desde el suroeste de Mendoza (32°S) hasta aproximadamente el norte de la provincia de Santa Cruz (48°S) (Palma et al., 2005). Inicialmente se clasificó a *O. longicaudatus* en 3 sub especies a lo largo de su distribución en Chile, basadas principalmente en sutiles diferencias morfológicas. *O. l. longicaudatus* en la zona mediterránea del país (Copiapó hasta Concepción), *O. l. philippi* en la zona de bosques templados (Concepción a Patagonia) y *O. l. magellanicus* en la Patagonia y bosques fueguinos australes (Osgood, 1943). Posteriormente, con base en análisis morfológicos, se sinonimizó a *O. l. longicaudatus* y *O. l. philippi* con *O. longicaudatus*,

mientras que, la sub especie *O. l. magellanicus*, fue elevada a la categoría de especie (*O. magellanicus*) (Gallardo y Palma, 1990). Luego, Palma et al. (2005), realizando análisis moleculares del gen mitocondrial citocromo B, determinaron la existencia de solo una especie de *Oligoryzomys* en Chile, sinonimizando a las tres sub especies anteriormente mencionadas y ampliando el rango de distribución de *O. longicaudatus* hasta los 51° S. Posteriormente, Palma et al. (2012), aumentan la cantidad de muestras de ADN por localidad, con respecto a un estudio anterior (Palma et al., 2005) y usando la región de control mitocondrial HV1 (gen más variable), obtuvieron como resultado, tres grupos claramente diferenciados correspondientes con las principales provincias biogeográficas de Chile y coincidentes con las subespecies descritas inicialmente por Osgood en 1943. Finalmente, Palma y Rodríguez-Serrano (2018), describen la especie *O. yatesi*, restringida a las islas magallánicas de Harrison y Capitán Aracena (54°S). Sin embargo, recientemente dicha especie fue nuevamente sinonimizada con *O. longicaudatus* (Hurtado y D'Elía, 2019).

Se describe que *O. longicaudatus* ha presentado un alto flujo génico a lo largo de su historia evolutiva, principalmente por su capacidad para vivir en diversos ambientes (Palma y Rodríguez-Serrano, 2018). Sin embargo, basándose en los resultados obtenidos por Palma et al. (2012), se infiere que las poblaciones de *O. longicaudatus*, debido, principalmente, a los constantes periodos glaciales del pleistoceno y consecuentes eventos de disminución de rango geográfico, se encuentran en expansión.

Por otro lado, las condiciones ambientales heterogéneas en las que habita *O. longicaudatus* podrían generar efectos importantes en los ácaros del género *Mysolaelaps*. De hecho, Walter y Krantz (2009a), señalan que las condiciones ambientales juegan un rol fundamental en el ciclo de vida de los ácaros, modificando su esperanza de vida, su tiempo generacional, porcentaje de

eclosión de huevos, entre otras. También, Maggi et al. (2009) describen cambios en el morfotipo de *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) en Argentina posiblemente debido a la presión selectiva que generan los pesticidas sobre los ácaros. Esto tiene importancia debido a que, independiente de las intervenciones en el flujo génico de los ácaros causadas por los eventos glaciares anteriores, únicamente las presiones selectivas del ambiente pueden generar diferencias entre las poblaciones de ácaros (Dadgostar y Nozari, 2018; Farjamfar et al., 2018). Adicionalmente, Skoracka et al. (2015), añaden que, entre más heterogeneidad del paisaje, mayor riqueza de nichos y con esto mayor probabilidad de que se generen especies específicas para esos nichos. Asimismo y siguiendo a Poulin (1998), a mayor riqueza de hospederos mayor probabilidad de que existan parásitos específicos para esos hospederos.

En definitiva, estudios en ácaros de la familia Laelapidae, demuestran la existencia de complejos de especies, proponiendo que estos complejos serían bastante frecuentes (Nieri-bastos et al., 2004; Lareschi y Velazco, 2013; Lareschi y Galliari, 2014; Silva-de la Fuente et al., 2020). Varios autores, proponen la especificidad de hospedero como el principal factor que determina la separación de dichas especies de ácaros (Lareschi y Krasnov, 2010; Gettinger et al., 2011) . Aun así, también se postula como un mecanismo de especiación, a las condiciones ambientales, las cuales *per se* son difíciles de evaluar (Furman, 1972; Gettinger y Owen, 2000). También, otros trabajos, han descrito complejos de especies crípticas que siguen un patrón geográfico de aparición o un patrón dependiente de condiciones climáticas similares (Martins-Hatano et al., 2012; Dadgostar y Nozari, 2018; Farjamfar et al., 2018; Silva-de la Fuente et al., 2020). La especificidad de hospedero, como también, las condiciones ambientales, podrían originar que el género *Mysolaelaps* se conforme por más de una especie en Chile.

Considerando la heterogeneidad de ambientes habitados por *O. longicaudatus* y sumado a la sensibilidad de los ácaros a las condiciones ambientales (temperatura, humedad, entre otras) en todo su ciclo de vida (Maggi et al., 2009; Walter y Krantz, 2009a), es probable que las subespecies putativas de *O. longicaudatus*, alberguen también distintas unidades taxonómicas de ácaros como respuesta a las distintas presiones selectivas, ejercidas por el ambiente.

Por lo anteriormente expuesto, en este trabajo se realizarán análisis morfométricos, con el fin de dilucidar si el género *Mysolaelaps* en Chile, se conforma solo por *M. microspinosus* y parasita a *O. longicaudatus*, o si bien, conforma un complejo de especies que parasitan a las tres subespecies de *O. longicaudatus* presentes en Chile.

IV. HIPÓTESIS:

En Chile existen tres poblaciones morfométricamente distintas del ácaro *M. microspinosus*, asociadas a cada subespecie de *Oligoryzomys longicaudatus* y determinadas por las provincias biogeográficas que habitan.

V. OBJETIVO GENERAL

Evaluar diferencias morfométricas de las poblaciones de *M. microspinosus* en Chile.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar diferencias morfométricas entre las poblaciones de *M. microspinosus* en tres provincias biogeográficas de Chile (Mediterránea, Bosque templado, Patagonia).
2. Evaluar si existe concordancia geográfica entre las subespecies de *Oligoryzomys longicaudatus* y las poblaciones *M. microspinosus*.

VI. METODOLOGÍA

Área de muestreo:

Durante el periodo 2010-2019 se realizaron campañas de captura de roedores en la totalidad del rango de distribución de *O. longicaudatus* en Chile (P.N. Fray Jorge -30.657977 S, -71.694438 W; R.N. Magallanes -53.169800 S, -71.196767 W) (Figura 1). Las localidades escogidas dentro de dichas provincias biogeográficas fueron áreas nacionales protegidas (esto para asegurar un muestreo en ambientes con poca influencia humana y de roedores invasores como *Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*).

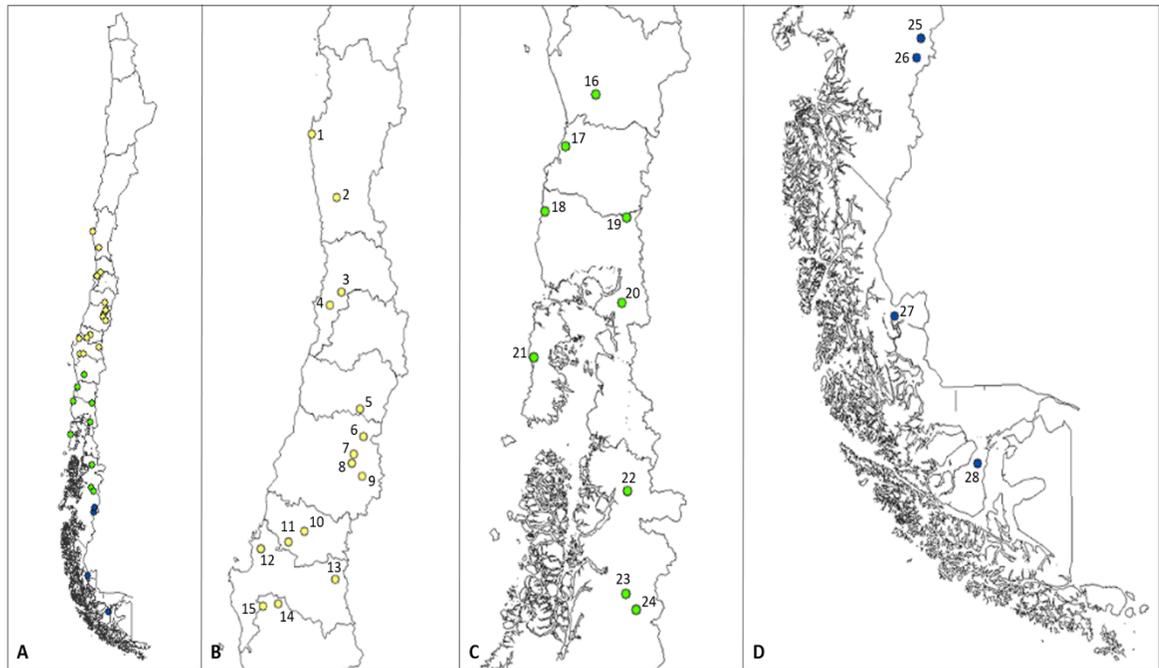


Figura 1. **A.** Distribución en Chile de las localidades de muestreo; **B.** Mediterránea; **C.** Bosque templado; **D.** Patagonia. Números corresponden a localidades en el mapa: **1.** P.N. Fray Jorge; **2.** R.N. Las Chinchillas; **3.** P.N. La Campana; **4.** R.N. Lago Peñuelas; **5.** Sierras de Bellavista; **6.** Termas del Flaco; **7.** Parque Inglés; **8.** R.N. Altos de Lircay; **9.** La Mina; **10.** Quilmo; **11.** Santa Elena; **12.** P.N. Nonguén; **13.** Laguna del Laja; **14.** Angol; **15.** P.N. Nahuelbuta; **16.** Gorbea; **17.** San Martín; **18.** Maicolpué; **19.** P.N. Puyehue; **20.** P.N. Hornopiren; **21.** P.N. Chiloé; **22.** P.N. Queulat; **23.** Lago Elizalde; **24.** P.N. Cerro Castillo; **25.** P.N. Patagonia; **26.** R.N. Tamango; **27.** P.N. Torres del Paine; **28.** R.N. Magallanes.

Captura y procesamiento de roedores

Los roedores se capturaron con trampas tipo Sherman (Ancho 7,5 cm; Largo 18,5 cm; Alto 9 cm), las que fueron ubicadas en sitios donde se evidenció la presencia de roedores, principalmente por la presencia de heces y/o madrigueras. Se usó como cebo avena machacada, la cual presenta alta eficacia en la atracción de micromamíferos a las trampas (Jimenez et al., 1992). Las trampas fueron activadas al atardecer y revisadas al amanecer del otro día, debido a los hábitos crepusculares y nocturnos de la mayoría de roedores. Una vez capturado un roedor, se procedió a sedarlo con una mezcla de Ketamina (0,044 mg/gr) y Xilacina (0,006 mg/gr), aplicada por vía intramuscular en el fémur (Kreeger y Arnemo, 2018). Una vez sedados, los roedores fueron medidos, por medio de un pie de metro digital (Mitutoyo, error instrumental: $\pm 0,2$ mm/ $\pm .008$), y también pesados (Pesola®, error instrumental: $\pm 0.3\%$). Luego fueron cepillados exhaustivamente en busca de ácaros por aproximadamente 10 minutos. Estos fueron reconocidos vía inspección visual directa, ya que su tamaño así lo permite (1200 – 1500 micras). Los ácaros encontrados, fueron almacenados en viales de 1,5 mL (Biologix, USA) en alcohol al 95%, para su posterior análisis morfométrico. Una vez terminado el efecto de la sedación, los roedores fueron marcados con crotal metálico en su oreja derecha y liberados en el mismo sitio de captura.

Se tomaron las medidas de bioseguridad establecidas por la Organización Panamericana de la Salud (O.P.S., 1999), debido a la manipulación de individuos de *O. longicaudatus*, reservorio del virus Hanta cepa Andes. Estas medidas contemplan el uso de guantes de látex durante la manipulación de los roedores, el lavado de manos (previo a extracción de los guantes) con solución de hipoclorito (3 cucharadas de cloro en 4,5 litros de agua) y el lavado de manos (posterior a la extracción de los guantes) con abundante agua y jabón. Adicionalmente, se utilizaron respiradores de rostro completo (Serie 6000 3M™)

equipados con filtros de partículas ultra finas P100 (Serie 2000 3M™), durante la manipulación de los roedores. Las trampas fueron lavadas y desinfectadas diariamente, con desinfectante comercial o solución de hipoclorito.

Identificación de especies de ácaros

Los ácaros fueron aclarados en solución Nesbitt por 10 minutos a 80°C en baño seco (Aosheng MK2000-1) (Silva-de la Fuente, 2019). Una vez que los ácaros estuvieron translúcidos, fueron trasladados a un nuevo vial con agua desionizada por 24 horas, para eliminar el Nesbitt restante. Finalmente los ácaros fueron montados en portaobjetos individuales en medio Berlese (Walter y Krantz, 2009b), para luego ser observados y medidos bajo un estereomicroscopio (Motic®). Para la identificación a nivel de género y especie de los ácaros recolectados, se utilizaron las claves propuestas por Fonseca 1936, Fonseca, 1957 y Furman, 1972.

Se realizó medición de 26 caracteres anatómicos a 156 ácaros en total, 69 de Mediterránea, 73 de Bosque templado y 14 de Patagonia, basándose en lo descrito para el orden Mesostigmata por Evans y Till (1965). Para la identificación de género y especie se siguieron las claves propuestas por Fonseca (1936, 1957) y Furman (1972) (Tabla 1; Figuras 2 y 3).

Tabla 1. Estructuras anatómicas utilizadas para el estudio morfométrico en ácaros del género *Mysolaelaps* ectoparásitos de *Oligoryzomys longicaudatus* en Chile.

Número	Carácter	Abreviación
1	Largo placa dorsal	LPD
2	Ancho placa dorsal	APD
3	Largo placa esternal	LPE
4	Ancho placa esternal	APE
5	Largo placa genitoventral	LGV
6	Ancho placa genitoventral	AGV
7	Largo placa anal	LPA
8	Ancho placa anal	APA
9	Largo seta esternal St1	LSt1
10	Largo seta esternal St2	LSt2
11	Largo seta esternal St3	LSt3
12	Largo seta genitoventral Gv1	LGv1
13	Largo seta genitoventral Gv2	LGv2
14	Largo seta genitoventral Gv3	LGv1
15	Largo seta anal La1	La1
16	Largo seta anal La2	La2
17	Largo seta anal La3	La3
18	Largo seta j5	Lj5
19	Largo seta z5	Lz5
20	Largo pata I	LP1
21	Largo pata II	LP2
22	Largo pata III	LP3
23	Largo pata IV	LP4
24	Distancia ano – borde posterior del idiosoma	A-Bpi
25	Largo hipostomio	Lh
26	Largo peritrema	Lp

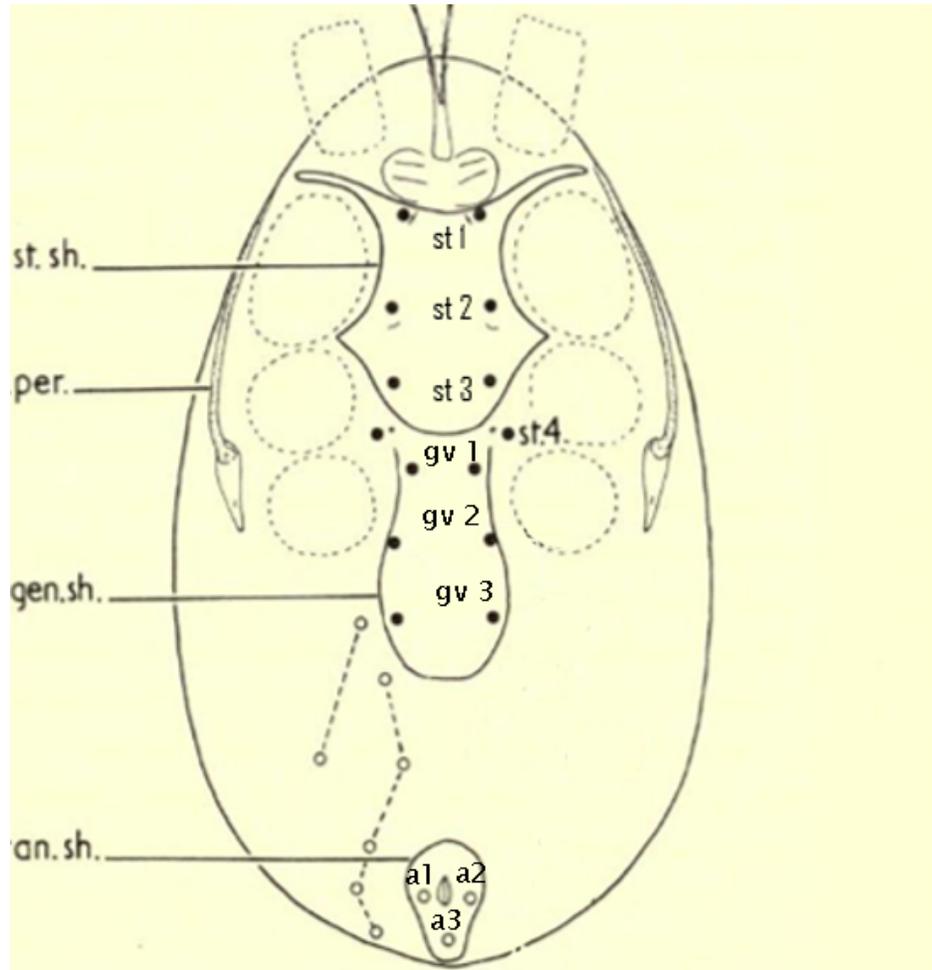


Figura 2. Modificada de Evans y Till, 1965. Se muestran algunos de los caracteres medidos. Setas externas st 1, 2 y 3, setas genitoventrales gv 1, 2, 3, setas anales a 1, 2, 3 y también el largo del peritrema (per.). Diagrama de la especie *Geolaelaps aculeifer* (Mesostigmata: Laelapidae).

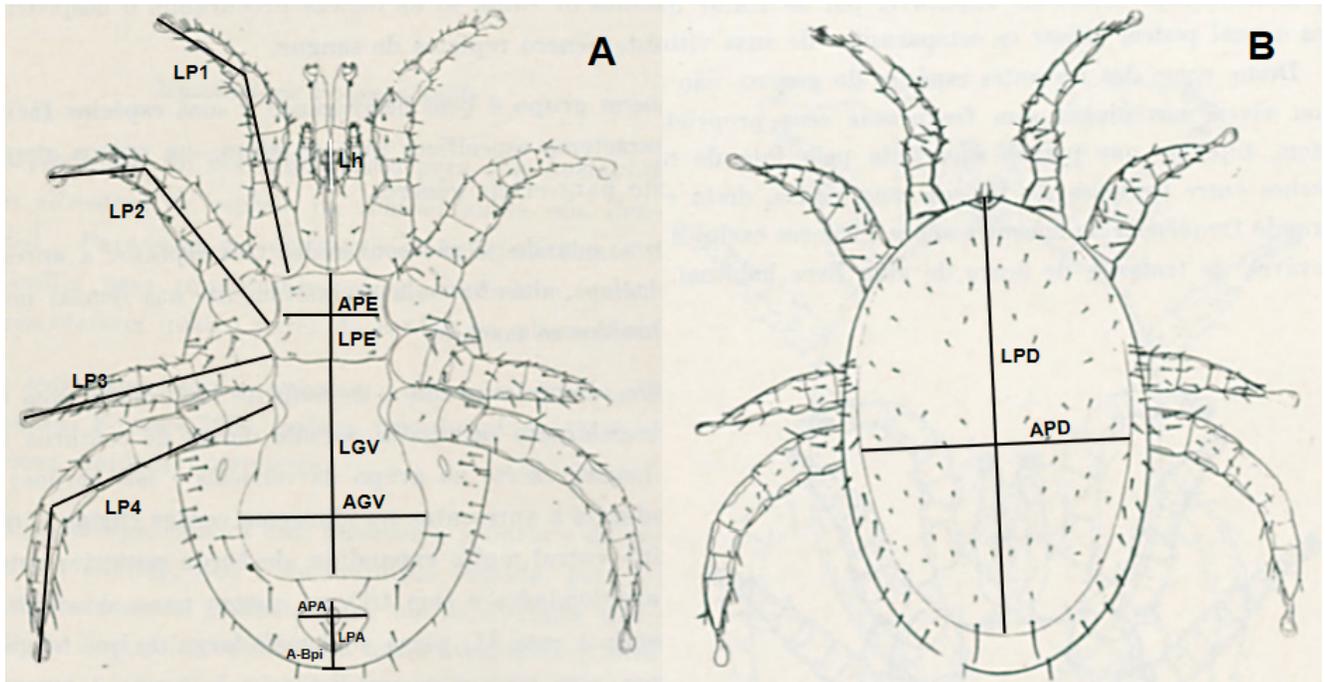


Figura 3. Modificada de Fonseca (1957). Se muestran los caracteres restantes medidos. Largo placa dorsal LPD, ancho placa dorsal APD, largo placa esternal LPE, ancho placa esternal APE, largo placa genitoventral LGV, ancho placa genitoventral AGV, largo placa anal LPA, ancho placa anal APA, largo de patas LP1, LP2, LP3, LP4, distancia ano-borde posterior del idiosoma A-Bpi y largo del hipostomio Lh. Diagrama de la especie *Mysolaelaps microspinosus* por ventral (A) y dorsal (B).

Análisis estadístico

Se realizaron pruebas de normalidad para cada variable morfométrica (Lilliefors D) y para todo el conjunto de datos (Mardia test). Se realizó un análisis de Kruskal Wallis para detectar diferencias significativas entre los caracteres morfométricos medidos según provincia biogeográfica. Esta prueba no paramétrica compara la suma de los rangos de los datos, estimando si todos siguen la misma distribución. Con los caracteres que variaron significativamente se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para tratar de reducir el número de variables perdiendo la menor cantidad de información posible, una comparación de las medianas de las medidas obtenidas en este estudio para cada provincia biogeográfica y un Análisis Discriminante (AD) para evaluar si existen diferencias entre grupos de caracteres respecto a un conjunto de variables y de este modo facilitar procedimientos de clasificación sistemática de nuevas observaciones de origen desconocido en uno de los grupos establecidos. El AD fue realizado según provincia biogeográfica y localidades. Para el caso del análisis según localidades se incluyeron solo las localidades más representativas (según su tamaño de muestra) de cada provincia biogeográfica. Todos los análisis antes mencionados se realizaron en el software PAST 4.03®. PAST utiliza la distancia mínima de Mahalanobis a la media del grupo. Esta distancia se calcula a partir de la matriz de covarianza agrupada dentro del grupo, lo que da una clasificación discriminante lineal. Además, proporciona una matriz de clasificación corregida mediante Jackknife (técnica de muestreo especialmente útil para la varianza y el sesgo de estimación, ayudando a validar los grupos de clasificación). Se consideraron diferencias estadísticamente significativas cuando $p < 0,05$.

También se utilizó el análisis ANOSIM (Análisis de similitud) en el software PAST 4.03 para evaluar la similitud morfométrica entre las poblaciones de *Mysolaelaps* en las tres provincias biogeográficas evaluadas. ANOSIM es una prueba no paramétrica de diferencia significativa entre dos o más grupos, en función de cualquier medida de distancia (Clarke, 1993). Los valores de p fueron corregidos mediante Bonferroni secuencial y se trabajó con el índice de similitud de Bray-Curtis, utilizado en otros trabajos taxonómicos (Knee et al., 2012a; Knee et al., 2012b).

VII. RESULTADOS

Morfológicamente todos los individuos analizados en este estudio fueron identificados como *M. microspinosus*, especie que se caracteriza por presentar: a) tres pares de setas esternales diminutas aproximadamente del mismo tamaño; b) cuatro pares de setas genitoventrales con los últimos dos pares midiendo aproximadamente el doble de los primeros pares; c) borde posterior de la placa genitoventral levemente cóncavo; d) borde anterior de placa dorsal redondeada, sin aguzamiento (Fonseca, 1936; Furman, 1972).

Todas las variables morfométricas analizadas presentaron distribución no paramétrica. En el análisis de Kruskal-Wallis, las variables morfométricas que variaron significativamente entre provincias biogeográficas fueron, largo placa esternal (LPE), ancho placa esternal (APE), ancho placa genitoventral (AGV), largo placa anal (LPA), ancho placa anal (APA), largo seta anal 1 (La1), largo seta anal 2 (La2), largo seta anal 3 (La3), largo seta esternal 3 (LSt3), largo seta genitoventral 1 (LGv1), largo seta genitoventral 2 (LGv2), largo seta genitoventral 3 (LGv3), largo pata 2 (LP2), largo pata 3 (LP3), largo pata 4 (LP4) y largo del peritrema (Lp) (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis Kruskal-Wallis de cada variable morfométrica. Valores significativos en negrita (*= $p < 0,05$; **= $p < 0,005$; ***= $p < 0,0005$).

Kruskal-Wallis			
Carácter morfométrico*	H (chi ²)	Hc	p valor
LPD	3.428	3.469	0.1765
APD	3.388	3.416	0.1813
LPE	8.48	8.592	0.01363*
APE	6.958	7.044	0.02954*
LGV	3.532	3.578	0.1671
AGV	13.51	13.66	0.001083**
LPA	12.77	12.83	0.00164**
APA	13.37	13.55	0.001142**
La1	11.93	12.03	0.002441**
La2	8.491	8.547	0.01393*
La3	19.97	20.13	4,258E-5***
LSt1	1369	1.459	0.4823
LSt2	0.8616	0.9165	0.6324
LSt3	13.52	14.19	0.0008275**
LGv1	24.2	25.41	3,03E-6***
LGv2	35.39	35.82	1,66E-8***
LGv3	50.37	50.82	9,2E-12***
Lj5	1.21	1.333	0.5135
Lz5	0.3702	0.4095	0.8149
LP1	4.88	4.89	0.08675
LP2	12.04	12.11	0.002345**
LP3	11.6	11.72	0.002855**
LP4	7.47	7.513	0.02337*
A-Bpi	5.351	5.359	0.06859
Lh	0.5422	0.5456	0.7612
Lp	6.806	6.814	0.03314*

* La lista con las abreviaciones se encuentra en la Tabla 1.

Con relación al análisis de componentes principales, los tres primeros componentes explicaron el 73,5% de la varianza (42,6; 20,5; 10,2% respectivamente) (Tabla 3). Para el CP1, la variable que presentó mayor

contribución fue el largo de la cuarta pata (LP4), para el CP2 el largo de la segunda pata (LP2) y para el CP3 el largo del peritrema y el largo de la tercera pata (LP3). Se produjo solapamiento entre las poblaciones de ácaros de las tres provincias biogeográficas (Figura 4).

Tabla 3. Se observan los componentes principales 1, 2 y 3 con sus valores propios (porcentaje de varianza explicada en la matriz). Valores en negrita indican alta carga (>0,6) del carácter en el componente.

Caracteres morfométricos	CP1	CP2	CP3
Largo placa esternal (LPE)	0.029626	0.074649	-0.18892
Ancho placa esternal (APE)	0.052479	0.018632	0.012866
Ancho placa genitoventral (AGV)	0.10395	-0.047128	0.29586
Largo placa anal (LPA)	0.014938	0.012505	-0.084985
Ancho placa anal (APA)	0.024443	-0.0148	0.036509
Largo seta anal 1 (La1)	-0.018795	0.0081611	0.010704
Largo seta anal 2 (La2)	-0.026326	0.00029208	0.048688
Largo seta anal 3 (La3)	-0.029409	-0.05084	0.018394
Largo seta esternal 3 (LSt3)	-0.010442	-0.0049057	0.011717
Largo seta genitoventral 1 (LGv1)	-0.0039436	0.0081937	0.017569
Largo seta genitoventral 2 (LGv2)	-0.0095134	0.0040382	0.0096389
Largo seta genitoventral 3 (LGv3)	0.0023675	0.0031492	-0.0068522
Largo pata 2 (LP2)	0.4647	0.86332	0.13656
Largo pata 3 (LP3)	0.41962	-0.059104	-0.60005
Largo pata 4 (LP4)	0.76216	-0.48151	0.12822
Largo peritrema (Lp)	0.098471	0.089726	0.6852

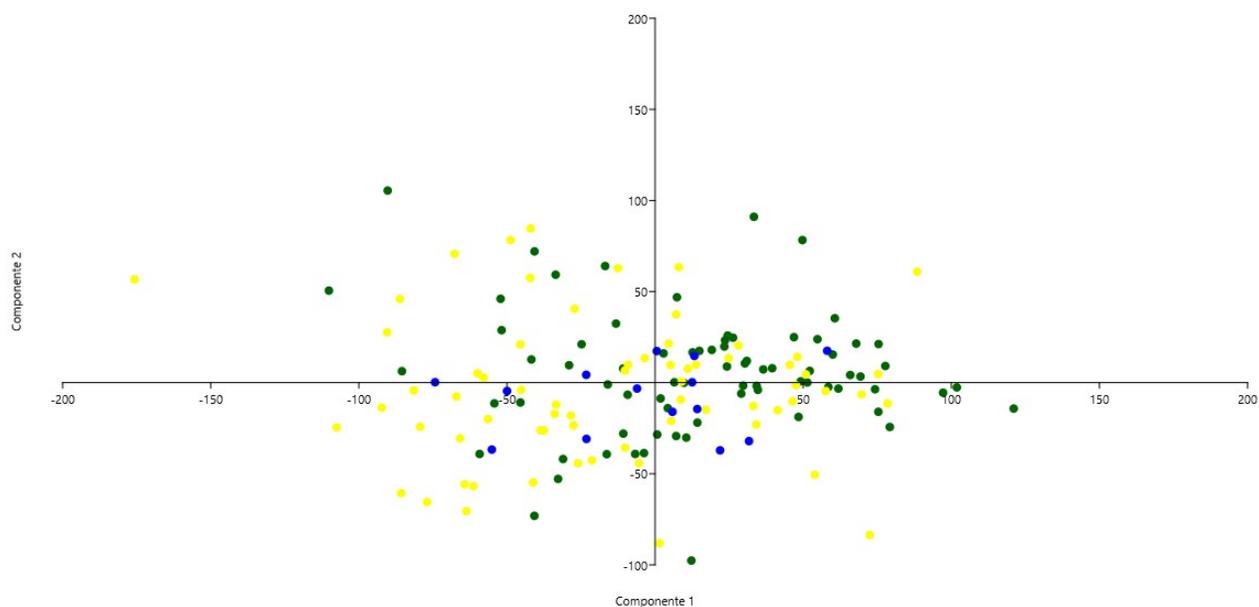


Figura 4. Componentes principales 1 y 2. Colores indican provincia biogeográfica: amarillo= mediterránea; verde= Bosque templado; azul= patagonia.

Además, para las variables significativas en el análisis de Kruskal-Wallis, se obtuvo su mediana y se comparó entre provincias biogeográficas, como también, con las medidas disponibles de la descripción original de *M. microspinosus* y las de los otros representantes del género. Pese a que el LPD,

el APD y el LGV no resultaron variar de manera significativa entre provincias biogeográficas, se incluyeron en la comparación, al ser indicativos importantes del tamaño de un ácaro. Los ácaros de Patagonia resultaron ser levemente más grandes que los de las otras provincias biogeográficas en los siguientes caracteres morfométricos: largo placa dorsal (LPD), ancho placa dorsal (APD), ancho placa esternal (APE), ancho placa genitoventral (AGV), longitud placa anal (LPA), ancho placa anal (APA), longitud seta anal 3 (La3), longitud seta j5 (Lj5), longitud de pata 1 (LP1), distancia ano – borde posterior idiosoma (A-Bpi) y longitud hipostomio (Lh). Esto sugiere, una tendencia de aumento latitudinal de norte a sur. Por otro lado, la longitud de placa genitoventral (LGV) y la longitud del peritrema (Lp), aumentaron su valor de sur a norte (Tabla 4).

Tabla 4. Cuadro comparativo de las medianas de los 26 caracteres morfométricos medidos en este estudio con las medidas disponibles para las especies del género *Mysolaelaps*. Se indican con asterisco los caracteres que presentan variación significativa entre provincias según Kruskal-Wallis y se indican rangos (min – max) entre paréntesis cuando corresponde.

Especie (Fuente/Prov biog)	LPD	APD	LPE*	APE*
<i>M. microspinosus</i> Chile	1070 (970 - 1135)	770 (500 - 815)	240 (209 - 350)	363 (280 - 400)
<i>M. microspinosus</i> M	1070 (970 - 1135)	770 (500 - 810)	237 (209 - 350)	361 (338 - 400)
<i>M. microspinosus</i> BT	1070 (1025 - 1135)	767 (700 - 815)	240 (213 - 260)	363 (319 - 388)
<i>M. microspinosus</i> P	1080 (1010 - 1100)	770 (730 - 800)	236 (210 - 250)	371 (280 - 381)
<i>M. heteronychus</i> (Fonseca, 1957)	-	810	266	504
<i>M. parvispinosus</i> (Fonseca, 1936)	1290	-	276	400
<i>M. microspinosus</i> (Fonseca, 1936)	1100	-	240	370
Especie (Fuente/Prov biog)	LGV	AGV*	LPA*	APA*
<i>M. microspinosus</i> Chile	404 (307 - 450)	516 (460 - 580)	110 (80 - 175)	180 (151 - 198)
<i>M. microspinosus</i> M	407 (340 - 450)	510 (460 - 580)	113 (80 - 175)	180 (151 - 198)
<i>M. microspinosus</i> BT	400 (375 - 425)	520 (470 - 570)	108 (87 - 143)	180 (165 - 195)
<i>M. microspinosus</i> P	391 (307 - 418)	524 (503 - 545)	121 (105 - 130)	185 (175 - 193)
<i>M. heteronychus</i> (Fonseca, 1957)	420	670	150	250
<i>M. parvispinosus</i> (Fonseca, 1936)	496	370	150	185
<i>M. microspinosus</i> (Fonseca, 1936)	495	550	145	182

Especie (Fuente/Prov biog)	La1*	La2*	La3*	LSt1
<i>M. microspinosus</i> Chile	58 (23 - 75)	58 (20 - 73)	41 (15 - 55)	18 (10 - 23)
<i>M. microspinosus</i> M	60 (23 - 75)	60 (20 - 73)	44 (15 - 52)	18 (10 - 23)
<i>M. microspinosus</i> BT	54 (28 - 71)	56 (20 - 69)	34 (15 - 53)	18 (13 - 23)
<i>M. microspinosus</i> P	59 (25 - 65)	57 (25 - 63)	48 (32 - 55)	18 (14 - 20)
<i>M. heteronychus</i> (Fonseca, 1957)	110	110	170	29
<i>M. parvispinosus</i> (Fonseca, 1936)	-	-	-	-
<i>M. microspinosus</i> (Fonseca, 1936)	-	-	-	22
Especie (Fuente/Prov biog)	LSt2	LSt3*	LGv1*	LGv2*
<i>M. microspinosus</i> Chile	18 (10 - 24)	18 (8 - 30)	18 (5- 28)	33 (18 - 47)
<i>M. microspinosus</i> M	18 (10 - 24)	19 (10 - 30)	18 (10 - 28)	36 (20 - 47)
<i>M. microspinosus</i> BT	18 (10 - 23)	18 (8 - 23)	15 (5 - 20)	30 (18 - 48)
<i>M. microspinosus</i> P	18 (14 - 20)	18 (15 - 23)	14 (10 - 19)	30 (23 - 35)
<i>M. heteronychus</i> (Fonseca, 1957)	40	50	22	22
<i>M. parvispinosus</i> (Fonseca, 1936)	-	-	-	-
<i>M. microspinosus</i> (Fonseca, 1936)	22	22	-	-
Especie (Fuente/Prov biog)	LGv3*	Lj5	Lz5	LP1
<i>M. microspinosus</i> Chile	45 (30 - 58)	16 (8 - 20)	13 (8 - 18)	655 (520 - 795)
<i>M. microspinosus</i> M	48 (35 - 58)	16 (11- 20)	13 (8 - 18)	650 (520 - 750)
<i>M. microspinosus</i> BT	42 (30 - 55)	15 (8 - 20)	13 (10 - 18)	655 (550 - 570)
<i>M. microspinosus</i> P	40 (30 - 48)	17 (13 - 18)	13 (10 - 15)	675 (540 - 795)
<i>M. heteronychus</i> (Fonseca, 1957)	22	-	-	-
<i>M. parvispinosus</i> (Fonseca, 1936)	-	-	-	-

<i>M. microspinosus</i> (Fonseca, 1936)	-	-	-	-
Especie (Fuente/Prov biog)	LP2*	LP3*	LP4*	A-Bpi
<i>M. microspinosus</i> Chile	540 (440 - 640)	560 (430 - 620)	770 (570 - 870)	98 (55 - 145)
<i>M. microspinosus</i> M	530 (440 - 640)	550 (430 - 620)	760 (570 - 870)	101 (57 - 135)
<i>M. microspinosus</i> BT	560 (450 - 640)	570 (490 - 615)	780 (650 - 870)	95 (55 - 145)
<i>M. microspinosus</i> P	530 (480 - 580)	555 (540 - 585)	770 (700 - 810)	106 (73 - 131)
<i>M.heteronychus</i> (Fonseca, 1957)	-	-	-	-
<i>M.parvispinosus</i> (Fonseca, 1936)	-	-	-	-
<i>M.microspinosus</i> (Fonseca, 1936)	-	-	-	-
Especie (Fuente/Prov biog)	Lh	Lp*		
<i>M. microspinosus</i> Chile	243 (183 - 277)	315 (205 - 378)		
<i>M. microspinosus</i> M	243 (183 - 277)	318 (205 - 378)		
<i>M. microspinosus</i> BT	243 (203 - 260)	317 (240 - 355)		
<i>M. microspinosus</i> P	245 (231 - 253)	306 (273 - 333)		
<i>M.heteronychus</i> (Fonseca, 1957)	-	-		
<i>M.parvispinosus</i> (Fonseca, 1936)	-	-		
<i>M.microspinosus</i> (Fonseca, 1936)	-	-		

El Análisis de similitud (ANOSIM) señaló que las poblaciones de *Mysolaelaps* de la provincia Mediterránea y Bosque templado fueron significativamente distintas respecto a su morfometría, mientras que Patagonia no se diferenció de las otras provincias (Tabla 5).

Tabla 5. Matriz de similitud (ANOSIM) de las poblaciones de *Mysolaelaps* en Chile. Valores estadísticamente significativos se indican con asterisco.

Matriz de similitud entre poblaciones (ANOSIM)			
Provincia biogeográfica	<i>Bosque templado</i>	<i>Mediterránea</i>	<i>Patagonia</i>
<i>Bosque templado</i>	-----	0.0001*	0.3395
<i>Mediterránea</i>	0.0001*	-----	0.4923
<i>Patagonia</i>	0.3395	0.4923	-----

El Análisis discriminante (AD), si bien permitió distinguir tres grupos de ácaros, correspondientes a las provincias biogeográficas evaluadas, también evidenció el solapamiento que ocurre entre ellas, dejando poco clara la diferenciación entre estos grupos (Figura 7). El eje canónico 1 explica el 68,7% de la variación entre las poblaciones de *Mysolaelaps*, permitiendo diferenciar sus poblaciones por las siguientes variables: APA donde la población de Patagonia presenta un mayor tamaño que Bosque templado y Mediterránea; La3 donde Patagonia presenta el mayor tamaño, Mediterránea un tamaño medio y Bosque templado el menor tamaño; Lst3 donde Mediterránea presenta el mayor tamaño, seguido de Patagonia y Bosque templado con el menor tamaño. El eje canónico 2 explica el 31,2% de la variación entre las poblaciones de *Mysolaelaps*, pudiendo establecer diferencias entre las poblaciones mediante: Lst3 y La2 donde la población Mediterránea presenta un mayor tamaño que las otras dos provincias biogeográficas (Tabla 6).

Tabla 6. Valores de la función discriminante. Valores en negrita corresponden a los que mayormente aportan en la diferenciación de poblaciones de *M. microspinosus*.

Variables	Eje 1	Eje 2
LPE	0.015056	-29947
APE	-0.47371	0.34806
AGV	-55919	18349
LPA	0.037197	40273
APA	-0.79901	22459
La1	13508	21751
La2	19144	0.67935
La3	0.68535	54089
LSt3	0.73696	0.74357
LGV1	13.412	-0.018657
LGV2	27.169	10.386
LGV3	34.931	0.10832
LP2	-70.709	-13.1
LP3	-72.454	-72.422
LP4	-70898	-74195
Lp	41722	-33886

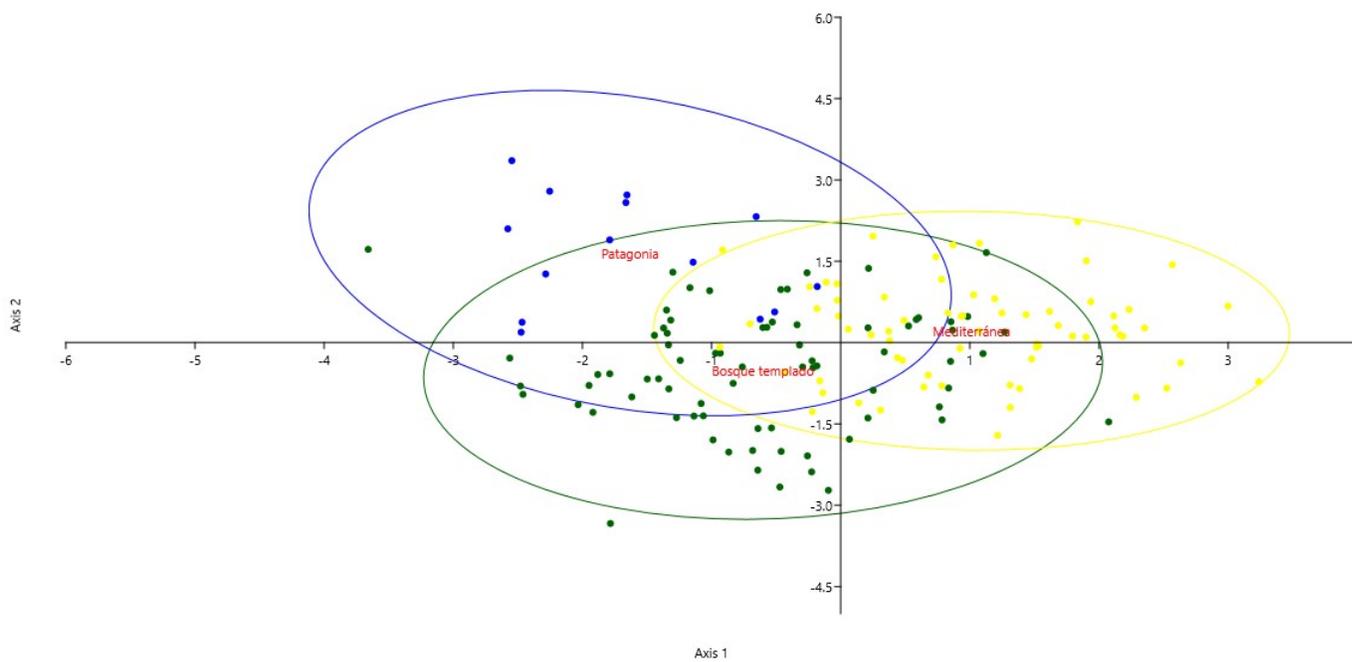


Figura 5. Análisis discriminante de las medidas de *Mysolaelaps* en Chile. Contornos corresponden a elipses de 95%. En rojo cada una de las provincias biogeográfica evaluadas.

En el Análisis discriminante de las medidas de *Mysolaelaps* según localidades, el eje canónico 1 representó el 45,6% de la variación y el eje canónico 2 el 21,4%. Estos bajos porcentajes de representatividad en ambos ejes canónicos, denota que el análisis no es eficiente en la diferenciación de poblaciones. Sin embargo, en la Figura 6 se pueden observar algunas agrupaciones morfométricas como entre las localidades mediterráneas P.N. Fray Jorge y Quilmo, una zona de transición correspondiente a las localidades mediterráneas de R.N. Altos de Lircay, Quilmo y la localidad de Bosque templado San Martín y otra agrupación entre la localidad P.N. Patagonia correspondiente a Patagonia y las localidades de Bosque templado P.N. Chiloé y San Martín. Considerando la latitud de las localidades se vuelve a repetir un patrón latitudinal de diferencia morfométrica, donde los ácaros de las localidades del norte de Chile (P.N. Fray Jorge) son más grandes que los de las del sur de Chile (P.N. Patagonia y P.N. Chiloé), existiendo una transición de tamaño entre estas dos zonas coincidente con las localidades de Chile central.

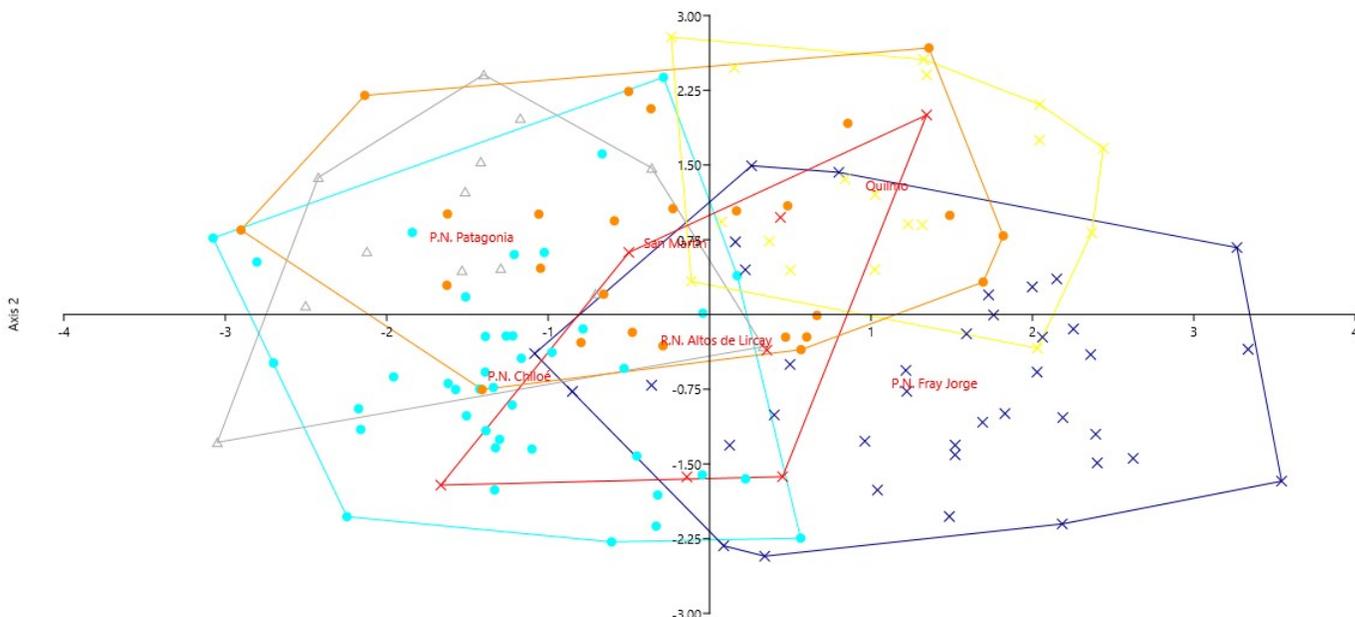


Figura 6. Análisis discriminante de las medidas de *Mysolaelaps* en Chile por localidades. Contornos corresponden a elipses de predicción. Nombres de localidades en rojo. Cruces= Mediterránea; Círculos sólidos = Bosque templado; Triángulos= Patagonia. Azul oscuro= P.N. Fray Jorge; Rojo= R.N. Altos de Lircay; Amarillo= Quilmo; Naranja= San Martín; Turquesa; P.N. Chiloé; Gris= P.N. Patagonia.

Con respecto al porcentaje correcto de clasificación de estas poblaciones se puede decir que, usando estas variables, se puede clasificar correctamente un 75%. La población Mediterránea presenta un 22,2% de error (15 individuos clasificados como Bosque templado y 1 como Patagonia), Bosque templado presenta un 20,6% de error (11 clasificados como Mediterránea y 2 como Patagonia) y Patagonia presenta un 47,6% de error (8 clasificados como Bosque templado y 2 como Mediterránea) (Tabla 7).

Tabla 7. Matriz de confusión Análisis Discriminante.

	Bosque templado	Mediterránea	Patagonia	Total
Bosque templado	50	15	8	73
Mediterránea	11	56	2	69
Patagonia	2	1	11	14
Total	63	72	21	156

VIII. DISCUSIÓN

En el presente estudio, se describen las variaciones morfométricas en *Mysolaelaps microspinosus*, ectoparásito de *Oligoryzomys longicaudatus* en Chile. Según los análisis realizados se rechaza la hipótesis planteada en este trabajo, ya que, no se determinó diferencia morfométrica significativa entre sus poblaciones, según provincia biogeográfica. Esto coincide con lo descrito por Gettinger y Owen (2000) quienes señalan que no hubo variación morfométrica significativa de *Androlaelaps rotundus* (Mesostigmata: Laelapidae), ectoparásito de *Necromys lasiurus* (Rodentia: Cricetidae), según zona geográfica, pese a su amplia distribución. Los autores atribuyen estos resultados a la carencia de mecanismos para la dispersión activa de *A. rotundus*, restringiendo su dispersión de manera vertical entre conespecíficos. En el mismo estudio, se evaluaron las diferencias morfométricas de *A. rotundus* pero entre distintos hospederos, donde sí existen diferencias morfométricas significativas. Resultados similares reportan Gettinger et al. (2011), quienes describen asociaciones especie-específicas para *Laelaps manguinhos* (Mesostigmata: Laelapidae) y *Gigantolaelaps spp* (Mesostigmata: Laelapidae) con cinco especies de roedores neotropicales en Paraguay (*Sooretamys angouya*, Rodentia: Cricetidae; *Holochilus chacarius*, Rodentia: Cricetidae; *Nectomys squamipes*, Rodentia: Cricetidae; *Pseudoryzomys simplex*, Rodentia: Cricetidae; *Scapteromys aquaticus*, Rodentia: Cricetidae). En este estudio se propone que los géneros de ácaros evaluados han seguido un patrón de coespeciación con sus hospederos, donde los eventos de intercambio de parásitos, han sido aleatorios y escasos entre hospederos ecológicamente relacionados. También, Silva-de la Fuente et al. (2020), describen un fenómeno similar para poblaciones de *Androlaelaps fahrenheiti* parasitando a *Phyllotis darwini*, donde se diferenciaron morfométricamente dos grupos, uno conformado por las poblaciones presentes en la R.N. Las Chinchillas y el P.N.

Fray Jorge y otro grupo en el P.N. Llanos del Challe, mientras que, también se reportaron dos grupos morfométricamente distintos según hospederos, en este caso *Akodon albiventer* (Rodentia: Cricetidae) y *Phyllotis xanthopygus*. En este sentido y considerando que *O. longicaudatus* es el único representante de la tribu Orizomyini en Chile (D'elía et al., 2020), es posible que exista una sola especie de ácaro para ese hospedador, en este caso *Mysolaelaps microspinosus*, aun cuando, no es posible descartar totalmente la influencia de factores ambientales en esta diferencia.

De hecho, según el Análisis de Similitud (ANOSIM), se observó una diferencia significativa en la morfometría de los ácaros presentes en las provincias biogeográficas Mediterránea y Bosque templado donde las medianas de las variables relacionadas al tamaño de las placas y largo de las patas (LPE, APE, AGV, LP1, LP2, LP3 y LP4) fueron mayores en los individuos de la provincia Bosque templado, mientras que, medidas referentes al largo de algunas setas (La1, La2, La3, LSt3, LGv1, LGv2, LGv3 y Lj5) fueron mayores en individuos provenientes de la provincia Mediterránea. Cabe destacar que el alto porcentaje de error en la Matriz de confusión (Tabla 7) y el solapamiento morfométrico obtenidos en el Análisis Discriminante (Figura 5), denotan que los caracteres morfométricos medidos no son útiles para clasificar a las poblaciones presentes en Chile, ni tampoco evidencian concordancia geográfica entre las subespecies de *O. longicaudatus* presentes en cada provincia biogeográfica y sus poblaciones de *Mysolaelaps*.

Si bien Gettinger y Owen (2000) no reportan influencia geográfica en la diferenciación de poblaciones de ectoparásitos, los factores abióticos de las localidades evaluadas por estos autores no difieren entre sí de manera evidente como lo hacen las localidades (provincias biogeográficas) evaluadas en este estudio, por lo que las diferencias morfométricas detectadas entre las

poblaciones de la provincia Mediterránea y Bosque templado, pueden ser evidencia de plasticidad fenotípica. Aunque sin otros análisis complementarios en la limitación de linajes (eg. análisis moleculares), es poco certero asegurarlo.

Al comparar la mediana de cada carácter morfométrico para cada provincia biogeográfica se puede observar una tendencia latitudinal de aumento de tamaño de los ácaros de norte a sur. Esta tendencia, es ampliamente reportada en distintos taxa y se conoce como regla de Bergmann, que postula que los organismos endotermos aumentan su tamaño corporal como respuesta a temperaturas más bajas, las cuales se dan a latitudes altas o a elevadas altitudes sobre el nivel del mar (Brown y Lee, 1969). En endotermos existe una explicación fisiológica para este efecto, ya que, individuos con mayor masa corporal poseen una mejor capacidad de termorregulación y menor pérdida de calor. Para ectotermos como los ácaros, también se ha evaluado este efecto. Vinarski (2014), realiza una revisión del estado del arte de la regla de Bergmann para ectotermos, postulando varias posibles explicaciones para este fenómeno, entre las que incluye: a) la regla de Bergmann no existe y es más bien un artefacto generado por el desconocimiento de otros factores que determinan el tamaño corporal; b) la regla de Bergmann es real, pero es una consecuencia de la selección de otros rasgos correlacionados con el aumento del tamaño corporal; c) el aumento de tamaño es dependiente de variables geográficas o ambientales; d) el aumento de tamaño a bajas temperaturas es una ventaja selectiva para los individuos que la desarrollan. Si bien el autor señala que no existe consenso respecto a cuál o cuáles de estos escenarios es el más probable, deja claro que las causas de este efecto son posiblemente una combinación de factores. Coincidiendo con esto y de manera más específica, Seeman y Nahrung (2018), realizan un metaanálisis del tamaño corporal de 3209 especies de ácaros del orden Mesostigmata estableciendo relaciones entre la regla de Bergmann y el estilo de vida de los ácaros analizados

(simbiontes o de vida libre). Los autores describen que, en ácaros de vida libre, la regla de Bergmann es claramente observable, mientras que en simbiontes comensales se da la regla de Bergmann inversa (mayores tamaños corporales en climas cálidos) lo cual se ajusta para el género *Mysolaelaps* considerando que *M. heteronychus*, es la especie más grande de las tres descritas para el género y habita climas notablemente más cálidos que *M. microspinosus*. Por último Korallo-Vinarskaya et al. (2015), describen la variación de tamaño corporal en ácaros de la especie *Laelaps clethrionomydis* (Mesostigmata: Laelapidae) obtenidos desde el mismo hospedador en distintas localidades y sobre distintos hospedadores en la misma localidad. Los autores reportan una diferencia significativa de tamaño corporal, acorde a la regla de Bergmann, en individuos colectados desde el mismo hospedador en distintas localidades. Para los individuos colectados de distintos hospederos en la misma localidad, el tamaño corporal varió significativamente en hospederos de distinto género, pero no así en hospederos congénéricos. Por lo tanto, los autores concluyen que, los factores que determinan la variabilidad del tamaño corporal de *L. clethrionomydis* dependen tanto de factores ambientales y geográficos (regla de Bergmann) como de factores referentes al hospedero (especificidad).

El presente estudio es pionero en la valoración morfométrica de este género en Latinoamérica, por lo que, comparaciones morfométricas con individuos de otras localidades del Neotrópico son escasas. Únicamente se pueden comparar algunos caracteres morfométricos con la descripción original de *M. microspinosus* proporcionada por Fonseca (1936) y las descripciones de las otras especies del género, *M. parvispinosus* (Fonseca, 1936) y *M. heteronychus* (Fonseca 1957). Morfológica y morfométricamente todos los individuos analizados en este estudio coincidieron con las claves taxonómicas descritas por Fonseca (1936) y Furman (1972) para la especie *M. microspinosus*. No obstante, si se comparan las medidas proporcionadas por Fonseca (1936) con

las medidas obtenidas para *M. microspinosus* en Chile, se puede observar que los individuos presentes en Chile son levemente más pequeños (Tabla 4), lo cual podría sugerir la presencia de una unidad taxonómica distinta a *M. microspinosus* (Fonseca, 1936) en Chile, o también evidencia de plasticidad fenotípica en respuesta a las condiciones ambientales del territorio chileno.

En conclusión, con base en los resultados obtenidos en este estudio, se propone que *M. microspinosus* en Chile, conforma una sola especie asociada a *O. longicaudatus*, sugiriendo que las escasas diferencias morfométricas entre provincias biogeográficas, como también las diferencias morfométricas entre la descripción original de *M. microspinosus* y las reportadas en este estudio para Chile, se deben a plasticidad fenotípica. Sin embargo y siguiendo los resultados reportados para otros laelápidos neotropicales (Gettinger y Owen, 2000; Gettinger et al., 2011; Lareschi y Krasnov, 2010; Silva-de la Fuente et al., 2020) es probable que las poblaciones de *M. microspinosus* en Sudamérica, conformen un conjunto de especies, cada una para un hospedero. Por esto, se sugiere, complementar estos resultados mediante la realización de análisis moleculares para evidenciar las diferencias genéticas entre las poblaciones chilenas y también análisis morfométricos y moleculares entre las poblaciones sudamericanas de *M. microspinosus*.

IX. REFERENCIAS

- Belmar-Lucero S., Godoy P., Ferrés M., Vial P. y Palma R. 2009. Range expansion of *Oligoryzomys longicaudatus* (Rodentia: Sigmodontinae) in Patagonian Chile, and first record of Hantavirus in the region. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 82, 265–275.
- Brown J. y Lee A. 1969. Bergmann's Rule and Climatic Adaptation in Woodrats (*Neotoma*). *Evolution*, 23(2), 329-338.
- Casanueva M. 1989. *Comparative and phylogenetic studies of Laelapidae (Acari: Mesostigmata)*. Trabajo de grado. The Ohio State University, Columbus
- Casanueva M. 1993. Phylogenetic studies of the free-living and arthropod associated laelapidae (Acari: Mesostigmata). *Gayana*, 57(1), 21–46.
- Clarke K. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, 18(1), 117–143.
- D'elía G., Jhoann C., Ossa G., Verde-Arregoitia L., Bostelmann E., Iriarte A., Amador L., Quiroga-Carmona M., Hurtado N., Cadenillas R. y Valdez L. 2020. Lista actualizada de los mamíferos vivientes de Chile. *Boletín del Mus. Nac. Hist. Nat.*, 69(2), 67–98.
- Dadgostar S. y Nozari J. 2018. Classical and geometric morphometric

- methods reveal differences between specimens of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) from seven provinces of Iran. *Persian J. Acarol.*, 7(1), 51-60.
- Engelbrecht A., Matthee C., Ueckermann E. y Matthee S. 2014. Evidence of cryptic speciation in mesostigmatid mites from South Africa. *Parasitology*, 141(10), 1322–1332.
- Evans G., Till W. 1965. Studies on British Dermanyssidae (Acari: Mesostigmata). Part I: External Morphology. *Bull. Br. Museum (Natural Hist.)*, 13(8), 247–294.
- Farjamfar M., Saboori A., Nozari J. y Hosseininaveh V. 2018. Morphometric analysis in different geographical populations of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) associated with *Apis mellifera* colonies in Iran. *Syst. Appl. Acarol.*, 23(10), 1915-1930.
- Fonseca F. 1936. Notas de acarologia. XVIII - Gêneros e espécies de acarianos parasitas de ratos (Acari: Laelaptidae). *Mem. Inst. Butantan*, 10, 17–23.
- Fonseca F. 1957. Notas de Acarologia. XLIV. Inquerito sobre a fauna acarologica de parasitas no nordeste do Brasil. *Mem. Inst. Butantan*, 28, 99–186.
- Furman D. 1972. Mites of the family Laelapidae in Venezuela (Acarina: Laelapidae). *Brigham Young Univ. Sci. Bull. Biol. Ser.*, 17(3), 1–58.
- Gallardo M. y Palma E. 1990. Systematics of *Oryzomys longicaudatus*

(Rodentia: Muridae) in Chile. *J. Mammal.*, 71(3), 333–342.

Gettinger D., Dick C. y Owen R. 2011. Host associations between laelapine mites (Mesostigmata: Laelapidae) and palustrine rodents in Paraguay: A study of host specificity and cryptic species. *Syst. Appl. Acarol.*, 16(2), 145–159.

Gettinger D. y Owen R. 2000. *Androlaelaps rotundus* Fonseca (Acari: Laelapidae) associated with akodontine rodents in Paraguay: a morphometric examination of a pleioxenous ectoparasite. *Rev. Bras. Biol.*, 60(3), 425–434.

Hurtado N. y D'Elía G. 2019. An assessment of species limits of the South American mouse genus *Oligoryzomys* (Rodentia, Cricetidae) using unilocus delimitation methods. *Zool. Scr.*, 48(5), 557–570.

Jimenez J., Feinsinger P. y Jaksi F. 1992. Spatiotemporal patterns of an irruption and decline of small mammals in northcentral Chile. *J. Mammal.*, 73(2), 356–364.

Knee W., Beaulieu F., Skevington J., Kelso S., Cognato A. y Forbes M. 2012a. Species boundaries and host range of tortoise mites (Uropodoidea) phoretic on bark beetles (Scolytinae), using morphometric and molecular markers. *PLoS One*, 7(10), e47243.

Knee W., Beaulieu F., Skevington J., Kelso S. y Forbes M. 2012b. Cryptic

species of mites (Uropodoidea: Uroobovella spp.) associated with burying beetles (Silphidae: Nicrophorus): The collapse of a host generalist revealed by molecular and morphological analyses. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 65(1), 276–286.

Knowlton N. 1993. Sibling species in the sea. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 24(1), 189–216.

Korallo-Vinarskaya N., Vinarski M., Khokhlova I., Shenbrot G. y Krasnov B. 2015. Interspecific variation of body size in a gamasid mite *Laelaps clethrionomydis*: Environment, geography and host dependence. *Parasitol. Res.*, 114(10), 3767–3774.

Krantz G. y Walter D. 2009. *A Manual of Acarology* (3a. ed.). Texas: Texas Tech University Press.

Kreeger T. y Arnemo J. 2018. *Handbook of Wildlife Chemical Immobilization* (5a. ed.). Terry J. Kreeger and Jon M. Arnemo.

Lareschi M. 2011. Laelapid mites (Parasitiformes: Gamasida), parasites of *Akodon philipmyersi* (Rodentia: Cricetidae) in the northern Campos Grasslands, Argentina, with the description of a new species. *J. Parasitol.*, 97(5), 795–799.

Lareschi M., Autino A., Diaz M. y Barquez R. 2003. New host and locality records for mites and fleas associated with wild rodents from northwestern Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argentina*, 62(3–4), 60–64.

Lareschi M. y Galliari C. 2014. Multivariate discrimination among cryptic mites

of the genus *Androlaelaps* (Acari: Mesostigmata: Laelapidae) parasitic of sympatric akodontine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae) in northeastern Argentina: Possible evidence of host switch followed by speciation. *Exp. Appl. Acarol.*, 64(4), 479–499.

Lareschi M. y González-Acuña D. 2010. Acari, Laelapidae (ectoparasitic mites), central and southern Chile. *Check List*, 6(4), 546–548.

Lareschi M. y Krasnov B. 2010. Determinants of ectoparasite assemblage structure on rodent hosts from South American marshlands: The effect of host species, locality and season. *Med. Vet. Entomol.*, 24(3), 284–292.

Lareschi M. y Velazco P. 2013. Laelapinae mites (Acari: Parasitiformes: Laelapidae) parasitic of sigmodontine rodents from northern Peru, with the description of a new species from *Akodon aerosus* (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae). *J. Parasitol.*, 90(2), 189–193.

Maggi M., Sardella N., Ruffinengo S. y Eguaras M. 2009. Morphotypes of *Varroa destructor* collected in *Apis mellifera* colonies from different geographic locations of Argentina. *Parasitol. Res.*, 105(6), 1629–1636.

Martins-Hatano F., Gettinger D. y Bergallo H. 2002. Ecology and host specificity of laelapine mites (Acari: Laelapidae) of small mammals in an atlantic forest area of Brazil. *J. Parasitol.*, 88(1), 36–40.

Martins-Hatano F., Gettinger D., Manhães M. y Bergallo H. 2012. Variações morfológicas de populações de ácaros laelapíneos (Acari: Mesostigmata) que infestam pequenos mamíferos. *Brazilian J. Biol.*, 72(3), 595–603.

Michalska K., Skoracka A., Navia D. y Amrine J. 2010. Behavioural studies on

eriphyoid mites: An overview. *Exp. Appl. Acarol.*, 51(1), 31–59.

Moreno J., Gerecke R. y Tuzovskij P. 2008. Biology and taxonomic position of an ovoviparous water mite (Acari: Hydrachnidia) from a hypersaline spring in southern Spain. *Aquat. Insects*, 30(4), 307–317.

Nieri-bastos F., Barros-battesti D., Linardi P., Amaku M., Marcili A. y Sandra E. 2004. Ectoparasites of wild rodents from Parque Estadual da Cantareira (Pedra Grande nuclei), Sao Paulo, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 13(1), 29–35.

Osgood W. 1943. The mammals of Chile. *Chicago: Field Museum of Natural History. Zool. Ser.*, 30, 1–268.

Palma R., Boric-Bargetto D., Torres-Pérez F., Hernández C., Yates T. 2012. Glaciation effects on the phylogeographic structure of *Oligoryzomys longicaudatus* (Rodentia: Sigmodontinae) in the Southern Andes. *PLoS One*, 7(3), e32206.

Palma R., Rivera-Milla E., Salazar-Bravo J., Torres-Pérez F., Pardiñas U., Marquet P., Spotorno A., Meynard A. y Yates T. 2005. Phylogeography of *Oligoryzomys longicaudatus* (Rodentia: Sigmodontinae) in temperate South America. *J. Mammal.*, 86(1), 191–200.

Palma R. y Rodríguez-Serrano E. 2018. Systematics of *Oligoryzomys* (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) from southern Chilean Patagonia, with the description of a new species. *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 56(2), 280–299.

Poulin R. 1998. *Evolutionary ecology of parasites: from individuals to*

communities. London: Chapman & Hall.

Schäffer S., Pfungstl T., Koblmüller S., Winkler K., Sturmbauer C. y Krisper G. 2010. Phylogenetic analysis of european *Scutovertex* mites (Acari: Oribatida: Scutoverticidae) reveals paraphyly and cryptic diversity: A molecular genetic and morphological approach. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 55(2), 677–688.

Seeman O. y Nahrung H. 2018. In short- or long-term relationships, size does matter: body size patterns in the Mesostigmata (Acari: Parasitiformes). *Int. J. Acarol.*, 44(8), 360–366.

Savchenko E., Melis M. y Lareschi M. 2021. Laelapid mites (Mesostigmata) ectoparasites of *Oligoryzomys* (Rodentia: Cricetidae) in north-eastern and central Argentina. *Mastozoología Neotrop.*, 28(1): 1–12.

Silva-de la Fuente M., Moreno Salas L., Casanueva M., Lareschi M. y González-Acuña D. 2020. Morphometric variation of *Androlaelaps fahrenheitzi* (Mesostigmata: Laelapidae) associated with three Sigmodontinae (Rodentia: Cricetidae) from the north of Chile. *Exp. Appl. Acarol.* 81(4), doi: 10.1007/s10493-020-00490-6.

Silva de la Fuente M. 2019. *Taxonomía y factores ecológicos que afectan a ácaros Mesostigmata asociados a roedores del norte de Chile*. Trabajo de grado. Universidad de Concepción, Concepción

Skoracka A., Magalhães S., Rector B. y Kuczyński L. 2015. Cryptic speciation

in the Acari: a function of species lifestyles or our ability to separate species? *Exp. Appl. Acarol.*, 67(2), 165–182.

Smith W. y Love G. 1958. Ectoparasite populations and prevalence of murine typhus antibodies in cotton rats of southwest Georgia during wet and dry periods. *Transactions Am. Microsc. Soc.*, 77(1), 48–56.

Stevens M. y Hogg I. 2006. The molecular ecology of antarctic terrestrial and limnetic invertebrates and microbes. En *Trends Antarctic Terrestrial and Limnetic Ecosystems* (177–192). New York: Springer.

Vinarski M. 2014. On the applicability of Bergmann's rule to ectotherms: The state of the art. *Biology Bulletin Reviews*, 4(3), 232–242

Walter D. 2009. Reproduction and Embryogenesis. En *A Manual of Acarology* (54–57). Texas: Texas Tech University Press.

Walter D. y Krantz G. 2009a. Collection, Rearing and Preparing Specimens. En *A Manual of Acarology* (83–97). Texas: Texas Tech University Press.

Walter D. y Krantz G. 2009b. Oviposition and Life Stages. En *A Manual of Acarology* (57–64) Texas: Texas Tech University Press.

Walter D. y Proctor H. 2013. *Mites: Ecology, evolution and behaviour: life at a microscale* (2a. ed.) New York: Springer.