



Universidad de Concepción

Dirección de Postgrado

Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas

Programa de Magíster en Ciencias con mención en Zoología.

**EVALUACIÓN MORFOLÓGICA, MORFOMÉTRICA, ECOLÓGICA Y
DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁCAROS DEL GÉNERO *Gigantolaelaps*
PRESENTES EN CHILE, ECTOPARÁSITOS DEL RATÓN COLILARGO
(*Oligoryzomys longicaudatus*)**

POR KAREN TAMARA FUENZALIDA ARAYA

Profesor Guía: Dra. Ma. Carolina Silva de la Fuente

Tesis presentada a la facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la
Universidad de Concepción para optar al grado académico de Magíster en
Ciencias con mención en Zoología

CONCEPCIÓN-CHILE, 2022

Universidad de Concepción

Dirección de Postgrado

Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas.

Programa de Magíster en Ciencias mención Zoología.

Evaluación morfológica, morfométrica, ecológica y distribución de los ácaros del género *Gigantolaelaps* presentes en Chile, ectoparásitos del ratón colilargo

(*Oligoryzomys longicaudatus*)

COMISIÓN EVALUADORA

Dra. María Carolina Silva de la Fuente

Profesora Guía

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Departamento de Ciencias Agrarias

Universidad Católica del Maule

Dra. Lucila Moreno Salas

Profesora Evaluadora Interna

Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas

Departamento de Zoología

Universidad de Concepción

Dr. Carlos Landaeta

Profesor Evaluador Externo

Facultad de Ciencias Veterinarias

Departamento de Patología

Universidad de Concepción



Autorización de Publicación

Quien suscribe, Karen Tamara Fuenzalida Araya, rut 17.883.068-7, alumna del programa de Magister en Ciencias, mención Zoología, de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción, declara ser autor de la tesis: "Evaluación morfológica, morfométrica, ecológica y distribución de los ácaros del género *Gigantolaelaps* presentes en Chile, ectoparásitos del ratón colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*)" y conceder derecho de publicación, comunicación al público y reproducción de esa obra, en forma total o parcial en cualquier medio y bajo cualquier forma del mismo, a la Universidad de Concepción, Chile, para formar parte de la colección material o digital de cualquiera de las bibliotecas de la Universidad de Concepción y del Repositorio UDEC. Esta autorización es de forma libre y gratuita, y considera la reproducción de la obra con fines académicos y de difusión tanto nacional como internacionalmente.

Asimismo, quien suscribe declara que dicha obra no infringe derecho de autor de terceros.



Firma



A mi familia: Patricia, Antonio, Camila, Antonia, Cristofer, perros, gatos y cobayos. A mis grandes tesoros: Pato, Paloma y Amanda.

Agradecimientos

A mi querida familia, quienes me apoyaron en todo momento, aunque muchas veces no entendían exactamente de lo que trataba mi investigación. Ellos siempre han creído en mí, incluso cuando yo no lo hago. A mi esposo, quien me aguantó (con mucha paciencia) gran parte de este proceso, y quien siempre tuvo una palabra de aliento que me ayudó a continuar. A mis gatos Pato y Paloma, y a mi perrita Amanda, quienes me acompañaron durante todos los días, madrugadas y noches de estudio. Ellos siempre sabían cuando era momento de descansar y me lo hacían saber acostándose sobre el teclado.

A mis compañeros del Magister, formamos un grupo muy especial y bonito, con muchas risas, compañerismo y conocimiento. Increíbles profesionales, pero mejor aún, increíbles seres humanos. A mis amigos que me escucharon y ayudaron cuando los necesité.

A la Dra. Carolina quien me apoyó en todo el transcurso de este trabajo, con su sabiduría, paciencia y cariño. A la Dra. Lucila con quien compartí salidas a terrenos y siempre estuvo ahí con muy buena disposición para compartir sus conocimientos y experiencias. Ambas, mujeres increíbles, inteligentes, fuertes e independientes, ha sido un honor haber compartido junto a ustedes.

Al Dr. Landaeta, quien tuvo una excelente y rápida disposición para ayudarme en el desarrollo del este manuscrito. A los profesores del programa, de quienes aprendí mucho en diferentes aspectos. Con mucho cariño, le agradezco de forma especial al Dr. Daniel González, quien ha sido una fuente de inspiración para tantos científicos, incluyéndome. Sin él, no estaría donde estoy ahora, gracias profesor por creer en mí.

Gracias a todos ustedes, que han sido parte de mi formación como persona y como profesional, lucharé cada día por ser como ustedes e inspirar a más personas al mundo de las ciencias.

Tabla de contenidos	Página
Introducción general.....	1
Referencias.....	3
Capítulo I: New records of <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> (Mesostigmata: Laelapidae) in Chile, ectoparasite of <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> (Rodentia: Cricetidae): ecological aspects and relation to body size, sex, season and biogeography of their host.....	4
Abstract.....	5
Introduction.....	6
Materials and Methods.....	9
Results.....	12
Discussion.....	16
References.....	21
Capítulo II: Morfometría y morfología de <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> en Chile.....	25
I. Resumen.....	25
II. Abstract	27
III. Introducción	29
a. Biogeografía de Chile	29
b. Morfología y biología de los ácaros Mesostigmata y el género <i>Gigantolaelaps</i>	32
c. Roedores del género <i>Oligoryzomys</i> , hospederos de ácaros <i>Gigantolaelaps</i>	44
d. <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> , ectoparásitos de <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> en Chile.....	49
IV. Hipótesis	51
V. Objetivos	51

VI. Metodología	52
a. Captura de roedores y recolección de ectoparásitos	52
b. Estudio morfológico y morfométrico	55
c. Estudio estadístico	60
VII. Resultados	62
VIII. Discusión	77
a. Morfología y morfometría de <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> en Chile.	77
b. Futuras investigaciones	86
IX. Conclusiones	88
X. Referencias	89
Anexo I. Localidades de muestreo para captura de <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> y su ectoparásito <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> en Chile....	98



Índice de Figuras

Pag.

Capítulo I.

Figure 1. Localities where *Gigantolaelaps wolffsohni* were found and ecoregions in Chile. 1. National Park (NP) Bosque Fray Jorge; 2. NP Las Chinchillas; 3. National Reserve (NR) Lago Peñuelas; 4. NP La Campana; 5. Sierras de Bellavista; 6. Termas del Flaco; 7. NR Altos de Lircay; 8. Parque Inglés; 9. El Quilmo; 10. NP Nonguén; 11. Santa Elena; 12. NP Laja; 13. NP Nahuelbuta; 14. Angol; 15. Bosque San Martín experimental station; 16. Gorbea; 17. Puyehue; 18. Hornopirén; 19. NP Chiloé; 20. NP Patagonia; 21. NP Tamango. All localities represent a new distributional record except the locality number 10 and 19. Yellow: Mediterranean ecoregion, green: Template Forest ecoregion, blue: Magallanic ecoregion..... 13

Figure 2. Larvae of *Gigantolaelaps wolffsohni* from Chiloé, Chile. A. Full body of larvae *G. wolffsohni* (10x). B. Zoom to gnathosoma of larvae *G. wolffsohni* (40x)..... 14

Capítulo II.

Figura 1. Esquema de división general de ácaro con *Gigantolaelaps wolffsohni* como modelo. Elaboración propia 33

Figura 2. Imagen de gnatosoma de *Gigantolaelaps wolffsohni*. 1. Quelícero 2. Palpo. 3. Hipostoma 4. Surco deutoesternal 5. Dentículos del surco deutoesternal 6. Tritoesternón 7. Cornículo 8. Malae interna... 35

Figura 3. Idiosoma vista dorsal (A) y vista ventral (B) de *Gigantolaelaps wolffsohni*. 1. Placa dorsal, círculos representan puntos de inserción de setas dorsales y poros 2. Placa esternal, 3. Punto de inserción de setas esternales, 4. Placa genital, 5. Seta genital, 6. Placa anal, 7. Punto de inserción de seta adanal, 8. Punto de inserción de seta post adanal, 9. Abertura anal, 10. Estigma, 11. Peritrema y placa peritremal alargada, 12. Punto de inserción de coxas..... 38

Figura 4. Ubicación geográfica de las distintas localidades (diamantes amarillos) de Chile donde se realizó muestreo de roedores para recolección de *Oligoryzomys longicaudatus* y su ectoparásito *Gigantolaelaps wolffsohni*..... 53

Figura 5. Morfología y caracteres morfométricos de *Gigantolaelaps wolffsohni* A. Ejemplar proveniente de ecorregión mediterránea vista ventral (4x). CI-IV: coxa I a IV. GN: Gnatosoma. LSPCII: largo seta proximal coxa II. LSACO: largo setas anteriores y centrales de opistosoma. LSLPO: largo setas laterales y proximales opistosoma. B. Ejemplar proveniente de Chiloé placa genital (10x). LPG: largo de placa genitoventral. APG: ancho placa genitoventral. LSG: largo seta genital. C. Ejemplar proveniente de bosque templado placa anal (10x). LSA: largo seta adanal. LSPA: largo de seta postanal. D-E. Ejemplar proveniente de ecorregión mediterránea vista dorsal (4x) j5: largo seta j5. J5: largo seta J5. Z5: largo seta Z5. LCT (en negro): largo cuerpo total. ACT (en negro): ancho cuerpo total. LPD (en rojo): largo placa dorsal. APD (en rojo): ancho placa dorsal. F. Ejemplar proveniente de bosque magallánico pata I y II (10x) LSFIA: largo seta fémur Ia. LSFIB. Largo seta fémur Ib. LSFIL: largo de la seta más larga de fémur II..... 58

Figura 6. Morfología y caracteres morfométricos de *Gigantolaelaps wolffsohni*. A. Ejemplar proveniente de bosque magallánico vista ventral (10x). LPE: largo placa esternal. APEII: ancho placa esternal al nivel de la seta esternal II. APE: ancho placa esternal. LSEI: largo de seta esternal I. DBSEI: distancia entre las bases de las setas esternales I. DBSEIII: distancia entre las bases de las setas esternales III. ASPCI: ancho seta posterior coxa I. LSPCI: largo seta posterior coxa I. LSACI: largo seta anterior coxa I. B. Ejemplar proviente de ecorregión mediterránea vista de gnatosoma (10x). HP: hipostoma. GN: gnatosoma. LSHI: largo de seta hipostoma interior. LSGN: largo seta gnatosomal..... 59

Figura 7. Zona posterior de placa dorsal de *Gigantolaelaps wolffsohni*, esquematizando las setas J5 y Z5. Elaboración propia..... 63

Figura 8. A. Idiosoma y placa dorsal (en color gris) de *Gigantolaelaps wolffsohni* esquematizando el largo de la seta j5 y punto de inserción de la seta z5. B. Idiosoma ventral de *Gigantolaelaps wolffsohni*: PE: placa esternal, PG: placa genital, SG: seta genital; PA: placa anal, CI-IV: coxa I – IV, P: peritrema, E: estigma. Círculos rojos: punto de inserción de setas centrales y anteriores del opistosoma. Círculos

celestes: punto de inserción de setas laterales y posteriores del opistosoma. Elaboración propia.....	64
Figura 9. Placa anal, con forma piriforme de <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> . 1. Abertura anal, 2. Seta adanal, 3. Seta postadanal. Elaboración propia.....	65
Figura 10. Coxa I de <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> esquematizando la seta proximal (abajo) y seta distal (arriba). Elaboración propia.....	65
Figura 11. Fémur y gena de la pata I de <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> esquematizando las setas dorsales de ambos segmentos. Elaboración propia.....	66
Figura 12. Trocánter, fémur, gena y tibia de la pata II de <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> esquematizando las principales setas del fémur II y gena II. Elaboración propia.....	67
Figura 13. Placa esternal de ejemplar <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> proveniente de la ecorregión mediterránea. Elaboración propia.....	68
Figura 14. Sistema respiratorio externo de ácaro <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> . A. En anaranjado se observa la disposición de peritremas y placas peritremales en el idiosoma. En cuadrado de borde rojo se observa peritrema y estigma, amplificado en imágenes siguientes (B y C). B. Vista ventral de estigma y comienzo de peritrema. C. Vista lateral de estigma y comienzo de peritrema. Elaboración propia.....	69
Figura 15. Gnatosoma de <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> , donde se esquematiza con vista amplificada (de izquierda a derecha) el tarso del palpo, quelícero, aparato bucal (cornículos, malae interna, labrum) y surco deutoesternal.....	69
Figura 16. Análisis de componentes principales de matrix de correlación entre grupos de ácaros <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> provenientes de distintas ecorregiones. Anaranjado: ecorregión Mediterránea. Verde: Bosque Templado. Celeste: ecorregión Magallánica.....	72
Figura 17. Análisis discriminante de ácaros <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> provenientes de distintas ecorregiones. Anaranjado: ecorregión Mediterránea. Verde: ecorregión Bosque Templado. Celeste: ecorregión Magallánica.....	74

Índice de Tablas.

Capítulo I.

Table 1. Ecological indexes of <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> in Chile divided by ecoregions.....	14
Table 2. Final model of logistic regression for the presence / absence (above), and binomial negative regression for the abundance (below) of <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i>	15

Capítulo II.

Tabla 1. Claves taxonómicas para <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> usadas para estudio morfológico y morfométrico (Furman, 1972; Lee, 1966)....	57
Tabla 2. Comparación entre la ecorregión mediterráneo, bosque templado y bosque magallánico, para distintas variables morfométricas del ácaro <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> , utilizando las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y medianas con significancia de 0,05 ($p < 0,05$) con corrección de Bonferroni. Las variables que representaron diferencias significativas se destacan en color.....	71
Tabla 3. Matriz de confusión entregada por el análisis discriminante con el 86,96% de los individuos clasificados correctamente. En las filas se observan los grupos dados y en las columnas los grupos predictivos (grupos verdaderos).....	74
Tabla 4. Medidas morfométricas y caracteres morfológicos de los ácaros <i>Gigantolaelaps wolffsohni</i> presentes en Chile y las medidas de la última re-descripción de la especie por Furman (1972) con espécimen de Venezuela. Se muestran los valores de medianas y entre paréntesis el valor mínimo y máximo observado respectivamente. Todos los valores están expresados en micrómetros (μm).....	75

INTRODUCCIÓN GENERAL

Chile presenta una gran extensión latitudinal (18°S – 56°S) ubicándose al costado occidental de Sudamérica y al borde oriental del hemisferio sur del Océano Pacífico (Villagrán e Hinojosa, 2005). Asimismo, presenta un aislamiento biogeográfico delimitado por el Desierto de Atacama al Norte, por la cordillera de los Andes al Este y por el Océano Pacífico al Oeste y Sur (Moreira-Muñoz, 2011; Zeil, 1979). Este aislamiento ha forjado el desarrollo de la biodiversidad actual, con alta cantidad de especies endémicas y nativas (Villagrán e Hinojosa, 2005).

El roedor *Oligoryzomys longicaudatus*, conocido por ser uno de los principales transmisores del virus Hanta en Chile (Spotorno et al., 2000), es una especie nativa que se distribuye en gran parte del territorio chileno (González-Ittig et al., 2010). Este roedor ha evidenciado una segregación morfológica y genética en Chile en tres grandes ecorregiones: mediterráneo, bosque templado y bosque magallánico (Mann, 1978; Osgood, 1943; Torres-Pérez et al., 2010). Esta estructuración de poblaciones también se ha observado para el patógeno del cual es vector, el Andes Virus (Hantavirus) (Torres-Pérez et al., 2010). Actualmente, no existen más estudios de esta índole para otros parásitos de este roedor.

La especie *Gigantolaelaps wolffsohni* (Laelapidae: Mesostigmata) es un ácaro que se encuentra en Chile como ectoparásito de *O. longicaudatus* (Lareschi & González-Acuña, 2010). Existen registros de este ácaro en 4 localidades del país: Valparaíso, Río Melado, Concepción, Chiloé y La Junta, Aysén (Lareschi y

González-Acuña, 2010), sin existir estudios relacionados a su distribución geográfica ni aspectos ecológicos, por lo que este trabajo constituye un aporte al conocimiento ecológico y distribución de este ácaro en Chile.

Adicionalmente, como se ha observado una estructuración del roedor *O. longicaudatus* en las ecorregiones mediterráneo, bosque templado y bosque magallánico (Palma et al., 2005; Torres-Pérez et al., 2011), postulamos que sus parásitos podrían tener una estructuración similar siguiendo la regla de Fahrenholz (1913), la que plantea que la relación filogenética de un grupo de parásitos usualmente se corresponde directamente a la de su hospedador (Ròzsa, 1993). Es por esto que este trabajo incorpora análisis estadísticos en medidas morfométricas con el fin de evaluar algún tipo de estructuración a nivel de población a lo largo de las ecorregiones anteriormente mencionadas, así como observar variables morfológicas que son claves para identificar a esta especie. Cabe mencionar que la última descripción taxonómica para *G. wolffsohni* fue realizada hace más de 45 años, a partir de ejemplares provenientes de Venezuela (Furman, 1972), por lo que creemos que esta descripción puede presentar diferencias con los ejemplares chilenos, teniendo en cuenta el aislamiento geográfico presente en el país.

REFERENCIAS

Furman, D. P. (1972). Mites of the family Laelapidae in Venezuela (Acarina: Laelapidae). *Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series*, 17 (3), 1-65.

González-Ittig, R. E., Salazar-Bravo, J., Barquez, R. M., y Gardenal, C. N. (2010). Phylogenetic relationships among species of the genus *Oligoryzomys* (Rodentia, Cricetidae) from Central and South America. *Zoologica scripta*, 39(6), 511–526.

Lareschi, M., y González-Acuña, D. (2010). Acari, Laelapidae (ectoparasitic mites), central and southern Chile. Check-list. *Journal of species lists and distribution*, 6(4), 546–548.

Mann, G. (1978). *Los pequeños mamíferos de Chile. marsupiales, quirópteros, edentados y roedores*. Gayana. Concepción, Chile.: Editorial de la Universidad de Concepción.

Moreira-Muñoz, A. (2011). *Plant Geography of Chile*. Springer.

Osgood, W. H. (1943). *The mammals of Chile*. Chicago: Field Museum of Natural History.

Spotorno, A. E., Palma, R. E., y Valladares, J. P. (2000). Biología de los roedores reservorios de hantavirus en Chile. *Revista chilena de infectología*, 17(3), 197–210.

Torres-Pérez, F., Palma, R. E., Hjelle, B., Ferrés, M., y Cook, J. A. (2010). Andes virus infections in the rodent reservoir and in humans vary across contrasting landscapes in Chile. *Infection, Genetics and Evolution*, 10(6), 819–824.

Villagrán, C., e Hinojosa, L. P. (2005). Esquema biogeográfico de Chile. En *Regionalización Biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines* (pp. 551–577). México: Ediciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, Jiménez Editores.

Zeil, W. (1979). *The Andes, A Geological Review*. Berlin: Universidad de California.

CAPÍTULO I.

New records of *Gigantolaelaps wolffsohni* (Mesostigmata: Laelapidae) in Chile, an ectoparasite of *Oligoryzomys longicaudatus* (Rodentia: Cricetidae): ecological aspects and relation to body size, sex, season and biogeography of their host.

Authors: Fuenzalida-Araya Karen¹, González-Aguayo Felipe¹, , Moreno-Salas Lucila¹, Landaeta-Aqueveque Carlos², Silva-de la Fuente Carolina³, González-Acuña Daniel⁴.

Affiliations: ¹Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. ²Departamento de Patología y Medicina Preventiva, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chillán, Chile. ³Escuela de Medicina Veterinaria, Departamento de Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Católica del Maule, Curicó, Chile. ⁴Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chillán, Chile.

I. Abstract

The *Gigantolaelaps* (Mesostigmata: Laelapidae) are easily recognized by their large size. In Chile, *Gigantolaelaps wolffsohni* is the only recognized member of the genus *Gigantolaelaps* and it has been reported from four localities in association with *Oligoryzomys longicaudatus*. No more data are available for this species in this country. Our research study aimed to contribute to the severely limited information about the ecology (prevalence, abundance, median and mean intensity, crowding mean, and aggregation indexes) and distribution of *G. wolffsohni* in Chile and determine whether factors such as season, ecological region and weight-and sex of the host influence the abundance of this mite. We captured and assessed 329 *O. longicaudatus* in different seasons and localities (71°23'W – 30°23'S to 70°55'W – 53°09'S). We classified sampled localities as being part of the Mediterranean, Template Forest, or Magellanic Forest ecoregion due to reported genetic and morphological differences of *O. longicaudatus* between ecoregions. Information about the season, ecoregion, and weight and sex of the host were recorded during mite sampling. These variables were assessed to determine their influence on mite abundance and prevalence through negative binomial and logistic regression models. We found 19 new localities where *G. wolffsohni* is distributed in Chile. These mites displayed an aggregated distribution in all ecoregions. We found that ecoregion, weight, and sex of the host are not related to the abundance and prevalence of *G. wolffsohni*. Nonetheless, we found a strong association between the season and the abundance and

prevalence of mites. All mites founded were female, additionally we found larvae stage inside some female mites. We discussed the relationship between different ecological aspects and the abundance and prevalence of ectoparasites. Also, we discussed the finding of the larvae of *G. wolffsohni*, which means that this specie is at least, larviparous, and finally, we discuss the specificity of Laelapidae mites.

Key words: parasite ecology; mite ecology; host sex; host weight; long-tail pygmy rice rat.



II. Introduction

The Laelapidae family (Acari: Mesostigmata) is a big and cosmopolitan group of mites with numerous habitats and lifestyles (Dhooria 2016; Lindquist et al. 2009; Wall and Shearer 2001). They are the most common ectoparasites of marsupials and rodents (Lareschi 2017). Usually, they are associated with New-World rodents (Cricetidae: Sigmodontinae: Oryzomyini) and Old-World rodents (Muridae: Murinae) (Gettinger et al. 2011). These mites are vastly distributed in the Neotropical area (Gettinger et al. 2005) and it is here where *Gigantolaelaps* sp. mites spread (Abba et al. 2001).

The *Gigantolaelaps* genus members are easily recognized because they are bigger than any other member of the family (Fonseca 1939) moreover, they usually have a length of idiosoma above 1400 μm (Furman 1972). These mites are described as ectoparasite exclusive of Oryzomyini Tribu rodents (Gettinger 1987; Lareschi et al. 2004). Female mites can be found on the host while male mites are probably only in the host's nest (Gettinger et al. 2011; Lareschi 2017; Radovsky 1994). In this case, the host would provide dispersal capability only to female mites (Radovsky 1994).

In Chile, *G. wolffsohni* has been found in the long-tail pygmy rice rat *Oligoryzomys longicaudatus* from only four localities: Valparaíso (Valparaíso region), Río Melado (Maule region), Concepción (Biobio region) and Chiloé island (Los Lagos region) (Lareschi and González-Acuña, 2010). The first locality belongs to Mediterranean and the other three localities belong to Template Forest. This host

is a native rodent from Chile and Argentina. In Chile, it occurs from Atacama to Tierra del Fuego (Weksler and Bonvicino 2015). The effects of Laelapidae mites upon their host can vary from minor irritation to the transmission of microorganisms that can cause disease; furthermore, the role of this mite in epizootics and in the maintenance of disease among rodents may be significant (Carmichael et al. 2007; Lareschi 2017). These effects could vary with different factors such as prevalence and abundance (Carmichael et al. 2007). Currently, in Chile, Uruguay and Venezuela only exist isolated records of *G. wolffsohni* in different localities but ecological factors have not yet been studied (Lareschi et al. 2006; Furman 1972; Lareschi and González-Acuña 2010).

The abundance of parasites on a host can be affected by several factors such as sex, body size, reproductive status, season, and locality of the host (Carmichael et al. 2007; Fernandes et al. 2015; Fernandes et al. 2012). Additionally, it has been reported that temperature and humidity can affect the activity levels, feeding habits, and longevity of mites (Strandtmann and Wharton 1958).

The purpose of this research is to provide an update on the distribution of *G. wolffsohni* mites on *Oligoryzomys longicaudatus* in Chile. Also, we describe ecological aspects of this parasite and its host. Finally, we identified whether the biogeography, season of capture, weight, and sex of the host influence the abundance of *G. wolffsohni* mite.

III. Materials and Methods

Rodent trapping and mite collecting.

Rodents were captured from Arica region to Magallanes region of Chile ($18^{\circ} 28' 60''\text{S}$ - $70^{\circ} 19' 60''\text{W}$ to $53^{\circ} 10' 0''\text{S}$ - $70^{\circ} 55' 60''\text{W}$) for 10 years (2010-2019) in different seasons (summer, autumn, winter, spring). Most of the captures were in National Parks (NP) or National Reserves (NR). The biogeographic distribution used was the following: Mediterranean (from latitude 30°S to 38°S) (Armesto et al. 2007; Villagrán and Hinojosa 2005), Template Forest (from latitude 38°S to 47°S) (Villagrán and Hinojosa 2005), and Magellanic Forest (from latitude 47°S to south) (Morrone 2001) (Figure 1). the Mediterranean has high temperatures in summer (around 14°C to 29°C) and lower in winter (around 3.7°C to 13°C), with relative humidity from 45% to 80%. Likewise, the Temperate Forest has warm temperatures in summer (around 11°C to 24°C) and lower in winter (around 3.5°C to 9°C), with relative humidity from 66% to 90%. Meanwhile, the Magellanic Forest has temperatures from 6°C to 25°C in summer and -1.7°C to 9.6°C in winter, with relative humidity from 51% to 70% (Dirección meteorológica de Chile 2021).

Rodents were captured with Sherman traps. Oatmeal was used as bait (Mills et al., 1995). Traps remained open throughout the night and they were checked in the early morning. For the handling of rodents, we followed the biosafety standards established by the Pan-American Health Organization (Organización Panamericana de la Salud 1999).

Rodents captured were sedated with xylazine 2% (5mg/kg) and ketamine 100% (75mg/kg) mixed together in the same syringe and injected intramuscularly (Mayer 2013). Then, rodents were identified (Patton et al., 2015), measured (with digital caliper Mitutoyo®), sexed, and weighted (with portable digital scale Pesolac®). Then, rodents were brushed with a toothbrush over a white tray looking for mites and they were released where they were captured once they woke up from sedation.

Mites' identification.

All mites found were stored in microtubes of 1,5 ml with ethanol 96% inside until laboratory examination. Mites were examined under a stereo microscope in the Parasite Ecology Laboratory of Zoology Department in Universidad de Concepción, Concepción, Chile. The mites were separated from other ectoparasites and were cleared in a microtube of 1,5 ml with Nesbitt solution for 15 minutes to 80°C. After that, they were put in a new microtube with deionized water for 24 hours. Finally, mites were mounted in Berlese medium on a slide where they were identified following the descriptions of Lee (1966) and Furman (1972).

Statistical analysis.

A database was established with the following data by rodent specimen: the amount of *G. wolffsohni* mites found per rodent, rodent's weight, rodent's sex, season of capture, and ecoregion.

We used Quantitative Parasitology 3.0 online software (Q.P.3.0) (Reiczigel et al. 2019) to determine the ecological indexes, such as prevalence, abundance, mean intensity, median intensity, crowding mean, and aggregation indexes (variance/mean, Poulin's index and negative binomial exponent k).

Then, we used negative binomial regressions (NBR) to assess the association of the abundance of *G. wolffsohni* with body weight, sex, season, and ecoregional distribution of their host, and logistic regressions (LR) to assess the association of the same variables with the presence of the parasite. These analyzes were performed using STATA/BE 17 software (Stata Corp LLC, 2021). In the case of season and biogeographical distribution, autumn and Magellanic Forest, respectively, were the base level and the other categories were the dummy comparing variables.

In order to select the best model, we were eliminating the less significant variables and we compared models with likelihood ratio tests. The best model was that in which no variable could be removed without significant loss of likelihood. A probability value $p < 0.05$ was used to indicate statistical significance.

IV. Results

All mites analyzed were identified as *Gigantolaelaps wolffsohni* which were founded in 21 localities in Chile (Figure 1). We captured 4723 rodents of different species which 329 were identified as *O. longicaudatus* (204 female and 125 male). We found 273 *G. wolffsohni* mites on *O. longicaudatus* rodents where 150 mites were found distributed on 62 female rodents and 123 mites were distributed on 49 male rodents. All the mites found were female.

We collected all of the *G. wolffsohni* mites from the hind legs of their host, specifically in the medial side of the thigh. Additionally, a larval stage inside adults female were observed under microscopical examination (Figure 2). These were visible mainly from June to November.

The ecological indexes are presented in Table 1. The total prevalence of *G. wolffsohni* was 34% (range: 29% - 39%). These mites have an aggregated distribution in all ecoregions (Table 1). The Magellanic ecoregion has the highest aggregation value and the lower prevalence and abundance even though we found a high number of *O. longicaudatus* in this ecoregion. We did not find association between weight, sex, and biogeographical distribution of host with the abundance and prevalence of *G. wolffsohni* mites. Nonetheless, we determined that the abundance of these mites is associated with the season with autumn presenting significantly lower abundance than the other seasons (Table 2). Similar results were found in the analyses of the presence, with season being the sole

variable that significantly associated with presence. Again, the autumn presented odds significantly lower than the other seasons.

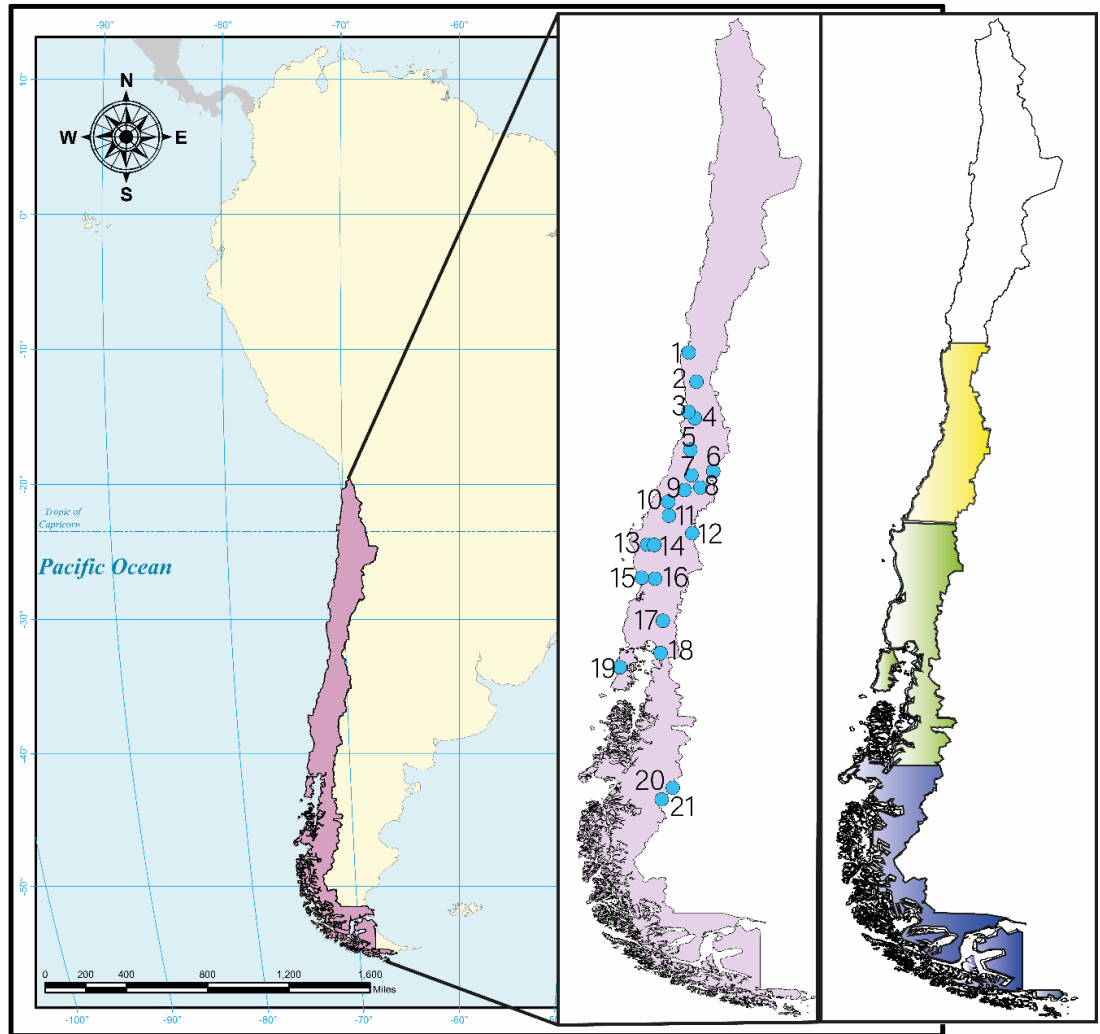


Figure 1. Localities where *G. wolffsohni* were found and ecoregions in Chile. 1. National Park (NP) Bosque Fray Jorge; 2. NP Las Chinchillas; 3. National Reserve (NR) Lago Peñuelas; 4. NP La Campana; 5. Sierras de Bellavista; 6. Termas del Flaco; 7. NR Altos de Lircay; 8. Parque Inglés; 9. El Quilmo; 10. NP Nonguén; 11. Santa Elena; 12. NP Laja; 13. NP Nahuelbuta; 14. Angol; 15. Bosque San Martín experimental station; 16. Gorbea; 17. Puyehue; 18. Hornopirén; 19. NP Chiloé; 20. NP Patagonia; 21. NP Tamango. All localities represent a new distributional record except the locality number 10 and 19. Yellow: Mediterranean ecoregion, green: Template Forest ecoregion, blue: Magallanic ecoregion.

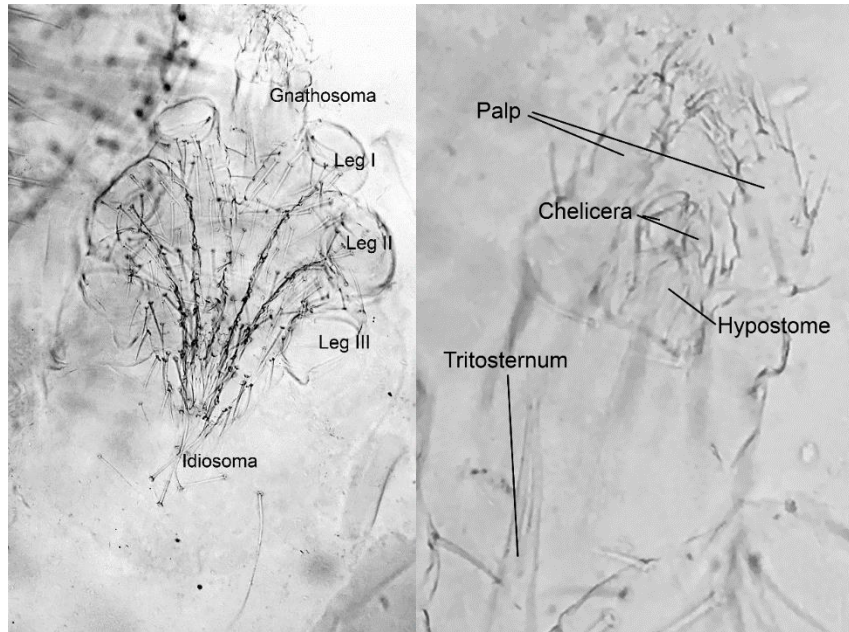


Figure 2. Larvae of *Gigantolaelaps wolffsohni* from Chiloé, Chile. A. Full body of larvae *G. wolffsohni* (10x). B. Zoom to gnathosoma of larvae *G. wolffsohni* (40x)

Table 1. Ecological indexes of *Gigantolaelaps wolffsohni* in Chile divided by ecoregions.

	N	N Inf	P (%)	MI	mI	MA	MC	Var/me	D	K
Mediterranean	69	31	44.90%	1.9	2	0.855	2.53	1.69	0.664	1.056
			(32.9%-57.4%)	(1.58 - 2.39)	(1 - 2)	(0.609 - 1.16)	(1.98 - 3.67)		(0.569 - 0.755)	
Templante	152	68	44.70%	2.44	2	1.09	3.43	2.36	0.695	0.6019
Forest			(36.7%-53%)	(2.1 - 3.85)	(2 - 3)	(0.855 - 1.36)	(2.93 - 4.49)		(0.636 - 0.751)	
Magallanic	108	12	11.10%	4	3.5	0.444	5.83	5.44	0.92	0.0539
Forest			(5.9%-18.6%)	(2.75 - 5.92)	(2 - 5)	(0.231 - 0.88)	(3.89 - 8.79)		(0.874 - 0.951)	

N: Amount of total hosts captured. N inf: number of infected hosts. P: prevalence. MI: mean intensity. mI: median intensity. MA: mean abundance. MC: mean crowding. Var/me: dispersion index of variance/mean. D: Poulin's index. K: Negative binomial exponent k. (): confidence limits with the 95% of confidence.

Table 2. Final model of logistic regression for the presence/absence (above), and binomial negative regression for the abundance (below) of *Gigantolaelaps wolffsohni*.

Abundance of <i>G. wolffsohni</i>	Coefficient	Standard error	<i>p</i> Value	[95% Confidence Interval]
Winter	2.428	0.399	0.0001	1.644 - 3.212
Spring	2.991	0.412	0.0001	2.182 - 3.8
Summer	3.056	0.509	0.0001	2.057 - 4.055
Presence/Absence of <i>G. wolffsohni</i>	Odds ratio	Standard error	<i>p</i> Value	[95% Confidence Interval]
Winter	16.134	8.7	0.0001	5.605 - 46.436
Spring	35.116	19.7	0.0001	11.652 - 105.829
Summer	30.625	21.3	0.0001	7.819- 119.948



V. Discussion:

This research expands the known distribution of *G. wolffsohni* from latitude 30°S to 47°S in Chile with 19 new localities of distribution. All *G. wolffsohni* mites found were associated with *O. longicaudatus*, except for six mites found in one specimen of *Rattus rattus* in Ocoa, Valparaíso region (32°51'0"S – 71°4'60"O). Since *R. rattus* has an opportunistic nidification (Coto 2015) and it could share some arboreal habits with *O. longicaudatus* (Coto 2015; González-Ittig et al. 2010), we believe that this finding is accidental and *R. rattus* should not be considered as a new host for *G. wolffsohni*. Our research states that *G. wolffsohni* is parasite-specific to *O. longicaudatus* in Chile. The host specificity for Laelapidae mites had been demonstrated before through an association of a highest and specific prevalence in exclusive hosts (Gettinger and Owen 2016; Correia 2015; Gettinger 1987; Lareschi et al. 2004). *Gigantolaelaps wolffsohni* has been found in the others no Oryzomyini rodents such as *Lundomys molitor*, *Akodon azarae*, and *Bolomys obscurus* in Uruguay (Lareschi et al. 2006), however, these authors found almost all the mites associated with *Oligoryzomy* rodents. Previously, *G. wolffsohni* was found on a single *Abrothrix sanborni* in Chile (Lareschi and González-Acuña 2010). Nevertheless, these authors mentioned that it corresponds to an accidental finding. These finding plus our results suggest that *G. wolffsohni* may use occasionally no Oryzomyini rodents for transport and dispersion.

Only female mites were collected from *O. longicaudatus*. The fact that we only found female mites agrees with the hypothesis that only female disperses (Radovsky 1994; Martins-Hatano et al. 2002). Since the host's nest provides a large and diverse food supply, it is likely that males and nymphs stay in the host nest (Radovsky 1994).

Some laelapines mites have an abbreviation of the general lifecycle by the retention of the egg by the female, or by the retention of both the egg and larvae (Radovsky 1994; Cakmak and Da Silva 2018). The suppression of the egg by retention in the female protects the developing mite from mortality factors that otherwise would affect it. However, this suppression could reduce the reproductive capacity of the female since the individual offspring requires more time in utero (Radovsky 1994). In this research, we observed that *G. wolffsohni* are, at least, larviparous. Results does not allow to establish that these mites are exclusively larviparous and not nymphiparous. More research is needed to test this hypothesis and to understand the lifecycle of this species.

Even though we did not find association between the abundance and prevalence of *G. wolffsohni* with the ecoregions, previous studies have determined that these factors can affect the abundance of ectoparasites since different host's densities in different areas influence the frequency of intraspecific contacts (Fernandes et al. 2015; Fernandes et al. 2012). In this aspect, *O. longicaudatus* has been reported as a rodent with high vagility (Palma et al. 2007), which means a higher level of dispersion for their parasites (Poulin 2007). Probably, this high dispersion

rate of *O. longicaudatus* maintains *G. wolffsohni* with low variation in its abundance and prevalence through different ecoregions. Additionally, we do not find an association between the abundance of *G. wolffsohni* and the sex and weight of its host. This agrees with other authors who found that *G. peruviana* abundance was not related to the sex and weight of its host; however, they found an association in other Laelapidae mites (Fernandes et al. 2015; Fernandes et al. 2012).

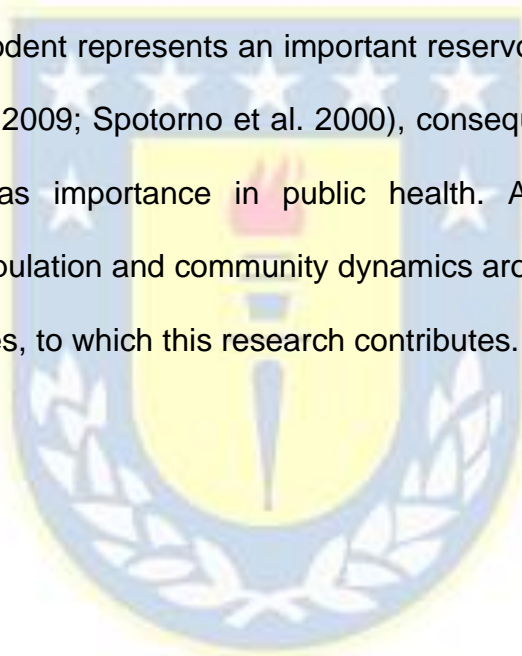
An important factor of this variation is the distribution of its host and the environmental conditions throughout the ecoregions. It has been reported that the life cycle of mites is sensitive to humidity and temperature variations (Strandtmann and Wharton 1958). Additionally, it has been observed that these mites prefer warm temperature (23°C to 35°C) and high humidity conditions (above 50%) (Strandtmann and Wharton 1958). In this aspect, all ecoregions have high humidity, however the Mediterranean and the Template Forest have upper humidity than Magellanic Forest (Dirección meteorológica de Chile 2021), which is consistent with the higher prevalence in Mediterranean and Template Forest (Table 1). *Gigantolaelaps wolffsohni* was not found in the NP. Torres del Paine and NR. Magallanes localities, but its host was found. This may be due to the fact that in these localities' temperatures do not exceed 7°C in winter, nor 15°C in summer, and despite presenting high relative humidity (60% - 76%) (Dirección meteorológica de Chile 2021), the temperature would be a limiting factor for its development (Strandtmann and Wharton 1958).

The distribution of *G. wolffsohni* is aggregated through ecoregions, which agrees with the most common distribution of parasites where some hosts have several parasites and most of the hosts have none or few parasites (Poulin 2007). The aggregation value is higher in Magellanic forest than in other ecoregions. This may be due to the fact that in the areas of Patagonia, population densities of 5.4 individuals per hectare have been reported for *O. longicaudatus*, unlike the temperate forest, where the population density is from 24 to 47 individuals per hectare (Spotorno et al. 2000). Hence, mites of Magellanic forest have less possibility to find other hosts, since they are more dispersed in the environment. As a consequence, mites would tend to pass a long time on the same host and it is less likely that they find other individuals to parasitize (Poulin 2007).

We determine that the season influences the abundance and prevalence of *G. wolffsohni* in Chile, which is consistent with the findings of other authors (Carmichael et al. 2007; Lareschi and Krasnov 2010). They found that *G. mattogrossensis* has a variation of its abundance related to the humidity and precipitation factors in different seasons (Carmichael et al. 2007). Meanwhile, a variation in the abundance of *G. wolffsohni* throughout the season was found in Buenos Aires province, Argentina (Lareschi and Krasnov 2010). Humidity and precipitation are important factors for the host *O. longicaudatus* as well because they are highly dependent on water that in drought conditions it is one of the rodents with the lowest survival rate (Palma et al. 2007). As a consequence, if the environmental conditions are unfavorable for the host, it would not be favorable

for the parasite (Poulin, 2007). Therefore, these factors could represent an important factor for the abundance and prevalence of *G. wolffsohni* in Chile.

This research is a contribution to the parasitology and acarology studies of Chile and South America. Additionally, this study provides a better understanding of ecological aspects of *G. wolffsohni* and their relation with its host *O. longicaudatus*. This rodent represents an important reservoir Hantavirus in Chile (Belmar-Lucero et al. 2009; Spotorno et al. 2000), consequently, the knowledge about this rodent has importance in public health. An important part of understanding the population and community dynamics around *O. longicaudatus* is knowing its parasites, to which this research contributes.



VI. References

- Abba A.M., Udrizar Sauthier D.E., Bender J.B. y Lareschi M. (2001). Mites (Acari: Laelapidae) associated with sigmodontinae rodents in Entre Ríos province, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio Janeiro*, 96, 1171–1172.
- Armesto J.J., Arroyo M.T.K. e Hinojosa L. (2007). The Mediterranean environment of Central Chile. En: *The physical geography of South America* (pp. 184–199). Nueva York: Oxford University Press.
- Belmar-Lucero S., Godoy P., Ferrés M., Vial P. y Palma R.E. (2009). Range expansion of *Oligoryzomys longicaudatus* (Rodentia, Sigmodontinae) in Patagonian Chile, and first record of Hantavirus in the region. *Revista chilena de historia natural*, 82(2), 265–275.
- Cakmak I. y Da Silva F.R. (2018). Maternal care, larviparous and oviparous reproduction of *Hypoaspis larvicolus* (Acari: Laelapidae) feeding on Astigmatid mites. *Experimental Applied Acarology*, 75, 457–465.
- Carmichael J.A., Strauss R.E. y Mcintyre N.E. (2007). Seasonal variation of North American form of *Gigantolaelaps mattogrossensis* (Acari: Laelapidae) on marsh rice rat in Southern Coastal Texas. *Journal of Medical Entomology*, 44, 80–84.
- Correia A.P. (2015). *Levantamento de ectoparasitos de pequenos mamíferos não voadores em duas unidades de conservação no estado de Santa Catarina*. Tesis de grado. Licenciatura en ciencias biológicas. Universidad Federal Santa Catarina, Florianópolis.
- Coto H. (2015). *Protocolos para la vigilancia y control de roedores sinantrópicos*. Organización Panamericana de salud, Organización mundial de la salud.
- Dhooria M.S. (2016). *Fundamentals of Applied Acarology*. Singapore: Springer Verlag.
- Dirección meteorológica de Chile. (2021, diciembre). [Base de datos] *Reporte anual de humedad y temperatura*. Chile: Recuperado en: <http://www.meteochile.gob.cl/PortalDMC-web/index.xhtml>
- Fernandes F.R., Cruz L.D. y Linhares A.X. (2012) . Effects of sex and locality on the abundance of lice on the wild rodent *Oligoryzomys nigripes*. *Parasitology Research*. 111, 1701–1706.
- Fernandes F.R., Cruz L.D., Linhares A.X. y Von-Zuben C.J. (2015) . Effect of body size on the abundance of ectoparasitic mites on the wild rodent *Oligoryzomys nigripes*. *Acta parasitológica*, 60(3), 515–524.

Fonseca F. da (1939). Notas de Acarologia. XXV. Os Laelaptidae gigantes, parasitas de roedores Sudamericanos; gênero e espécies novos (Acari). *Memórias do Instituto Butantan* 12, 7–102.

Furman D.P. (1972). Mites of the family Laelapidae in Venezuela (Acarina: Laelapidae). *Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series*, 17(3), 1-65.

Gettinger D. (1987). Host Associations of *Gigantolaelaps* (Acari: Laelapidae) in the Cerrado province of Central Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 24(5), 559–565.

Gettinger D., Martins-Hatano F. y Gardner S.L. (2011). Some laelapine mites (Acari: Laelapidae) ectoparasitic on small mammals in the Galapagos Islands, including a new species of *Gigantolaelaps* from *Aegialomys galapagoensis*. *Journal of Parasitology*, 97(4), 574–576.

Gettinger D., Martins-Hatano F., Lareschi M. y Malcolm J.R. (2005). Laelapine mites (Acari: Laelapidae) associated with small mammals from Amazonas, Brazil, including a new species from marsupials. *Journal of Parasitology*, 91(1), 45–48.

Gettinger D.D. y Owen R.D. (2016). Laelapine mite (Acari: Laelapidae) morphometric analysis reflects taxonomic and geographic clusters of South American Oryzomyines (Rodentia: Sigmodontinae). *MANTER: Journal of Parasite Biodiversity*, 1(2), 1–22.

González-Ittig R.E., Salazar-Bravo J., Barquez R.M. y Gardenal C.N. (2010). Phylogenetic relationships among species of the genus *Oligoryzomys* (Rodentia, Cricetidae) from Central and South America. *Zoologica Scripta*, 39(6), 511–526.

Lareschi M. (2017). Artrópodo ectoparásito. En: *Macroparásitos: Diversidad y biología* (pp. 167–185). Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).

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

Lareschi M. y González-Acuña D. (2010). Acari, Laelapidae (ectoparasitic mites), Central and Southern Chile. *Check List: Journal of Species Lists and Distribution*, 6(4), 546–548.

Lareschi M. y Krasnov B.R. (2010). Determinants of ectoparasite assemblage structure on rodent host from South American marshlands: the effect of host species, locality and season. *Medical and Veterinary Entomology*, 24, 284–292.

Lareschi M., Nieri-Bastos F., Barros-Battesti D.M., Nava S., Beldomenico P., Autino A. y Gettinger D. (2004). *Gigantolaelaps gilmorei* Fonseca, 1939 (Acari: Laelapidae): taxonomic status, lectotype and paralectotype designation and new distributional records. *Systematic Parasitology*, 59(3), 235–236.

Lee D. (1966). *The neotropical mite genus Gigantolaelaps Fonseca, 1939*. Trabajo de grado, Magister en Ciencias, Texas technological college, Texas.

Lindquist E.E., Krantz G.W. y Walter D.E. 2009. Order Mesostigmata. En: *A Manual of Acarology* (pp. 124–132) (3era ed.). Estados Unidos: Texas Tech University Press.

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. *Journal of Parasitology*, 88, 36–40.

Mayer J. (2013). Rodent. En: *Animals Exotic Formulary* (pp. 476–516) (4ta ed.), Estados Unidos: Elsevier.

Morrone J. (2001). *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. Zaragoza: M&T-Manuales & Tesis SEA.

Organización Panamericana de la Salud (1999). *Hantavirus en las Américas. Guía para el diagnóstico, el tratamiento, la prevención y el control*. Washington. Recuperado en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2013/OPS-hantavirus-america-guia-1999.pdf> [2021, 1 de diciembre].

Palma R.E., Torres-Pérez F. y Boric-Barguetto D. (2007). The ecology and evolutionary history of *Oligoryzomys longicaudatus* in southern South America. En: *The Quintessential Naturalist: Honoring the Life and Legacy of Oliver P. Pearson* (pp. 671–693) (vol. 134). Estados Unidos: University of California publications.

Poulin (2007). *Evolutionary ecology of parasites* (2da ed.). Estados Unidos. Princeton University Press.

Radovsky F. (1994). The evolution of parasitism and the distribution of some Dermanyssoid mites (Mesostigmata) on vertebrate hosts. En: *Mites* (pp. 186–217). Boston: Springer.

Reiczigel J., Marozzi M., Fábán I. y Rózsa L. (2019). Biostatistics for parasitologists - A primer to quantitative parasitology. *Trends in Parasitology.*, 35(4), 277–281.

Spotorno A.E., Palma R.E. y Valladares J.P. (2000). Biología de los roedores reservorios de hantavirus en Chile. *Revista chilena de infectología*, 17(3), 197–210.

Strandtmann R.W. y Wharton G.W. (1958). *A manual of mesostigmatid mites parasitic on vertebrates*. Estado Unidos: The institute of acarology, department of Zoology. University of Maryland.

Villagrán C. e Hinojosa L.P. (2005). Esquema biogeográfico de Chile. En: *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines* (pp. 551–577.). México: Ediciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, Jiménez Editores.

Wall R.L. y Shearer D. (2001). *Veterinary ectoparasites: Biology, pathology & control* (2da ed.). United States: Wiley-Blackwell.

Weksler M. y Bonvicino C.R. (2015). Genus *Oligoryzomys* Bangs, 1900. En: *Mammals of South America. Rodents* (pp: 417-436) (vol 2). United States: The University of Chicago Press.

CAPÍTULO II. Morfometría y morfología de *Gigantolaelaps wolffsohni* en Chile

I. RESUMEN

Los ácaros *Gigantolaelaps wolffsohni* (Mesostigmata: Laelapidae) son ectoparásitos de roedores de la tribu Orizomyini en el Neotrópico. La última descripción taxonómica se realizó el año 1972 por Furman, desde especímenes venezolanos. En Chile, sólo se han obtenido reportes en localidades aisladas, siendo un parásito poco estudiado y sin estudios ecológicos o biogeográficos. Su hospedero en Chile es el ratón colilarga *Oligoryzomys longicaudatus*, el cual ha tenido problemas en su clasificación taxonómica. Algunos autores afirman la existencia de dos especies de *Oligoryzomys* en Chile, mientras que otros señalan la existencia una especie con tres subespecies, y otros aseveran que existe una especie con 3 poblaciones, observándose una estructuración poblacional en las ecorregiones: mediterráneo, bosque templado y bosque magallánico. Dada esta última aseveración, se decidió investigar la estructuración poblacional del ácaro *G. wolffsohni* mediante morfometría tradicional y estadística multivariada con el fin de determinar si existe más de una población de este ácaro en Chile, y si éstas se presentan delimitadas por las mismas ecorregiones que su hospedero. Para esto, se capturaron roedores durante 10 años desde la latitud 18°5'28"S hasta la latitud 53°7'42"S. Los ácaros *G. wolffsohni* encontrados fueron preparados en lámina de vidrio y revisados bajo microscopio. Se midieron (en μm) 29 caracteres morfométricos y se evaluaron cinco caracteres morfológicos. La evaluación estadística se realizó usando los test de Kruskal-Wallis, test de medianas, análisis

de componentes principales (ACP) y análisis discriminante (AD). Como resultado, en los test estadísticos se observaron diferencias significativas de algunas variables morfométricas (largo placa dorsal y genital, largo seta adanal y largo de setas centrales y anteriores del opistosoma, entre otros). Estas diferencias fueron observadas en los ACP y AD, donde se observó una agrupación de los ácaros de la ecorregión de bosque magallánico, con respecto a las otras ecorregiones. Al comparar aspectos morfométricos y morfológicos con la última descripción de la especie, se observó que *G. wolffsohni* en Chile presenta una longitud mayor en las placas y setas, y una diferenciación en el número de hileras y dientes del surco deutoesternal. Como conclusión, se pudieron observar dos poblaciones diferentes a lo largo de Chile, donde una abarca gran parte del territorio, y la segunda se restringe a la latitud 47°S, su registro más austral, correspondiente a la ecorregión de bosque magallánico, ambas poblaciones presentes en *O. longicaudatus*.

Palabras claves: Mesostigmata, *Gigantolaelaps*, ecología, biogeografía, morfometría, *O. longicaudatus*.

II. ABSTRACT

Gigantolaelaps wolffsohni mites (Mesostigmata: Laelapidae) are ectoparasites of rodents of the Orizomyini tribe in the Neotropics. The last taxonomic description was made in 1972 by Furman, from Venezuelan specimens. In Chile, reports have been obtained only from isolated localities, being a parasite poorly studied, without ecological or biogeographical studies. Its host in Chile is the long-tailed rice rat *Oligoryzomys longicaudatus*, which has had problems in its taxonomic classification. Some authors affirm the existence of two species in Chile, while others indicate the existence of one species with three subspecies. Others assert that there is one species with 3 populations, observing a population structure in the ecoregions: Mediterranean, Temperate Forest, and Magallanic Forest. This last proposal was used to investigate the population structure of *G. wolffsohni* through traditional morphometry and multivariate statistics. The objective was to determine if exists more than one population of this mite in Chile and if they were delimited by the same ecoregions as their host population. To achieve it, rodents were captured for 10 years from latitude 18°5'28"S to latitude 53°7'42"S. The *G. wolffsohni* mites were prepared on a glass slide and reviewed under a microscope. We measured (in μm) 29 morphometric characters and 5 morphological characters. Statistical evaluation was performed using the Kruskal-Wallis test, median test, principal component analysis (PCA) and discriminant analysis (DA). In the statistical tests, significant differences were observed in some morphometric variables (dorsal and genital plate length, adanal seta length

and length of central and anterior opisthosoma seta, among others). These differences were observed in the PCA and DA. We observed two groups, one in Magallanic Forest and the other in Mediterranean and Template Forest. We found that *G. wolffsohni* in Chile has a greater length in the plates and setae, and a different number of rows and teeth in the deutosternal groove in comparison with *G. wolffsohni* from Venezuela (last description for the species). In conclusion, two different populations can be observed throughout Chile, where one covers a large part of the territory, and the second is restricted to latitude 47°S, its southernmost record, in the Magallanic ecoregion. Both populations were found on *O. longicaudatus*.

Key words: Mesostigmata, *Gigantolaelaps*, ecology, biogeography, morphometric, *O. longicaudatus*.

III. INTRODUCCIÓN

a. **Biogeografía de Chile**

La presencia de volcanes, fiordos, ríos, lagos, islas, campos de hielo y procesos de glaciación, sumado al aislamiento geográfico proporcionado por la Cordillera de los Andes, el Desierto de Atacama y el Océano Pacífico han forjado importantes consecuencias biológicas en el ecosistema, y la biodiversidad actual de Chile (Villagrán y Hinojosa, 2005).

A lo largo de la costa Pacífica de Chile, alrededor de la latitud 30°S, se produce un efecto de bloqueo a las masas atmosféricas debido a la Cordillera de los Andes, evidenciando un marcado límite biogeográfico, con bosques subtropicales y templado-lluviosos al sur de esta latitud, y semidesiertos y desiertos hiperáridos hacia el norte (Villagrán y Hinojosa, 2005). El vasto desierto de Atacama da paso a matorrales y bosques de tipo mediterráneo al centro de Chile, y luego a bosques cada vez más húmedos hasta Tierra del Fuego (55°S), formando distintos tipos de ecorregiones presentes a lo largo del territorio (Armesto et al., 2007).

Una ecorregión se define como un área relativamente grande y ambientalmente homogénea, terrestre o acuática (Escalante y Morrone, 2009). Representa un ensamblaje, geográficamente definido, constituido por comunidades naturales que comparten una dinámica ecológica y condiciones ambientales, cuyas

interacciones ecológicas son críticas para su persistencia a largo plazo (Dinerstein et al., 1995).

En el extremo norte están presentes las comunidades desérticas (18°S a 27°S), con una meseta desértica y el desierto de Atacama (Mann, 1966). Posteriormente se encuentra la ecorregión mediterránea (entre 30°S y 38°S), confinada a una banda estrecha de unos 1000 km de largo en el lado occidental centro-norte de los Andes (Armesto et al., 2007; Villagrán y Hinojosa, 2005) con formaciones dominantes de bosques esclerófilo y deciduo de *Nothofagus* (Villagrán y Hinojosa, 2005) (Figura 1, capítulo I). Estos ecosistemas representan la transición entre uno de los desiertos más secos del mundo y bosques templados mixtos caducifolios-siempreverdes, caracterizándose por presentar lluvias invernales y sequías estivales (Armesto et al., 2007).

Posteriormente se encuentra la ecorregión de bosque templado (desde 38°S al 46°S), la cual presenta lluvias durante todo el año, lo que determina la presencia de bosques templado-lluviosos laurifolios, tipo valdiviano y nordpatagónico (Villagrán y Hinojosa, 2005) (Figura 1, capítulo I). Los bambúes del género neotropical *Chusquea* dominan el sotobosque en la mayoría de estos bosques lluviosos y funcionan como especie clave debido a que ejercen influencias sobre procesos de los ecosistemas y patrones del paisaje que superan con creces el tamaño de estas plantas (Veblen, 2007). Adicionalmente, se ha asociado la floración de este tipo de bambúes con eventos de ratadas, aumento explosivo de

la cantidad de roedores silvestres, como por ejemplo el ratón colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*) (Spotorno et al., 2000; Weksler y Bonvicino, 2015).

Posterior a la latitud 47°S se encuentra la ecorregión de bosque magallánico, con bosques xéricos y abundancia de *Nothofagus betuloides* y bosques siempreverdes pantanosos (Morrone, 2001) (Figura 1, capítulo I).

Todas estas ecorregiones presentan distintos tipos de problemas en su conservación, por ejemplo la conversión de hábitats naturales para agricultura, incendios antropogénicos, deforestación intensiva, plantaciones madereras, sobrepastoreo, invasión de especies exóticas (como el pino, el eucalipto, conejos, castores), explotación forestal intensiva y la recolección de leña (Dinerstein et al., 1995). Este tipo de actividades van generando una fragmentación en el hábitat, que se define como el proceso de subdividir una gran área de hábitat en varias áreas más pequeñas (Lindenmayer y Fischer, 2006). La pérdida de hábitat con frecuencia resulta no solo en una reducción del tamaño absoluto de una población, sino que también en la división de la población original en subpoblaciones semi aisladas (Townsend et al., 2008). Adicionalmente, la fragmentación de hábitat actúa como una barrera geográfica, que puede favorecer la segregación genética de una especie en distintas zonas geográficas y ecológicas (Bizama et al., 2011). Esto se ha observado en especies de roedores que habitan en Chile como, por ejemplo, el ratón colilargo (*O. longicaudatus*)

(Lazo-Cancino et al., 2017), lo que a su vez podría afectar de igual modo a sus parásitos (Poulin, 2007).

b. Morfología y biología de los ácaros Mesostigmata y el género *Gigantolaelaps*.

Los ácaros son animales microscópicos y cosmopolitas, pertenecientes a la subclase Acari, el grupo más grande dentro de los arácnidos (Brusca y Brusca, 2005). Se estima que se conforma por aproximadamente un millón de especies (Stork, 2018).

Los ácaros del orden Mesostigmata (Parasitiforme: Acari) abarcan una variedad inusualmente diversa de estilos de vida y hábitats (Lindquist et al., 2009), pudiendo encontrarlos como depredadores de vida libre o como ectoparásitos de vertebrados o artrópodos (Dhooria, 2016; Lindquist et al., 2009; Wall y Shearer, 2001). Además, pueden desarrollarse sobre un hospedador, en sus nidos o en el suelo (Lareschi, 2017).

Los ácaros son de pequeño tamaño (Wall y Shearer, 2001), con un cuerpo sin segmentación, aunque pueden tener varias suturas y surcos (Lareschi, 2017). Su cuerpo se puede dividir en dos secciones: el gnatosoma (o capitulum), que es la parte anterior, y el idiosoma, que es la parte posterior (Dhooria, 2016) (Figura 1). El gnatosoma está compuesto por las partes de la boca, mientras que el cerebro y todos los demás órganos están en el idiosoma (Wall y Shearer, 2001). La región

del idiosoma que lleva las patas es llamada podosoma y la región detrás de las patas es el opistosoma (Lareschi, 2017) (Figura 1).

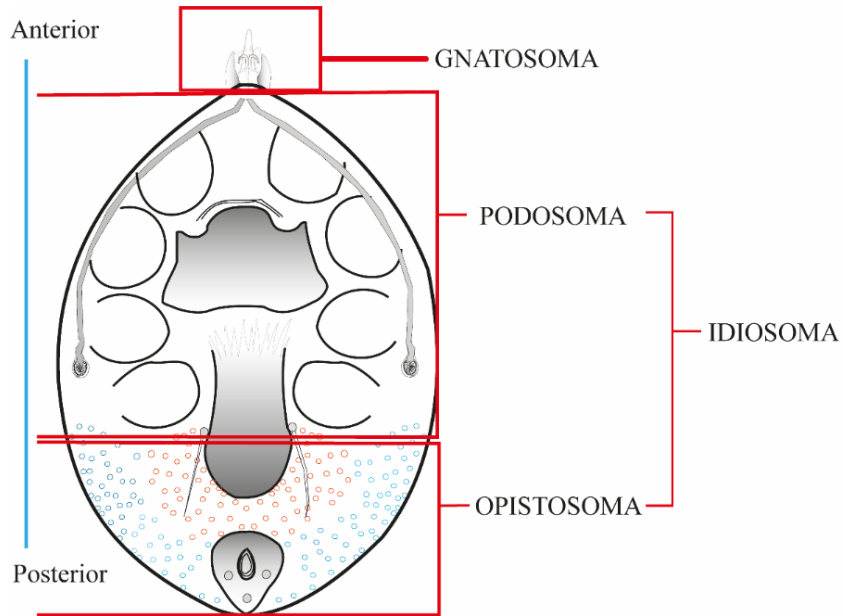


Figura 1. Esquema de división general de ácaro con *Gigantolaelaps wolffsohni* como modelo. Elaboración propia.

El gnatosoma es un aparato de alimentación altamente especializado, esencialmente un tubo que lleva comida conectado con el esófago (Wall y Shearer, 2001). Puede presentar una prominencia dorsal anterior conocida como epistome (o tectum capitulum)(Krantz y Walter, 2009), que puede adquirir diversas formas según el grupo de ácaro (Lindquist et al., 2009). Adicionalmente, el gnatosoma presenta un par de cornículos en forma de cuerno que surgen en el extremo del hipostoma y suelen estar bien esclerotizados y, en ocasiones, furcados o dentados (Dhooria, 2016; Lindquist et al., 2009) (Figura 2).

La base del subcapitulum tiene un surco mediano (surco deutoesternal) con filas de uno a muchos dentículos (Dhooria, 2016). Detrás del gnatosoma, en la línea media, se encuentra el tritoesternón, que tiene forma de tallo y consta de una porción basal y dos o tres apófisis distales setiformes (Baker y Wharton, 1952; Dhooria, 2016), que tienen función sensorial (Moraza y Balanzategui, 2015) (Figura 2). El tritoesternón interactúa con el deutoesternón para recuperar el exceso de líquidos de la comida durante la alimentación y moverlo de vuelta a la zona oral (Houck, 1994).

El infracapítulo o subcapítulo forma la parte anterior del gnatosoma, y sus paredes externas están formadas por las coxas agrandadas del palpo (o pedipalpo) (Dhooria, 2016). Los palpos son órganos sensoriales simples que ayudan al ácaro a localizar su comida (Krantz y Walter, 2009). Éstos presentan seis segmentos móviles: trocánter, fémur, gena, tibia, tarso y apotele (Dhooria, 2016) (Figura 2).

Entre los palpos hay un par o tres quelíceros segmentados que son usados para desgarrar, agarrar o perforar, y su estructura puede estar altamente modificada dependiendo de sus hábitos alimenticios (Lareschi, 2017; Wall y Shearer, 2001) (Figura 2). Los quelíceros son apéndices retráctiles que se mueven dentro de vainas (Lareschi, 2017) y son el primer y único par de apéndices preorales que se encuentran dorsales a la boca (Dhooria, 2016). Generalmente terminan en una quela que se compone de un dedo fijo dorsal y un dedo móvil ventral (Dhooria,

2016; Krantz y Walter, 2009) (Figura 2). En los machos de muchos Mesostigmata, el dígito móvil se modifica para la transferencia de esperma (espermadáctilo) (Dhooria, 2016; Krantz y Walter, 2009). La morfología de los quelíceros es muy importante en el éxito evolutivo de los ácaros y es una adaptación esencial a una vida parásita (Houck, 1994).

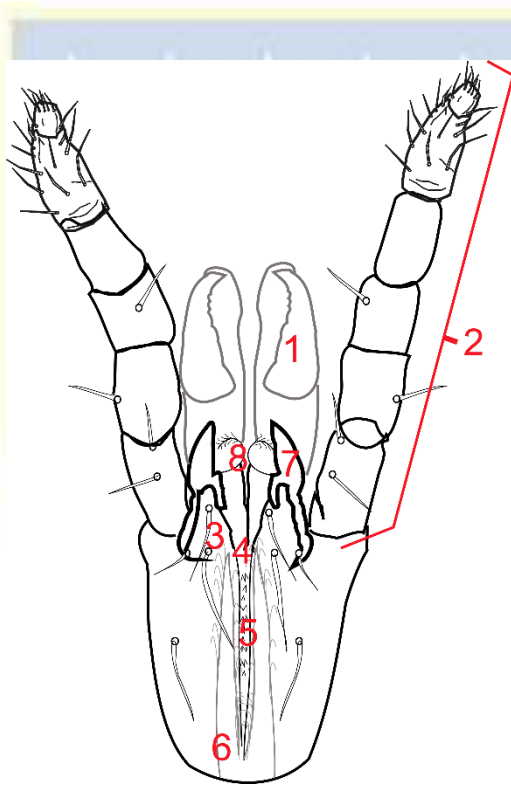


Figura 2. Imagen de gnatósoma de *Gigantolaelaps wolffsohni*. 1. Quelíceros 2. Palpo. 3. Hipostoma 4. Surco deutoesternal 5. Dentículos del surco deutoesternal 6. Tritoesternón 7. Cornículo 8. Malaes interna

El idiosoma presenta una gran diversidad de forma, quetotaxia y grado de esclerotización (Dhooria, 2016) (Figura 3). Puede tener dos o más placas o escudos dorsales esclerotizados y dos o más placas ventrales: esternal, genital, ventral (o genitoventral) y anal (Lareschi, 2017) (Figura 3). Estas placas

proporcionan un grado de protección contra la depredación y las condiciones ambientales extremas y también sirven como sitios para la fijación muscular (Dhooria, 2016).

La placa esternal se ubica posterior al tritoesternón (Baker y Wharton, 1952) (Figura 3). La placa genital puede ser única y portar generalmente 0-1 par de setas genitales (Moraza y Balanzategui, 2015) (Figura 3). Cuando existe una única placa genital ésta puede presentarse libre o puede fusionarse con alguna de las placas adyacentes formando una placa genito-ventral (que porta las setas genitales y una a todas las ventrales) o incluso genito-ventri-anal (incorporando algunas o todas las sedas de las tres placas) (Moraza y Balanzategui, 2015).

Las setas dorsales y ventrales, a menudo forman patrones predecibles en el idiosoma de los ácaros mesostigmátidos que hacen posible un sistema de notación con caracteres diagnósticos (Lindquist et al., 2009). La quetotaxia dorsal (distribución de las setas) se representa por pares de filas longitudinales: cuatro pares en el podosoma denominadas j, z, s, r; cinco en el opistosoma J, Z, S, R, UR) y 11 líneas transversales (seis podonotales y cinco opistonotales), donde cada seta de las filas longitudinales se numera consecutivamente desde el extremo anterior al posterior del podonotum y del opistonotum (Moraza y Balanzategui, 2015). La quetotaxia de los distintos grupos de este orden tiene gran valor taxonómico (Krantz y Walter, 2009). Además de las setas, también se encuentran en la zona dorsal liofisuras características (cúpulas, poroides), poros

de glándulas y cicatrices de inserción muscular (sigilla) (Lindquist et al., 2009), todos estos con gran importancia taxonómica (Moraza and Balanzategui, 2015).

En muchos ácaros la respiración toma lugar a través de uno a cuatro pares de aberturas respiratorias, llamadas estigma o espiráculos (Wall y Shearer, 2001) (Figura 3). La presencia o ausencia de estigma, así como su ubicación son características extremadamente importante en la identificación de diferentes órdenes y subórdenes de la subclase (Dhooria, 2016; Krantz y Walter, 2009; Lareschi, 2017; Wall y Shearer, 2001). Los estigmas conducen a un complejo y ramificado sistema de tráquea. Una de las principales características morfológicas de los Mesostigmata es la presencia de espiráculos dorsolaterales a las coxas II-IV, con peritremas alargados (Lareschi, 2017) y estigmas laterales, los cuales a veces se encuentran en placas peritremales especiales (Baker and Wharton, 1952).

Las patas tienen una función locomotora y presentan segmentos, cuya quetotaxia es de importancia taxonómica, estos son: coxa, trocánter, fémur, gena, tibia, tarso y pretarso (Lareschi, 2017). Los mesostigmátidos presentan patas bien esclerotizadas (Baker and Wharton, 1952), articulando libremente con el cuerpo (Dhooria, 2016). Los adultos y las ninfas tienen cuatro pares de patas, y las larvas tienen tres pares (Krantz y Walter, 2009).

Los propioceptores (aberturas distintivas similares a poros que sirven como estructuras sensoriales) están presentes en las patas, palpos, quelíceros (en

Opilioacariformes y Parasitiformes) e idiosoma en toda la Subclase Acari (Dhooria, 2016; Krantz y Walter, 2009). Los propioceptores pueden tener la forma de pequeñas hendiduras cubiertas de membrana, órganos de detección de hendiduras o poroides; mientras que los órganos quimiosensoriales se encuentran en los segmentos terminales de las patas I – II y en el palpos (Dhooria, 2016).

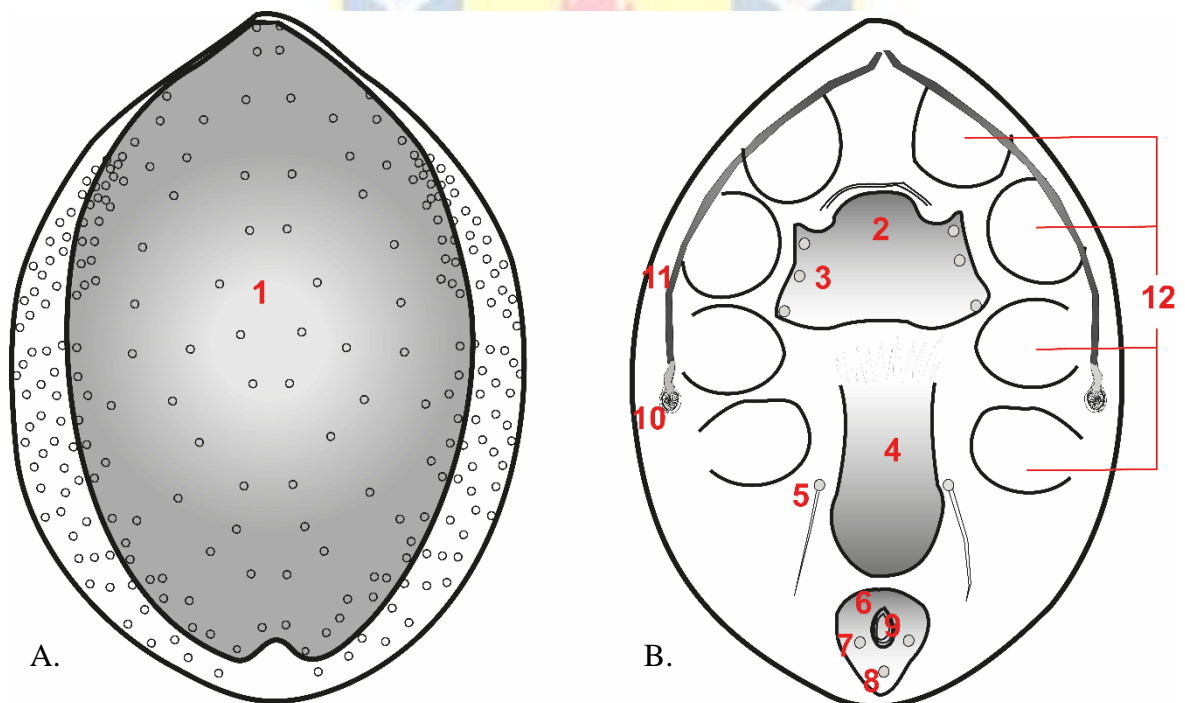


Figura 3. Idiosoma vista dorsal (A) y vista ventral (B) de *Gigantolaelaps wolffsohni*. 1. Placa dorsal, círculos representan puntos de inserción de setas dorsales y poros 2. Placa esternal, 3. Punto de inserción de setas esternales, 4. Placa genital, 5. Seta genital, 6. Placa anal, 7. Punto de inserción de seta adanal, 8. Punto de inserción de seta post adanal, 9. Abertura anal, 10. Estigma, 11. Peritrema y placa peritremal alargada, 12. Punto de inserción de coxas.

Presentan una reproducción sexual, biparental o con distintas estrategias partenogénicas, facultativas o no (Lindquist et al., 2009; Moraza y Balanzategui,

2015; Strandtmann y Wharton, 1958). Algunas especies de ácaros Mesostigmata son ovíparas, mientras que otras nacen directamente como larvas vivas (Lareschi, 2017). El desarrollo ontogenético en este grupo se limita a una larva y dos estadios ninfales antes de la aparición del adulto: protoninfa y deutoninfa (Lindquist et al., 2009; Moraza y Balanzategui, 2015). El tiempo de desarrollo desde el huevo hasta el adulto es muy variable, desde horas a unos pocos días, semanas, meses o años en algunas especies (Krantz y Walter, 2009). La duración del ciclo de vida se ve muy afectada por la humedad, la temperatura y el suministro de alimentos (Dhooria, 2016; Strandtmann y Wharton, 1958).

Dentro de cada familia del orden Mesostigmata, se observan características morfológicas específicas, que la distinguen de otros grupos. Por ejemplo, la familia Laelapidae, la cual es bastante diversa y se distribuye mundialmente (Krantz y Walter, 2009). Los miembros de esta familia tienen una placa anal triangular o alargada, con abertura anal generalmente en el tercio medio (Lareschi, 2017). La placa dorsal no se encuentra dividida (Baker y Wharton, 1952) y no se estrecha posteriormente, sino que tiene un borde posterior redondeado o recto (Lareschi, 2017). Adicionalmente, la placa dorsal presenta más de 23 pares de setas (Dhooria, 2016). La placa genital tiene forma de gota, de frasco o se excava posteriormente (Baker y Wharton, 1952; Dhooria, 2016) con un borde posterior redondeado o recto (Lareschi, 2017). El estigma se localiza entre las patas III y IV (Dhooria, 2016) y los peritremas son alargados

(Baker y Wharton, 1952). Los quelíceros poseen dedos más anchos en su base, formando una pinza (Lareschi, 2017).

La familia Laelapidae, está constituida por los ectoparásitos más comunes de marsupiales y roedores (Lareschi, 2017), asociándolos a roedores del Nuevo Mundo (Cricetidae: Sigmodontinae: Oryzomyini) y del Viejo Mundo (Muridae: Murinae)(Gettinger et al., 2011), alcanzando en el Neotrópico una diversidad de especies extremadamente alta (Gettinger et al., 2005). Aquí es donde se distribuyen los ácaros pertenecientes al género *Gigantolaelaps* Fonseca 1939 (Acari: Mesostigmata: Laelapidae) (Abba et al., 2001), el cual destaca por su tamaño, ya que sus integrantes poseen dimensiones mayores que cualquier otro representante de la familia (Fonseca, 1939).

Los ácaros del género *Gigantolaelaps* alcanzan una longitud del idiosoma por sobre 1400 μm (Furman, 1972), adicionalmente poseen singulares características morfológicas: (1) La hembra adulta presenta un escudo dorsal generalmente mayor a 1200 μm (Furman, 1972); (2) La placa peritremal no continúa más allá del estigma y la placa dorsal es mayor a 1 mm de longitud (Lareschi, 2017); (3) El escudo esternal tiene una proyección anteromediana (Furman, 1972); (4) Posee un par de setas en la placa epiginial y setas posteriores de la coxa II mucho más largas que todas las otras setas coxales (Furman, 1972) y (5) En la gena IV presenta 10 setas y en la tibia IV tiene 10 u 11 setas (Fonseca, 1939; Furman, 1972).

Este ácaro ha sido reportado desde distintos lugares del Neotrópico: Brasil (Gettinger, 1987; Gettinger et al., 2005; Lareschi et al., 2004), Argentina (Abba et al., 2001; Castro et al., 1987; Colombo et al., 2013; Lareschi et al., 2004), Uruguay (Marcela Lareschi et al., 2006), Perú (Gettinger y Gardner, 2015), México (Estébanes-González y Cervantes, 2005; Lee y Furman, 1970), Islas Galápagos (Gettinger et al., 2011), Ecuador (Lee, 1966), Estados Unidos (Carmichael et al., 2007; Morlan, 1951; Morlan y Strandtmann, 1949), Bolivia (Lee, 1966), Venezuela (Furman, 1972; Lee y Furman, 1970), Paraguay (Lareschi et al., 2004), Guatemala (Lee y Furman, 1970), Chile (Lareschi y González-Acuña, 2010), Colombia y Costa Rica (Lee, 1966; Lee y Furman, 1970).

Los miembros del género *Gigantolaelaps* se han descrito como ectoparásitos exclusivo de roedores sigmodontinos de la tribu Oryzomyini (Correia, 2015; Gettinger, 1987; Lareschi et al., 2004). Inclusive, autores aseveran que muchas de estas especies de ácaros son especie-específicos debido a la alta y consistente prevalencia e intensidad de infestación con un hospedero en particular: *Gigantolaelaps amazonae* (Furman) con *Oryzomys bicolor* (Tomes), *Gigantolaelaps oudemansi* (Fonseca) con *Oryzomys capito* (Olfers), *Gigantolaelaps guimaraesi* (Lizaso) con *Oryzomys concolor* (Wagner), *Gigantolaelaps vitzthumi* (Fonseca) con *Oryzomys subflavus* y *Gigantolaelaps goyanensis* (Fonseca) con *Nectomys squamipes* (Brants)(Gettinger, 1987). Adicionalmente, se ha determinado la especie-especificidad de ácaros del género *Laelaps* y *Gigantolaelaps* mediante estudios morfométricos utilizando

fenogramas y análisis de componentes principales (Gettinger y Owen, 2016). En este estudio también se observó una estructuración o división por distancia y zona ecológica entre los individuos de la especie *G. oundemasi*, por lo que el autor sugiere que se trataría de un complejo de especies (Gettinger y Owen, 2016).

Un complejo de especies o especies crípticas, se define como un grupo de especies estrechamente relacionadas, las cuales son muy similares morfológicamente, al punto que los límites entre ellas a menudo no están claros (Dantas-Torres et al., 2018). Los ácaros en particular suelen presentar muchas especies que son morfológicamente similares y, por lo tanto, difícilmente distinguibles (Schäffer et al., 2010). Adicionalmente, los animales microscópicos, en comparación con organismo más grandes, suelen presentar una mayor heterogeneidad ambiental a escalas más pequeñas, lo que da como resultado más zonas ecológicas disponibles, y esto, a su vez, puede contribuir al desarrollo de más especies por unidad de área, por lo que se espera que los complejos de especies sean comunes en la subclase Acari (Skoracka et al., 2015), así como son comunes de encontrar en todo el grupo de los artrópodos (Bickford et al., 2007).

Se han podido resolver casos de complejos de especies mediante análisis morfométricos tradicionales y morfometría geométrica a lo largo de diferentes taxa. Un ejemplo es el complejo de especies de ácaros *Acarorum* (Acari, Heterostigmata), del cual se evidenciaron cuatro diferentes especies mediante

análisis morfométricos multivariados (Jagersbacher-Baumann, 2014). Asimismo, se lograron separar correctamente a dos ácaros crípticos del género *Cheletophydes* en *C. venator* y *C. torridae* mediante estadística multivariada analizando su morfometría (Klimov et al., 2006). Estos autores han demostrado que la morfometría tradicional puede ser una herramienta útil y de fácil acceso para poder diferenciar especies crípticas.

En Chile, la única especie descrita de este género es *Gigantolaelaps wolffsohni* (Oudemans 1910), descrita por primera vez desde ejemplar de Valparaíso, bajo el nombre de *Laelaps wolffsohni*, y posteriormente adscrita al género *Gigantolaelaps* (Morlan, 1951). Este ácaro se ha reportado en zonas aisladas en Valparaíso, Río Melado, Concepción, Chiloé y La Junta, Aysén (Lareschi y González-Acuña, 2010). Esta especie no tendría una distribución exclusiva en Chile, puesto que también ha sido reportada en Brasil (Gettinger, 1987), Uruguay (Marcela Lareschi et al., 2006), Argentina (Lareschi et al., 2003), Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú (Lee, 1966) y Venezuela (Furman, 1972; Lee, 1966), con casos aislados en distintas zonas de estos países. Suele estar asociado a roedores de la tribu Oryzomyini y, en Chile se ha observado parasitando a *Oligoryzomys longicaudatus* (Lareschi y González-Acuña, 2010). Actualmente, no existen estudios de este ácaro en ámbitos ecológicos o biogeográficos, por lo que no se sabe si ocurre una estructuración o división de poblaciones ligada a factores como el hospedador y/o ambiente a lo largo de su

distribución, y que, nos haga pensar en un complejo de especies, como ocurre en *G. oundemasi* (Gettinger y Owen, 2016).

c. Roedores del género *Oligoryzomys*, hospederos de ácaros *Gigantolaelaps*.

La tribu de roedores Oryzomyini es la más diversa dentro de la subfamilia Sigmodontinae, constituida por 120 especies y 31 géneros, de las cuales 83 son endémicas del continente Sudamericano (Valencia-Pacheco et al., 2011). Dentro de esta tribu se encuentra el género *Oligoryzomys* Bangs 1900 conformado por ratones de pequeño tamaño del Nuevo Mundo (Palma et al., 2005). Su distribución actual es desde América del Sur (Chile y Argentina) hasta el norte, cerca de la frontera entre México y Estados Unidos (Weksler y Bonvicino, 2015).

La presencia de roedores de esta tribu, reconocidas por habitar ambientes húmedos (Weksler, 2006), se vio fuertemente afectada en el extremo sur de Sudamérica debido a que los periodos glaciales generaron condiciones áridas en esta zona (Valencia-Pacheco et al., 2011). En consecuencia, un amplia área de la Patagonia y Tierra del Fuego solo presentaría una especie de la tribu, *O. longicaudatus*, la cual ha logrado colonizar ambientes con condiciones térmicas tan diversas como las que imperan en el extremo sur del desierto de Atacama o en la Patagonia (Palma et al., 2005; Valencia-Pacheco et al., 2011).

Las similitudes morfológicas dentro de las especies del género *Oligoryzomys* han llevado a problemas en su diferenciación, por lo que el desarrollo de herramientas moleculares ha sido de gran utilidad para definir la taxonomía, sistemática y distribución geográfica de este grupo (González-Iltig et al., 2010b, 2010a; Palma et al., 2012). En Chile, el escenario es similar para la única especie que presenta: *O. longicaudatus*, nativa de Chile y Argentina (González-Iltig et al., 2010b).

Se distribuye en el flanco oriental y occidental de la cordillera de los Andes, desde Atacama a Tierra del Fuego en Chile (Weksler y Bonvicino, 2015). Se sugiere que tuvo su radiación en el sur, desde donde colonizó hacia el norte (Palma et al., 2005). Mann (1978) y Osgood (1942) reconocieron a *O. longicaudatus* como la única especie del género presente en el país, clasificándola en base a caracteres morfológicos, en tres subespecies con rangos geográficos definidos: *O. l. longicaudatus*, desde el Valle de Copiapó (27°S) al sur del río Biobío (Concepción) (37°S); *O. l. philippii* desde el río Biobío hasta latitud 50°S, y *O. l. magellanicus* en el extremo sur de Chile desde la latitud 50°S (Magallanes and Tierra del Fuego) (Mann, 1978; Osgood, 1943).

Posteriormente, otros estudios sinonimizaron a *O. l. longicaudatus* y *O. l. philippii* en una única especie, *O. longicaudatus*, con una distribución geográfica extensa (27°S-50°S) (Gallardo y Palma, 1990; Gallardo y Patterson, 1985; Palma et al., 2005). Igualmente, se ha mencionado que esta especie posee diferencias morfológicas y genéticas significativas con *O. l. magellanicus* (Gallardo y Palma,

1990), por lo que algunos autores afirman que *O. l. magellanicus* es una especie distinta y no una subespecie: *O. magellanicus* (Gallardo y Palma, 1990; Guzman et al., 2015; Weksler y Bonvicino, 2015).

Se cree que *O. longicaudatus* y *O. magellanicus* vivirían en simpatria en el extremo sur del Chile (Belmar-Lucero et al., 2009; Weksler y Bonvicino, 2015). Pese a que algunos autores han intentado buscar a *O. magellanicus* en las cercanías a Punta Arenas e islas cercanas, no han tenido éxito (Belmar-Lucero et al., 2009; Palma et al., 2005). Adicionalmente, *O. magellanicus* correspondería a una especie rara y por eso la dificultad de poder capturarla (Weksler y Bonvicino, 2015).

Finalmente, algunos autores han encontrado una evidente segregación geográfica entre distintas poblaciones de *O. longicaudatus* a lo largo de Chile (Palma et al., 2012; Torres-Pérez et al., 2011, 2010). Esta dispersión genética coincide con las tres principales ecorregiones presentes a lo largo del territorio chileno: mediterráneo, bosque templado y bosque magallánico; y a su vez, concuerdan con las primeras descripciones del género *Oligoryzomys* propuesta por Mann (1954) y Osgood (1943), donde se proponían 3 subespecies. Sumamente interesante son las observaciones realizadas por Torres-Pérez et al (2011) quienes concluyen que existe la misma segregación del virus Hanta de los Andes (ANDV), del que *O. longicaudatus* es un reservorio y transmisor.

En su morfología, estos roedores se destacan por ser de pequeño tamaño con una cola larga (casi dos veces el tamaño de su cuerpo, de ahí que son llamados comunmente ratones colilargos) (González-Iltig et al., 2010b). Poseen hábitos nocturnos terrestres y frecuentemente arborícolas (González-Iltig et al., 2010b). Su cola larga y sus patas traseras lo convierten en un buen trepador y saltador, lo que le permite construir nidos en arbustos y árboles, o utilizar nidos abandonados de aves (Spotorno et al., 2000).

Este roedor se adaptó, dentro de su amplio rango geográfico, a distintos tipos vegetativos y condiciones climáticas (Palma et al., 2007; Spotorno et al., 2000). En Chile, son clasificados como una especie eurioica, esto quiere decir que no pertenece a un biotipo específico, pudiendo encontrarse en diversos tipos de ambientes (Reise y Venegas, 1974).

Se encontró que esta especie seleccionaba micrositios con alta densidad de follaje y sotobosque grueso, que le ofrecen protección contra la visión horizontal de depredadores (Weksler y Bonvicino, 2015). En la ecorregión mediterránea suele encontrarse en ambientes de matorral, pero siempre asociado a zonas húmedas (Mann, 1978; Spotorno et al., 2000). De hecho, el ratón colilargo, a diferencia de otros roedores sigmodontinos, es tan dependiente de agua que en condiciones de sequias es de los roedores con tasa más baja de sobrevivencia (Palma et al., 2007).

Se ha estimado que *O. longicaudatus* presenta un amplio rango de hogar y una alta vagilidad (Palma et al., 2007; Spotorno et al., 2000). Respecto de las densidades poblacionales, se han reportado valores de 5,4 individuos por hectárea para bosques patagónicos, mientras que en Chile central tales cifras oscilan entre 24 y 47 individuos por hectárea (Spotorno et al., 2000). Se ha reportado una baja abundancia poblacional en regiones del norte de Chile y una mayor densidad hacia el sur (Palma et al., 2007). Esto sugiere un gradiente latitudinal de abundancia, que probablemente esté relacionado con un aumento en el régimen de precipitación de norte a sur, y/o la disponibilidad de semillas que esto provoca (Meserve et al., 1999). Asimismo, la densidad poblacional suele caer en estaciones de invierno (Meserve et al., 1999). Algo similar se podría esperar en la distribución de sus ectoparásitos, como por ejemplo *Gigantolaelaps wolffsohni*.

En este estudio se utilizará la aproximación de Torres et al., (2011) para estudiar al ectoparásito *G. wolffsohni* debido a: 1. La dificultad en la captura de *O. magellanicus* y su acotado rango geográfico y 2. La comprobada segregación fenotípica y genética que ha mostrado *O. longicaudatus* a lo largo del territorio chileno, en distintas ecorregiones.

d. ***Gigantolaelaps wolffsohni*, ectoparásito de *Oligoryzomys longicaudatus* en Chile.**

Los parásitos suelen encontrarse restringidos a subáreas del rango geográfico de sus hospedadores (Bush et al., 2009), donde los hospederos representan “parches” favorables para el crecimiento y reproducción de los parásitos (Thomas et al., 2005). Por lo tanto, los parásitos suelen vivir en parches separados conectados por eventos de transmisión (Schmid-Hempel, 2021).

Diferentes factores pueden afectar la dinámica poblacional de los parásitos, como por ejemplo las condiciones climáticas, la disponibilidad de hospederos, las barreras geográficas de dispersión o las influencias antropogénicas (Schmid-Hempel, 2021). Si bien no hay barreras geográficas evidentes o características de comportamiento como para producir una discontinuidad poblacional o genética en *O. longicaudatus* en los límites de las distintas ecorregiones, se ha sugerido el aislamiento por distancia y la colonización postglacial como factores importantes que determinan la distribución espacial actual de esta especie en Chile (Palma et al., 2005; Torres-Pérez et al., 2010). Adicionalmente, se ha encontrado que *O. longicaudatus* evidencia signos genéticos de fragmentación, debido a la fragmentación de hábitat (Lazo-Cancino et al., 2017). Lo que a su vez podría generar algo similar en sus parásitos (Poulin, 2007).

Dado que la dinámica ecológica de *O. longicaudatus* varía en las ecorregiones (mediterráneo, bosque templado y bosque magallánico) (Palma et al., 2005;

Torres-Pérez et al., 2011), sus parásitos podrían tener una estructuración similar o incluso más marcada que su hospedador, siguiendo la regla de Fahrenholz (1913) (Ròzsa, 1993). Esto se ha visto, por ejemplo, con el Andes virus (ANDV) y *O. longicaudatus* en Chile, donde ambos presentaron una estructuración similar a lo largo de las tres ecorregiones (Torres-Pérez et al., 2011).

Al considerar todos estos factores como: 1. La heterogeneidad ambiental que Chile y su hospedador le proporcionan a *G. wolffsohni*; 2. El hecho de ser un parásito temporal (macho nidícola, hembra parásita); 3. El hospedador presenta una amplia distribución y las ecorregiones donde se distribuye presentan fragmentación, pudiendo ir en desmedro del flujo génico del hospedero y sus parásitos, y 4. La alta probabilidad de encontrar complejos de especies en ácaros Mesostigmata, hace suponer que existan diferentes poblaciones del ácaro *G. wolffsohni*, del mismo modo como se han sugerido distintas poblaciones para su hospedador, las cuales están segregadas por ecorregiones.

IV. HIPÓTESIS

El ácaro *Gigantolaelaps wolffsohni* presenta más de una población en Chile, diferenciables morfométricamente.

V. OBJETIVOS

a. Objetivo General

- Comparar morfométricamente y morfológicamente los ácaros de la especie *G. wolffsohni* en distintas ecorregiones a lo largo de Chile.

b. Objetivos específicos

- Comparar caracteres morfológicos de los ácaros *G. wolffsohni* presentes en Chile con otras especies del género presentes en Sudamérica.

- Comparar estadísticamente distintos parámetros morfométricos de los ácaros *G. wolffsohni* presentes en tres ecorregiones de Chile.



VI. METODOLOGÍA

a. Captura de roedores y recolección de ectoparásitos

Durante 10 años (2010 al 2019) se realizaron campañas de capturas de roedores en diferentes localidades (Figura 4) y estaciones del año (352 días de muestreo en total). En cada localidad se permaneció entre dos a tres días y los lugares de muestreo seleccionados fueron principalmente parques y reservas nacionales. Cada una de estas zonas posee características propias que favorecen el endemismo de flora y fauna, principalmente de artrópodos y vertebrados (Morrone, 2015).

Se realizaron campañas de muestreo en 44 localidades a lo largo de Chile (Anexo 1). Estas áreas abarcan la distribución geográfica de *O. longicaudatus*, hospedero de *G. wolffsohni* (Lareschi y González-Acuña, 2010; Patton et al., 2015) (Figura 4).

La captura y manipulación de especies de roedores se realizó con permisos emitidos por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) (resoluciones 8082; 1095; 3936; 2988), y el ingreso a áreas silvestres protegidas se hizo con permiso de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) (resoluciones 011; 002; 03; 019; XI-19-15). Además, se contó con permiso del Comité de bioética de la Universidad de Concepción (resoluciones CE 03-2009; CER-18-2012), que asegura el bienestar animal y bioseguridad.

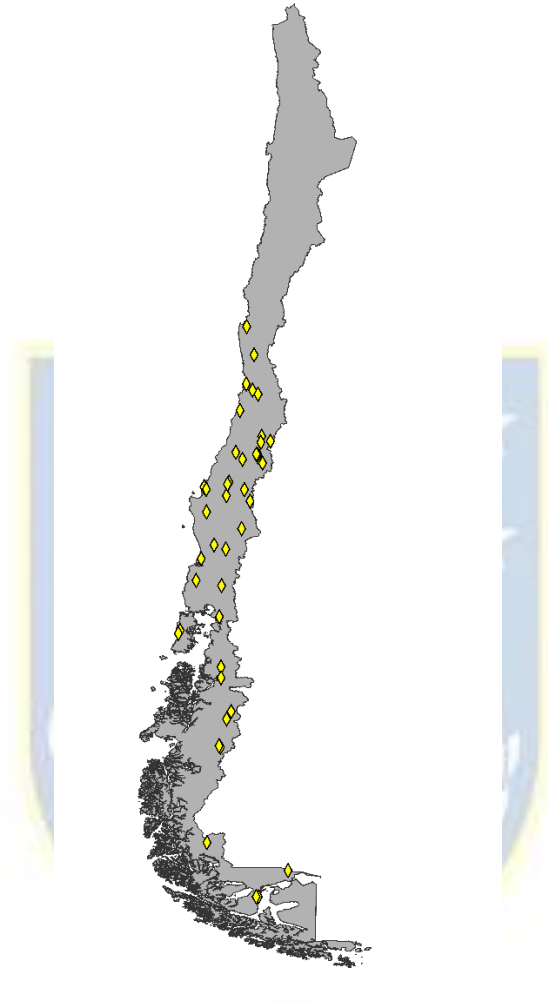


Figura 4. Ubicación geográfica de las distintas localidades (diamantes amarillos) de Chile donde se realizó muestreo de roedores para recolección de *Oligoryzomys longicaudatus* y su ectoparásito *Gigantolaelaps wolffsohni*.

Los roedores fueron capturados con trampas tipo Sherman (ancho 7,5cm largo 18,5cm y alto 9 cm), las cuales se posicionaron en lugares en los que se encontraban rastros de roedores (heces, pelo, etc), o cercanos a madrigueras. Las trampas se cebaron con avena machacada, que ha demostrado ser un cebo eficiente a la hora de capturar roedores (Mills et al., 1995). Las trampas fueron activadas al atardecer y revisadas a la madrugada del día siguiente.

Los roedores capturados se muestrearon individualmente. En primer lugar, se sedaron intramuscularmente con una combinación anestésica de xilacina 2% (5mg/kg) y ketamina 100% (75 mg/kg) (Mayer, 2013). Una vez sedados, se midieron (con pie de metro digital Mitutoyo, error instrumental: +- 0,2 mm/ +- 0,008), se pesaron (con pesola Pesolac ®) y se revisaron exhaustivamente, alrededor de diez minutos, en busca de ectoparásitos. Los ectoparásitos se almacenaron en viales de 1,5 ml (Biologix, USA) con alcohol al 96%, hasta su revisión.

Terminada la inspección de los roedores, y la correcta identificación de la especie mediante claves proporcionadas por Muñoz-Pedrerros and Gil (2009) y Patton et al (2015), fueron liberados en el mismo sitio de captura, una vez finalizado el efecto de la sedación.

La manipulación de roedores se realizó siguiendo las normas de bioseguridad establecidas por la Organización Panamericana de Salud (Organización Panamericana de la Salud, 1999), la cual establece el uso de guantes de látex para la manipulación de roedores. Además, antes de la extracción de los guantes, se hizo un lavado con una solución de hipoclorito (3 cucharadas de cloro en 4,5 litros de agua) y posteriormente se lavaron directamente las manos con abundante agua y jabón. Adicionalmente, se usó en todo momento de la revisión de roedores, un respirador de rostro completo (Serie 6000 3M™) equipado con filtros de partículas ultra finas P100 (Serie 2000 3M™). Finalmente, las trampas

se iban limpiando a diario con desinfectante comercial o con solución de hipoclorito. Todo esto con el fin de eliminar o disminuir el riesgo de exposición a distintos patógenos de los que los roedores son portadores como por ejemplo el virus Hanta (Spotorno et al., 2000) y la bacteria *Leptospira* sp. (Muñoz-Pedrerros y Gil, 2009).

b. Identificación de ácaros y caracteres morfológicos y morfométricos

La revisión de ectoparásitos se realizó en el departamento de Zoología de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción, Concepción ($36^{\circ}49'40''$ S – $73^{\circ}02'14''$ O). Los ácaros fueron separados de otros ectoparásitos, y luego revisados bajo lupa estereoscópica (Marca Motic) para aislar a los ejemplares de interés.

Una vez separados, los ácaros fueron aclarados utilizando solución Nesbit durante 15 minutos a 80°C en baño seco (Aosheng MK2000-1), posteriormente, fueron traspasados a viales con agua desionizada durante 24 horas y finalmente fueron montados en medio Berlese, en portaobjetos individuales. Se dejaron secar por 1 a 2 meses para su posterior visualización bajo microscopio óptico en aumentos de 40x, 100x y 400x (Leica DM 1000 LED). La identificación taxonómica se realizó con las claves de Lee (1966) y Furman (1972). Con respecto a estas claves, se seleccionaron 29 caracteres para medir (morfométricos), y 6 caracteres morfológicos para visualizar cambios en su estructura (Tabla 1, Figura 5 y 6). Los caracteres morfométricos fueron medidos

bajo microscopio óptico con un calibrador ocular micrométrico (0,01mm). Las medidas fueron expresadas en micrómetros (μm).

Se estableció una base de datos en base a mediciones de 120 ácaros, dentro de los cuales 40 pertenecían a la ecorregión mediterránea, 55 a la ecorregión de bosque templado (que incluye a la isla de Chiloé) y 25 a la ecorregión de bosque magallánico. La ecorregión de bosque magallánico se consideró a partir de la latitud 46°S , desde donde comienzan los campos de hielo norte, ya que éstos podrían funcionar como aislamiento geográfico (Palma, 2007).



Tabla 1. Caracteres taxonómicos para *Gigantolaelaps wolffsohni* usadas para estudio morfológico y morfométrico (Furman, 1972; Lee, 1966).

Variable	Abreviatura	Tipo
Largo cuerpo total	LCT	Morfométrica
Ancho cuerpo total	ACT	Morfométrica
Largo placa dorsal	LPD	Morfométrica
Ancho placa dorsal	APD	Morfométrica
Largo placa esternal	LPE	Morfométrica
Ancho placa esternal	APE	Morfométrica
Ancho placa esternal nivel seta II	APEII	Morfométrica
Largo seta genital	LSG	Morfométrica
Largo placa genitoventral	LPG	Morfométrica
Ancho placa genitoventral	APG	Morfométrica
Largo seta j5	LSj5	Morfométrica
Largo seta J5	LSJ5	Morfométrica
Largo seta Z5	LSZ5	Morfométrica
Largo seta adanal	LSA	Morfométrica
Largo seta postanal	LSPA	Morfométrica
Largo seta esternal I	LSEI	Morfométrica
Distancia entre bases seta esternales I	DBSEI	Morfométrica
Distancia entre bases setas esternales III	DBSEIII	Morfométrica
Largo setas centrales y anteriores de opistosoma	LSCAO	Morfométrica
Largo setas laterales y posteriores de opistosoma	LSLPO	Morfométrica
Largo seta gnatosomal	LSGN	Morfométrica
Largo seta hipostomal interior	LSHI	Morfométrica
Largo seta proximal coxa I	LSPCI	Morfométrica
Ancho seta proximal coxa I	ASPCI	Morfométrica
Largo seta distal coxa I	LSDCI	Morfométrica
Largo seta posterior coxa II	LSPCII	Morfométrica
Largo seta (a) fémur I	LSFIA	Morfométrica
Largo seta (b) fémur I	LSFIB	Morfométrica
Seta más larga fémur II	LSFIIL	Morfométrica
Nº hileras de dientes surco deutoesternal	NH SDE	Morfológica
Filas de dientes en surco deutoesternal	F SDE	Morfológica
Forma peritrema	PE	Morfológica
Forma y posición estigma	FPE	Morfológica
Forma placa anal	PA	Morfológica

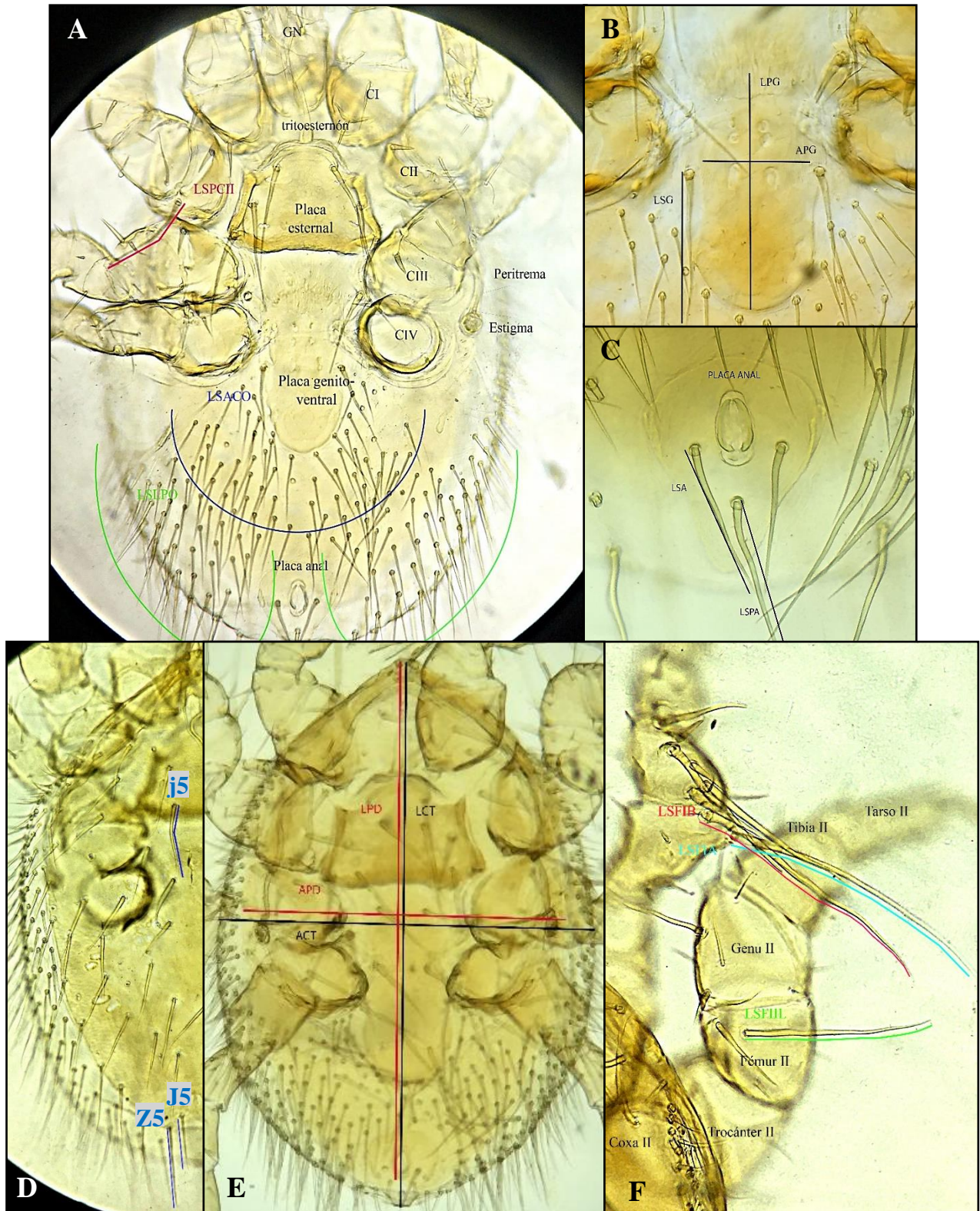


Figura 5. Morfología y caracteres morfométricos del ácaro *Gigantolaelaps wolffsohni* **A.** Ejemplar proveniente de ecorregión mediterráneo vista ventral (40x). CI-IV: coxa I a IV. GN: Gnatosoma. LSPCII: largo seta proximal coxa II. LSACO: largo setas anteriores y centrales de opistosoma. LSLPO: largo setas laterales y proximales opistosoma. **B.** Ejemplar proveniente de Chiloé placa genital (100x). LPG: largo de placa genitoventral. APG: ancho placa genitoventral. LSG: largo seta genital. **C.** Ejemplar proveniente de bosque templado placa anal (100x). LSA: largo seta adanal. LSPA: largo de seta postanal. **D-E.** Ejemplar proveniente de ecorregión mediterráneo vista dorsal (40x) j5: largo seta j5. J5: largo seta J5. Z5: largo seta Z5. LCT (en negro): largo cuerpo total. ACT (en negro): ancho cuerpo total. LPD (en rojo): largo placa dorsal. APD (en rojo): ancho placa dorsal. **F.** Ejemplar proveniente de bosque magallánico pata I y II (100x) LSFIA: largo seta fémur Ia. LSFIB. Largo seta fémur Ib. LSFIL: largo de la seta más larga de fémur II.

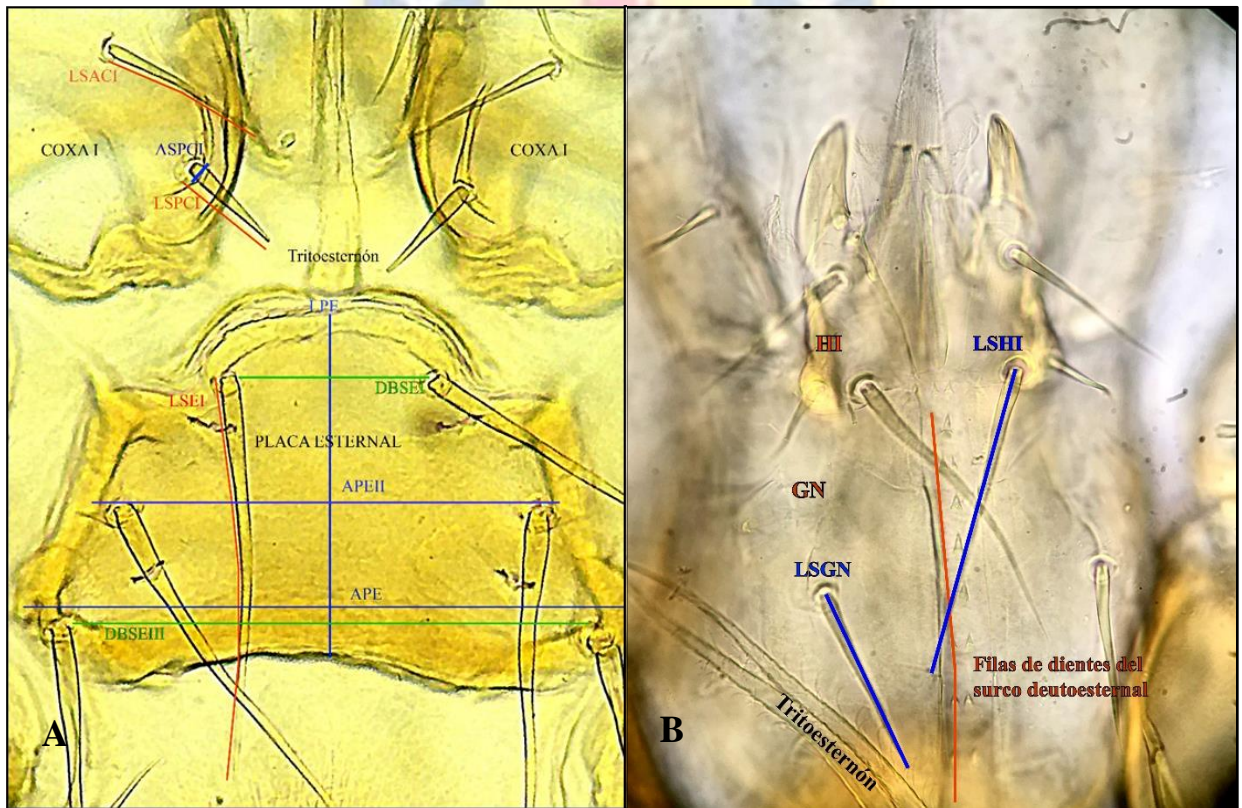


Figura 6. Morfología y caracteres morfométricos del ácaro *Gigantolaelaps wolffsohni* **A.** Ejemplar proveniente de bosque magallánico vista ventral (100x). LPE: largo placa esternal. APEII: ancho placa esternal al nivel de la seta esternal II. APE: ancho placa esternal. LSEI: largo de seta esternal I. DBSEI: distancia entre las bases de las setas esternales I. DBSEIII: distancia entre las bases de

las setas externas III. ASPCI: ancho seta posterior coxa I. LSPCI: largo seta posterior coxa I. LSACI: largo seta anterior coxa I. **B.** Ejemplar proveniente de ecorregión mediterráneo vista de gnatosoma (100x). HP: hipostoma. GN: gnatosoma. LSHI: largo de seta hipostoma interior. LSGN: largo seta gnatosomal.

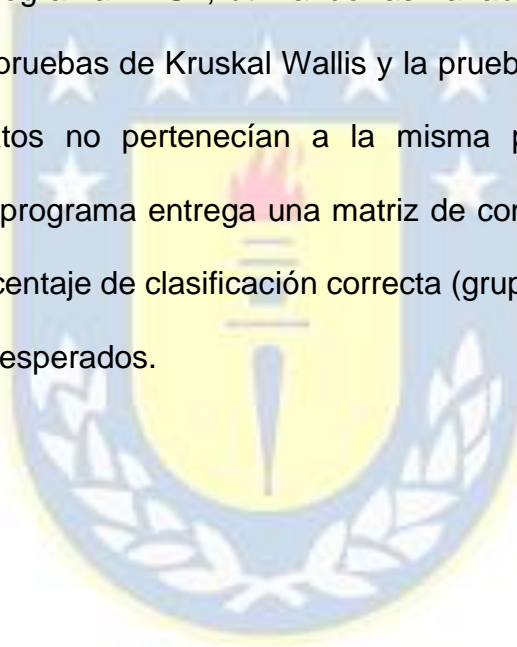
c. Análisis estadístico

Las variables morfométricas se sometieron en primera instancia a un test de normalidad en programa PAST, el que muestra distintos test para evaluar normalidad. En este trabajo se utilizó a la prueba Anderson-Darling A como la más adecuada para tamaños muestrales pequeños ($n < 200$) (Pedrosa et al., 2015). El resultado de esta prueba para la mayoría de las variables fue que no presentaban una distribución normal ($p < 0,05$). Con base en este resultado se optó por elegir pruebas no paramétricas. Se utilizó el software IBM SPSS (Statistics 28), para realizar las pruebas de Kruskal-Wallis y prueba de mediana, con el fin de determinar si los caracteres morfométricos analizados pertenecen a una misma población o a poblaciones distintas. La prueba de significancia utilizada en los análisis de la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de medianas fue de $p < 0,05$, usando el factor de corrección de Bonferroni para análisis de comparaciones múltiples.

La prueba de Kruskal-Wallis es un análogo no paramétrico de análisis de varianza de un factor y detecta diferencias en la ubicación de distribución. La hipótesis nula es que la distribución de la variable X es igual a lo largo de la categoría Y. Mientras tanto, la prueba de mediana tiene como objetivo comparar las medianas

de dos muestras y determinar si pertenecen a la misma población. La hipótesis nula es que las medianas de la variable X son iguales a lo largo de la categoría Y.

Los análisis de componentes principales (ACP) y el análisis discriminante (AD) se realizaron en el programa PAST, utilizando las variables que rechazaron la hipótesis nula en las pruebas de Kruskal Wallis y la prueba de medianas, y que por lo tanto, los datos no pertenecían a la misma población de ácaros. Adicionalmente, este programa entrega una matriz de confusión del AD, con el fin de observar el porcentaje de clasificación correcta (grupos verdaderos) de los determinados grupos esperados.



VII. RESULTADOS

De los 120 ácaros analizados, todos fueron identificados como *G. wolffsohni*, ya que presentaron los caracteres morfológicos descritos por Furman (1972). Estos caracteres son: 1. El margen posterior de la placa dorsal se describe convexo, sin embargo, se ha evidenciado que puede presentar desde una concavidad muy poco profunda hasta una muesca medial pronunciada en ejemplares venezolanos. En este caso el margen posterior de la placa dorsal se observó con una muesca medial pronunciada en la mayoría los ejemplares (Figura 7). 2. La seta Z5 mide $\frac{2}{3}$ o más que la seta J5 (Figura 7). 3. La seta j5 tiene una longitud mayor a la distancia entre las bases de la seta j5 y z5 (Figura 8). 4. La placa genitoventral no se expande detrás de los tricoporos de las setas genitales (Figura 8). 5. La seta genital se expande mucho más allá del margen posterior de la placa genitoventral (Figura 8). 6. La cutícula ventral del opistosoma está provista de muchas setas, donde las setas centrales y anteriores son más cortas de las laterales y posteriores (Figura 8). 7. La placa anal se presenta con forma ampliamente piriforme, con punta, pero de forma invertida (Figura 9). 8. Seta adanal un poco más larga que la mitad de la longitud de la seta postanal (Lee, 1966) (Figura 9). 9. Seta distal de coxa I setiforme y más delgada que seta proximal, la cual puede ser de setiforme hasta algo hinchada en la base (Figura 10). 10. Dos setas prominentes en fémur I de tamaños similares (Figura 11). 11. Un par de setas apicodorsales prominentes y muy desiguales en el fémur II, donde una es 2 o más veces más larga que la otra (Figura 12) (Furman, 1972).

12. El primer par de setas esternas suelen sobrepasar en largo la base del tercer par de setas esternas (Figura 13).

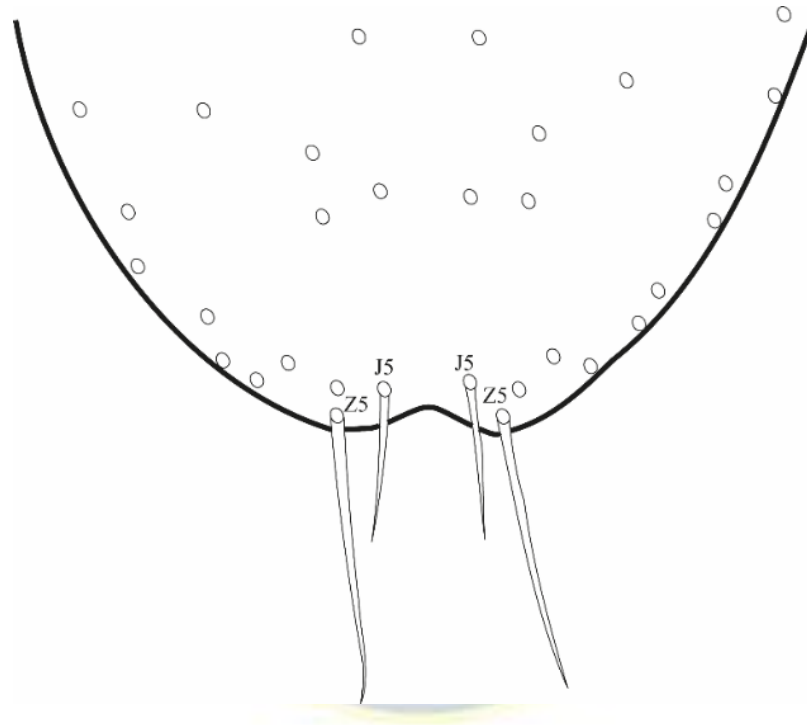


Figura 7. Zona posterior de placa dorsal de *Gigantolaelaps wolffsohni*, esquematizando las setas J5 y Z5. Elaboración propia.

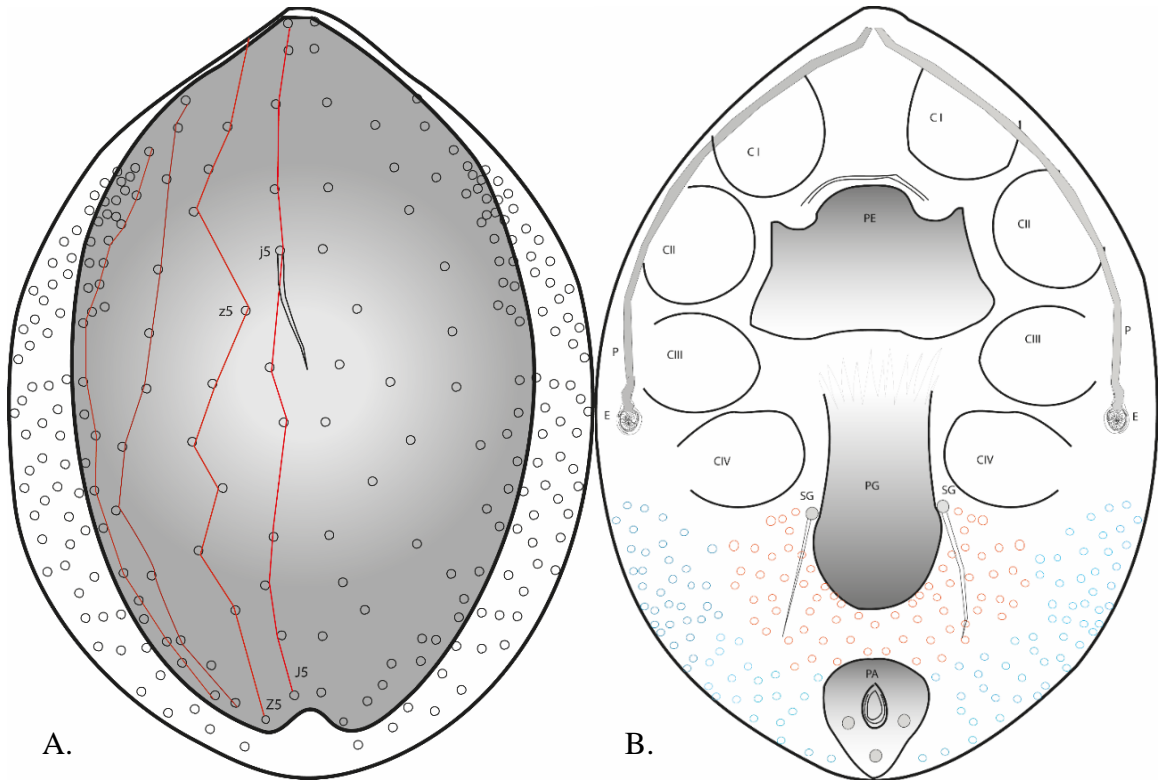


Figura 8. A. Idiosoma y placa dorsal (en color gris) de *Gigantolaelaps wolffsohni* esquematizando el largo de la seta j5 y punto de inserción de la seta z5. B. Idiosoma ventral de *Gigantolaelaps wolffsohni*: PE: placa esternal, PG: placa genital, SG: seta genital; PA: placa anal, CI-IV: coxa I – IV, P: peritrema, E: estigma. Círculos rojos: punto de inserción de setas centrales y anteriores del opistosoma. Círculos celestes: punto de inserción de setas laterales y posteriores del opistosoma. Elaboración propia.

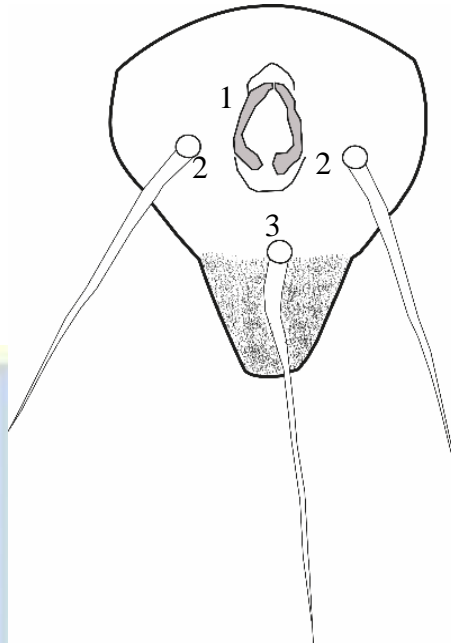


Figura 9. Placa anal, con forma piriforme de *Gigantolaelaps wolffsohni*. 1. Abertura anal, 2. Seta adanal, 3. Seta postadanal. Elaboración propia.

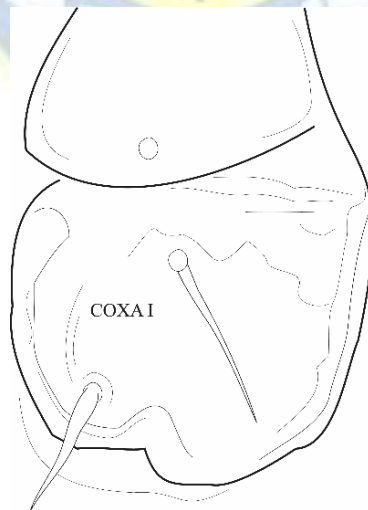


Figura 10. Coxa I de *Gigantolaelaps wolffsohni* esquematizando la seta proximal (abajo) y seta distal (arriba). Elaboración propia.

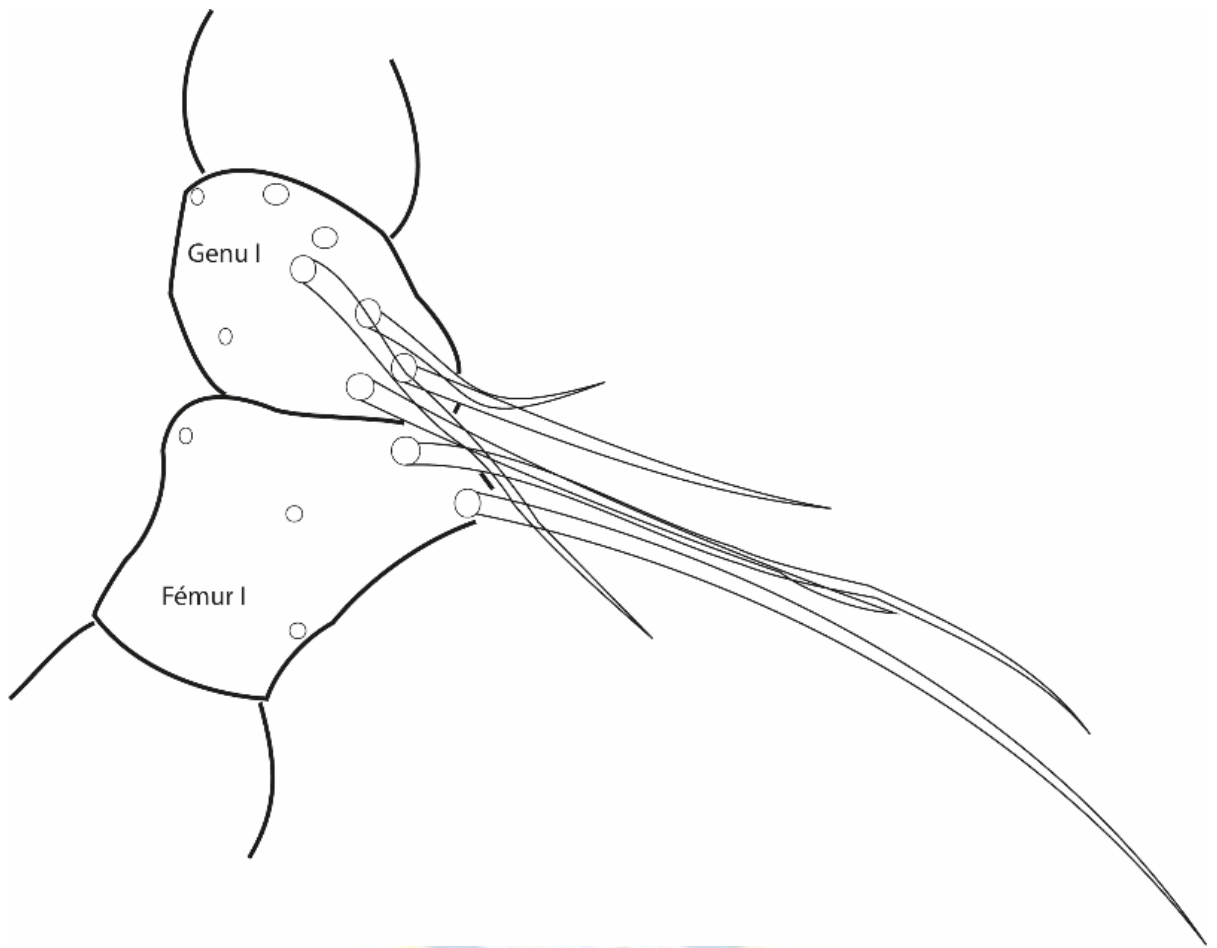


Figura 11. Fémur y gena de la pata I de *Gigantolaelaps wolffsohni* esquematizando las setas dorsales de ambos segmentos. Elaboración propia.

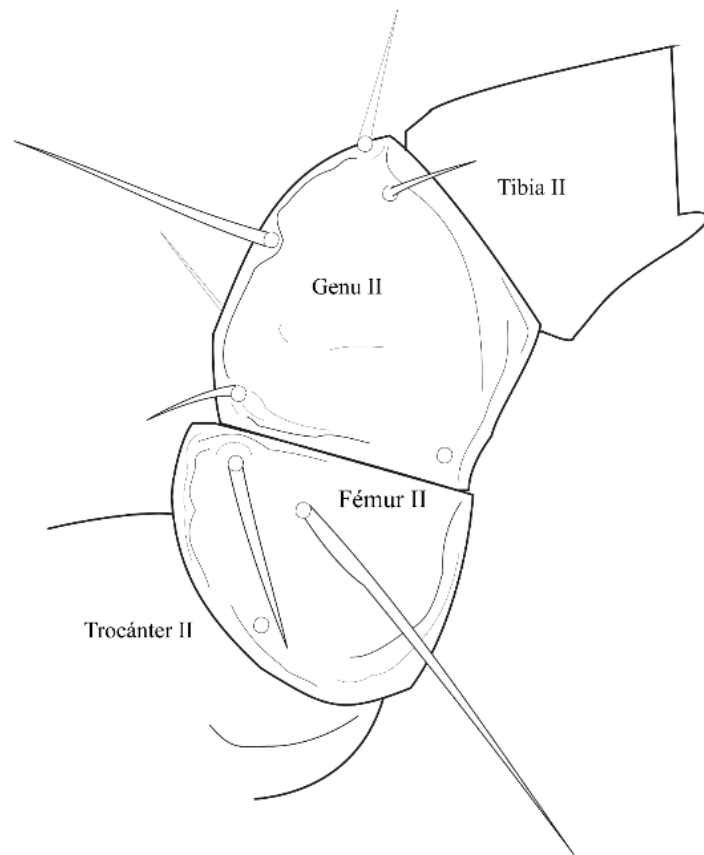


Figura 12. Trocánter, fémur, gena y tibia de la pata II de *Gigantolaelaps wolffsohni* esquematizando las principales setas del fémur II y gena II. Elaboración propia.

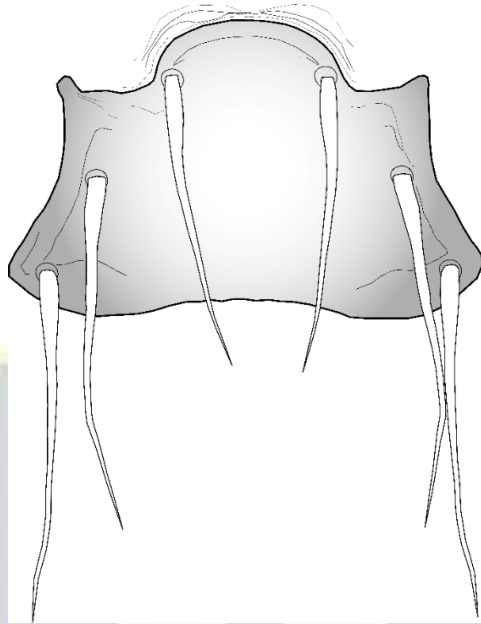


Figura 13. Placa esternal de ejemplar *Gigantolaelaps wolffsohni* proveniente de la ecorregión mediterránea. Elaboración propia.

Además, se observó que la placa esternal presenta una marcada proyección anteromediana, con ángulos anterolaterales producidos anterolateralmente, así como que la seta esternal I se observa más corta que la seta esternal III, concordando con lo descrito por Furman (1972) (Figura 13).

En los ejemplares observados, los peritremas se presentan según se describe para el género (Furman, 1972), con una placa peritremal alargada, más allá de la coxa II pero que no se extiende hasta el estigma respiratorio. El estigma se ubica siempre entre la coxa III y la coxa IV (Figura 14). Del mismo modo, se observó que el gnatosoma se presenta según lo descrito por Furman (1972) excepto por

el surco deutoesternal, el cual presenta a lo largo de Chile, 8 a 12 filas de dientes, con 1 a 4 dientes por fila (Figura 15).

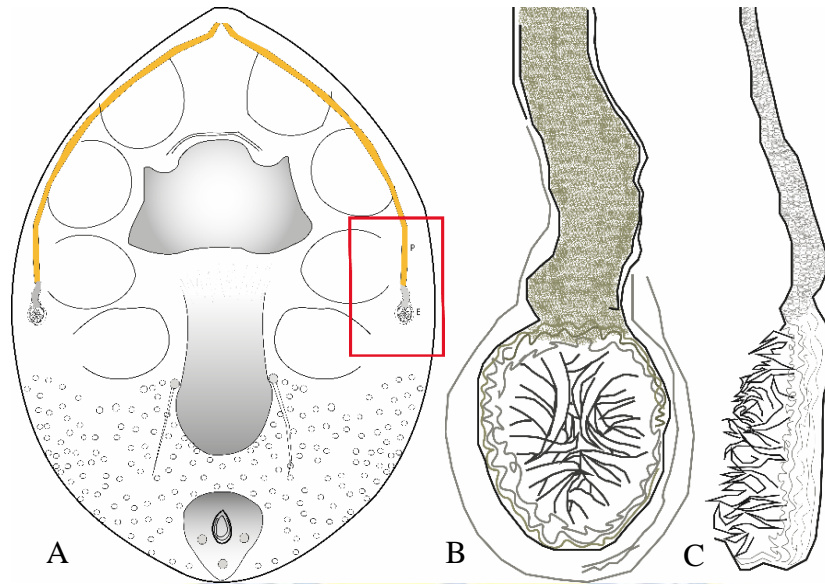


Figura 14. Sistema respiratorio externo de ácaro *Gigantolaelaps wolffsohni*. A. En anaranjado se observa la disposición de peritremas y placas peritremales en el idiosoma. En cuadrado de borde rojo se observa peritrema y estigma, amplificado en imágenes siguientes (B y C). B. Vista ventral de estigma y comienzo de peritrema. C. Vista lateral de estigma y comienzo de peritrema. Elaboración propia

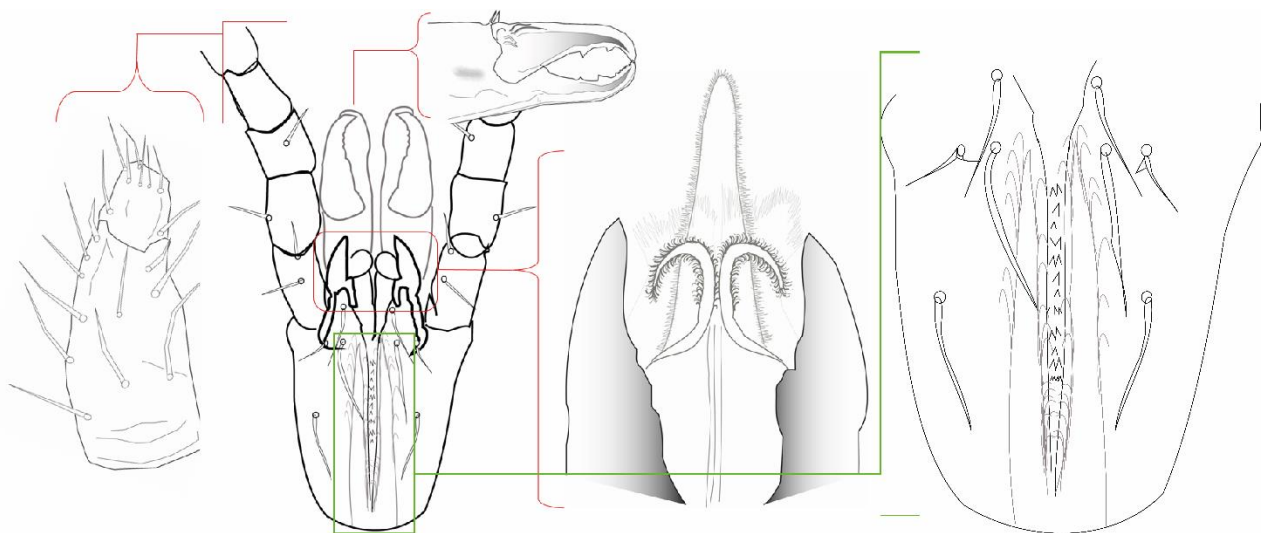


Figura 15. Gnatosoma de *Gigantolaelaps wolffsohni*, donde se esquematiza con

vista ampliada (de izquierda a derecha) el tarso del palpo, quelícero, aparato bucal (cornículos, malae interna, labrum) y surco deutoesternal.

En relación a los análisis morfométricos, la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de medianas arrojaron como resultado que el mediterráneo v/s bosque templado y bosque magallánico presentan diferencias significativas para ambas pruebas estadísticas en las medidas morfométricas de largo de placa dorsal (LPD), largo de setas centrales y anteriores del opistosoma (LSCAO) y ancho de seta proximal de coxa I (ASPCI). Asimismo, la ecorregión de bosque magallánico presenta diferencias significativas con las otras dos ecorregiones, para ambas pruebas estadísticas en siete variables: largo y ancho de placa genital (LPG, APG), largo seta adanal (LSA), distancia entre las bases de la seta esternal I (DBSEI), largo de setas centrales y anteriores del opistosoma (LSCAO), largo de setas laterales y posteriores del opistosoma (LSLPO) y largo seta gnasotomal (LSGN) (Tabla 2). El largo de la seta adanal (LSA), el largo de las setas centrales y anteriores del opistosoma (LSCAO) y la distancia entre las bases de la seta I de la placa esternal (DBSEI) parecieran ser dos medidas claves que estarían representando una mayor variabilidad entre las poblaciones de ácaro de la especie *G. wolffsohni* tanto a nivel de localidades como a nivel de ecorregiones (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación entre ecorregión mediterráneo, bosque templado y bosque magallánico, para distintas variables morfométricas del ácaro *Gigantolaelaps wolffsohni*, utilizando las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis (KW) y medianas (PM) con significancia de 0,05 ($p < 0,05$) con corrección de Bonferroni. Las variables que representaron diferencias significativas se destacan en color.

Variable\prueba	Mediterráneo - B. templado		Mediterráneo - B. magallánico		B. templado - B. magallánico	
	KW*	PM**	KW	PM	KW	PM
LCT						
ACT						
LPD	Yes		Yes			
APD	Yes		Yes			
LPE						
APE						
APEII						
LSG	Yes				Yes	
LPG			Yes		Yes	
APG			Yes		Yes	
LSj5	Yes				Yes	
LSJ5	Yes		Yes			
LSZ5						
LSA			Yes		Yes	
LSPA		Yes			Yes	
LSEI	Yes				Yes	
DBSEI			Yes		Yes	
DBSEIII			Yes		Yes	
LSCAO	Yes		Yes		Yes	
LSLPO					Yes	
LSGN			Yes		Yes	
LSHI					Yes	
LSPCI	Yes		Yes			
ASPCI	Yes		Yes			
LSDCI					Yes	
LSPCII						
LSFIA						
LSFIB		Yes			Yes	
LSFIIL	Yes				Yes	

El análisis de componentes principales (ACP), realizado en base a una matriz de correlación entre grupos, mostró al componente principal 1 (CP1) explicando el 67% de la varianza y al componente principal 2 (CP2) explicando el 32,9% restante (Figura 16). Aquí, se observa una leve separación de la ecorregión de bosque magallánico con las otras ecorregiones. Esto no se observa para la ecorregión mediterráneo y bosque templado, donde las poblaciones se ven solapadas (Figura 16). El mayor porcentaje de variabilidad es explicado por el CP1, donde las medidas que presentaron mayor variabilidad fueron el largo y ancho de la placa dorsal (LPD, APD) y el largo y ancho de la seta proximal de la coxa I (LSPCI, ASPCI), mientras que en el CP2, la mayor variabilidad fue dada por el largo de la placa genital (LPG), la distancia de las bases de la seta esternas III (DBSEIII), las setas centrales anteriores y laterales posteriores del opistosoma (LSCAO, LSLPO) y el largo de la seta gnatosomal (LSGN).

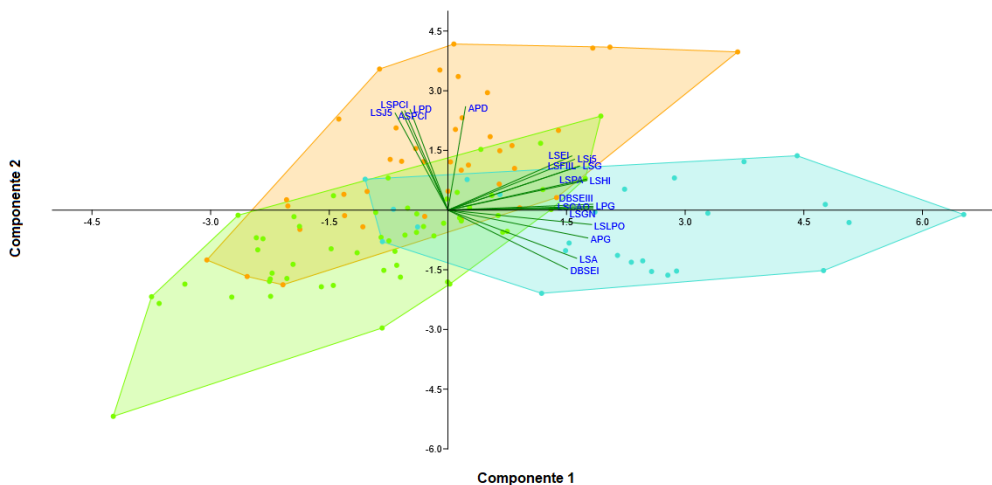


Figura 16. Análisis de componentes principales de matrix de correlación entre

grupos de ácaros *Gigantolaelaps wolffsohni* provenientes de distintas ecorregiones. Anaranjado: ecorregión Mediterránea. Verde: Bosque Templado. Celeste: ecorregión Magallánica.

Por otro lado, en el análisis discriminante se observó un resultado similar al obtenido por el ACP, con un 85,83% de los individuos clasificados correctamente ($p < 0,05$) (tabla 3). Se observó una leve segregación de la ecorregión de bosque magallánico con las otras ecorregiones, lo que no ocurre con la ecorregión mediterránea y bosque templado, pues ambos grupos se vuelven a ver solapados (Figura 17). Las variables que ayudaron de mayor manera a clasificar los grupos en el eje 1 fueron el largo y ancho de la placa dorsal (LPD, APD), largo de seta genital (LSG), largo y ancho de la placa genital (LPG; APG), largo seta j5 y J5 (LSj5, LSJ%), largo seta adanal y post adanal (LSA, LSPA), largo de seta esternal I (LSEI), distancia entre base de setas esternales III (DBSEIII), largo de seta laterales y posteriores del opistosoma (LSLPO), largo seta hipostomal (LSHI), largo de seta proximal coxa I (LSPCI) y largo de seta fémur II más larga (LSFIIL), mientras que en el eje 2 fueron el largo y ancho de la placa dorsal (LPD, APD), largo placa genital (LPG), largo y ancho de placa genital (LPG, APG), largo seta J5 y seta post adanal (LSJ5, LSPA), largo setas laterales y posteriores del opistosoma (LSLPO).

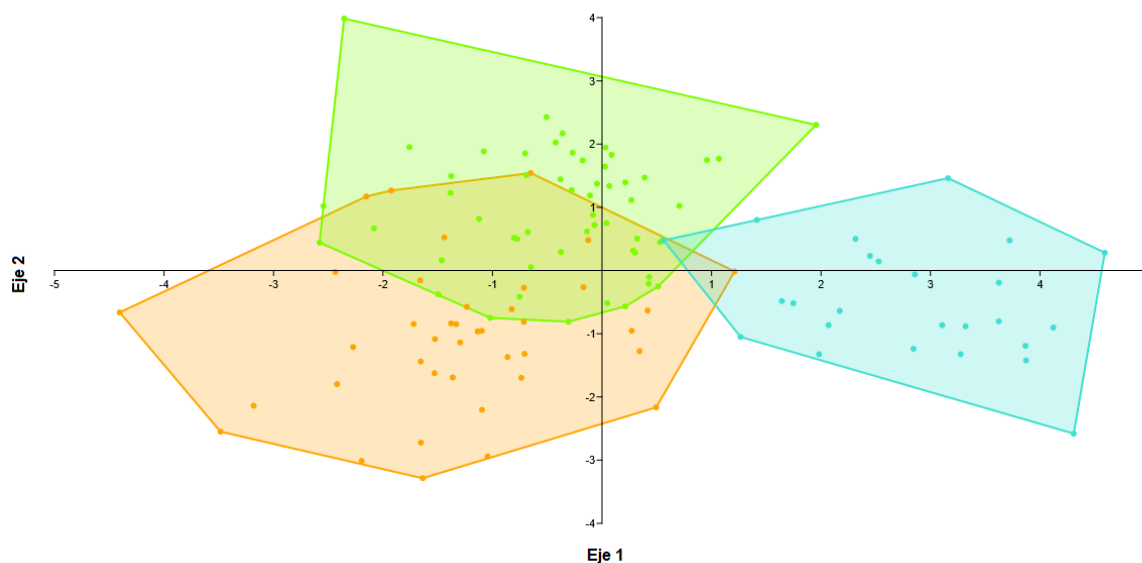


Figura 17. Análisis discriminante de ácaros *Gigantolaelaps wolffsohni* provenientes de distintas ecorregiones. Anaranjado: ecorregión Mediterránea. Verde: ecorregión Bosque Templado. Celeste: ecorregión Magallánica.

Tabla 3. Matriz de confusión entregada por el análisis discriminante con el 85,83% de los individuos clasificados correctamente. En las filas se observan los grupos dados y en las columnas los grupos predictivos (grupos verdaderos).

	Mediterráneo	B. Templado	B. Magallánico	Total
Mediterráneo	33	6	1	40
B. Templado	8	47	0	55
B. Magallánico	0	2	23	25
Total	41	55	24	120
% ubicación correcta	82,5%	85,45%	92%	

En definitiva, se observan dos poblaciones de ácaros *G. wolffsohni*, la primera desde la latitud 30°S al 42°S (población 1), y la segunda en la latitud 47°S (población 2). Estas poblaciones difieren morfológicamente en caracteres que

son diagnósticos para identificar la especie (LSA, DBSEI, LSCAO, LPG, LPD, APD, entre otros)(Tabla 1), y en una diferencia morfológica presente en el surco deutoesternal, donde lo ácaros provenientes de la población 1 presentaban de 8 a 12 filas de dientes con 1 a 4 dientes, mientras que la población tipo 2 presentaban de 9 a 11 filas, con 1 a 2 dientes.

Algo importante de destacar, es que las variables morfométricas presentes en los ácaros *G. wolffsohni* en Chile difieren de la última re-descripción realizada para esta especie por Furman (1972), con ácaros de Venezuela. En Chile, *G. wolffsohni* es más grande en sus placas y gran parte de las setas (Tabla 4). Adicionalmente, se obtuvo diferencias en el surco deutoesternal, donde los ácaros de Chile pueden presentar más filas de dientes y más dientes por filas (Tabla 4).

Tabla 4. Medidas morfométricas y caracteres morfológicos presentados los ácaros *Gigantolaelaps wolffsohni* presentes en Chile y las medidas de la última re-descripción de la especie por Furman (1972) desde especímenes de Venezuela. Se muestran los valores de medianas y entre paréntesis el valor mínimo y máximo observado respectivamente. Todos los valores están expresados en μm .

Variable	Abreviatura	Población tipo Chile	Especie tipo Venezuela (*)
Largo cuerpo total	LCT	1938 (1682 – 2252)	1688 (1550 – 1825)
Ancho cuerpo total	ACT	1425 (1140 – 1710)	1268 (1075 – 1475)
Largo placa dorsal	LPD	1767 (1539 – 1967)	1556 (1505 – 1620)
Ancho placa dorsal	APD	1140 (998 – 1226)	1000 (945 – 1015)
Largo placa esternal	LPE	370 (338 – 425)	295 (301 – 322)
Ancho placa esternal	APE	625 (550 – 675)	295 (301 – 322)
Ancho placa esternal nivel seta II	APEII	530 (475 – 575)	400 (381 – 424)
Largo seta genital	LSG	376 (313 – 438)	295 (306 – 328)
Largo placa genitoventral	LPG	575 (488 – 700)	254 (240 – 275)

Ancho placa genitoventral	APG	300 (250 – 350)	232 (225 – 250)
Largo seta j5	LSj5	289 (231 – 330)	242 (279 – 295)
Largo seta J5	LSJ5	212 (165 – 271)	166 (156 – 185)
Largo seta Z5	LSZ5	323 (274 – 380)	242 (243 – 274)
Largo seta adanal	LSA	254 (198 – 330)	172 (172 – 215)
Largo seta postanal	LSPA	370 (297 – 436)	301 (295 – 322)
8Largo seta esternal I	LSEI	406 (347 – 462)	355 (312 – 365)
Distancia entre base setas esternales I	DBSEI	200 (175 – 213)	150 (126 – 150)
Distancia entre base setas esternales III	DBSEIII	534 (488 – 600)	418 (381 – 425)
Largo setas centrales y anteriores de opistosoma	LSCAO	206 (176 – 251)	80
Largo setas laterales y posteriores de opistosoma	LSLPO	233 (198 – 317)	268
Largo seta gnatosomal	LSGN	110 (96 – 132)	85 (86 – 97)
Largo seta hipostomal interior	LSHI	183 (149 – 201)	145 (134 – 145)
Largo seta proximal coxa I	LSPCI	135 (122 – 158)	110 (103 – 118)
Ancho seta proximal coxa I	ASPCI	17 (13 – 20)	12 (12 – 14)
Largo seta distal coxa I	LSDCI	182 (158 – 211)	140 (124 – 145)
Largo seta posterior coxa II	LSPCII	495 (413 – 574)	392 (344 – 419)
Largo seta (a) fémur I	LSFIA	650 (550 – 738)	510 (510 – 562)
Largo seta (b) fémur I	LSFIB	605 (388 – 688)	484 (456 – 510)
Seta más larga fémur II	LSFIIL	425 (363 – 488)	> 300
Nº hileras de dientes surco deutoesternal	NH SDE	10 (8 – 12)	10 (8 – 10)
Filas de dientes en surco deutoesternal	FD SDE	1 a 4 dientes	1 – 3 dientes

(*) Furman (1972)

VIII. DISCUSIÓN

a. Morfología y morfometría de *Gigantolaelaps wolffsohni* en Chile.

En la presente investigación se identificaron dos poblaciones de ácaros *G. wolffsohni* mediante análisis morfométricos tradicionales con estadística multivariada. La primera población es geográficamente extensa abarcando el mediterráneo y el bosque templado de Chile (30°23' S al 41°57'S). Mientras tanto, la segunda población se observó restringida al sur, en la latitud 47°S, en el bosque patagónico. Los métodos de morfometría tradicional multivariante han sido utilizados con éxito anteriormente (Gettinger y Owen, 2000), al ser capaz de diferenciar, incluso, complejos de especies en otros grupos de ácaros, teniendo mejores resultados que otros métodos como la morfometría geométrica (Jagersbacher-Baumann, 2014). En nuestro trabajo observamos variables morfométricas que variaron entre ecorregiones de forma estadísticamente significativa como lo son el largo y ancho de la placa genital, el largo de la seta adanal, la distancia entre las bases de las setas esternas I y entre las setas esternas III, el largo de las setas centrales y anteriores y laterales y posteriores del opistosoma y la seta gnasotomal.

Una de las variables que presentó una mayor variabilidad en las dos poblaciones descritas previamente fue el largo de la seta adanal (LSA) que suele ser de carácter diagnóstico para varios grupos de ácaros, variando tanto en la cantidad como en la forma, ancho y largo (Krantz y Walter, 2009). Se han observado

diferencias en este carácter que han sido utilizadas para describir nuevas especies del género *Gigantolaelaps* (Lee y Furman, 1970; Lee y Stradtman, 1967). Asimismo, se ha observado que la seta gnatosomal e hipostomal suelen presentar variaciones importantes al momento de describir nuevas especies del género (Lee y Stradtman, 1967).

Adicionalmente, se observó una variación morfológica en las filas y dientes del surco deutoesternal entre las poblaciones presentes en Chile. Aunque se ha demostrado que esta estructura difiere entre distintas especies (Flechtman y McMurtry, 1992; Furman, 1972; Kazemi, 2014), no bastaría como única estructura para diferenciar especies debido a que su importancia real aún no ha sido demostrada (Flechtman y McMurtry, 1992). Hasta el momento, sólo se ha mencionado que el surco deutoesternal, junto a otras estructuras, tiene como función el transporte de fluidos y redirigir excesos de fluidos hacia las otras partes de la boca (Krantz y Walter, 2009). Sin bien, individualmente estas diferencias pueden no ser críticas, en conjunto, las variaciones morfológicas y morfométricas descritas en este estudio, respaldan los resultados obtenidos que sugieren las dos poblaciones previamente descritas presentes en Chile.

Se han reconocido caracteres morfométricos extremadamente variables a nivel intraespecífico del género *Gigantolaelaps* como lo son: el tamaño, forma y longitudes relativas de las setas de la coxa I, el tamaño del idiosoma, la forma de las placas esternal y genitoventral, la posición angular de los poros del esternon

y forma del margen posterior de la placa dorsal (Furman, 1972). Efectivamente, en nuestro estudio, pudimos observar variaciones entre los distintos individuos en el tamaño del idiosoma, forma de placa esternal y genitoventral y las setas de la coxa I.

Los caracteres morfométricos que son más confiables al momento de caracterizar especies diferentes del género *Gigantolaelaps* son: el tamaño de la placa dorsal, tamaño relativo del par de setas apicodorsales del fémur I y fémur II, número de filas de dientes deutoesternales, hipertriquia de la placa esternal y/o dorsal (Furman, 1972). En este estudio se evidenciaron diferencias significativas a nivel de la seta más larga del fémur II, la cual era distinta en el mediterráneo, en comparación con las otras dos ecorregiones. Adicionalmente, los ácaros *G. wolffsohni* presentes en Chile y los presentes en Venezuela descritos por Furman (1972), presentan diferencias en el tamaño de todos los caracteres recién mencionados, los cuales serían los más confiables a la hora de indentificar variabilidades intraespecíficas en ácaros del género *Gigantolaelaps*.

Al comparar las variables morfométricas del presente trabajo con las proporcionadas por Furman (1972), estas no coinciden del todo. Las longitudes observadas para los ácaros *G. wolffsohni* en Chile son mayores a las observadas por Lee (1966) y Furman (1972). Esta última es la re-descripción más reciente de la especie, realizada a partir de ejemplares recolectados en Venezuela. A pesar de ser la publicación más reciente, tiene más de 45 años de antigüedad.

Adicionalmente, se han diferenciado otras especies del género (*G. trapidoi* y *G. inca*) por su diferencia en el tamaño de la placa dorsal y placa genital (Lee y Furman, 1970). Por lo tanto, el hallazgo de este estudio en cuanto a la diferenciación de tamaño podría indicar que la especie chilena podría ser distinta a la especie venezolana, sin embargo, se requiere un estudio más completo que involucre ejemplares actuales desde Venezuela, Chile y de otros países donde se ha registrado *G. wolffsohni* como por ejemplo Argentina (M. Lareschi et al., 2006) y Uruguay (Marcela Lareschi et al., 2006). Por consiguiente, se sugiere que estos ácaros presentes en Chile se denominen c.f. *G. wolffsohni* hasta una evaluación más detallada.

Se ha presentado confusión al momento de distinguir a *G. wolffsohni* con otras especies de Latinoamérica, las cuales son *Gigantolaelaps intermedia*, *Gigantolaelaps vitzthumi*, *Gigantolaelaps tiptoni* y *Gigantolaelaps peruviana*. Una diferenciación importante con *G. intermedia* es que ésta presenta el largo de la seta J5 similar a Z5, mientras que en *G. wolffsohni* es Z5 es 2/3 o más larga que J5. Este rasgo también es distintivo en *G. peruviana*, la cual presenta el largo de la seta Z5 menor que 2/3 de la seta J5, adicionalmente esta seta es más corta que J5 de *G. wolffsohni* (Furman, 1972). Sin embargo, *G. peruviana* y *G. wolffsohni* comparten caracteres importantes como los es un par de prominentes, similares y largas setas apicodorsales en el fémur I, y en similar posición en el fémur II, las cuales son muy distintas en longitud. Los ácaros *G. peruviana* presentan 9 a 12 (8 raramente) líneas de dentículos deutoesternales, similar a lo

observados en los ácaros de *G. wolffsohni* del mediterráneo y bosque templado (Furman, 1972). *Gigantolaelaps peruaviana* se ha considerado como sinónima de *G. wolffsohni*, sin embargo, posteriormente se ha considerado como una especie válida con características diferenciables constantes entre ambas especies (Furman, 1972; Lee, 1966), principalmente la longitud de la seta J5, que es menos de la mitad de la longitud de la seta Z5 en *G. peruaviana* (Furman, 1972). En tanto, los especímenes de *G. intermedia* pueden ser distinguidos de *G. peruaviana*, *G. vitzthumi* y *G. wolffsohni*, al poseer solo 6 a 7 filas de dientes en el surco deutoesternal y en que presentan un par de setas del fémur II de similar tamaño. Adicionalmente, *G. intermedia* presenta el largo de la seta J5 es de menos de la mitad de la longitud de la seta Z5 (Furman, 1972). La diferencia más notable entre *G. vitzthumi* y *G. wolffsohni* es que éste último presenta una placa esternal más pequeña y su proyección anterior no está tan esclerotizada (Lee, 1966). Por otro lado, *G. tiptoni* presenta una placa esternal más cuadrada en la proyección anteromedial y no presentan gran cantidad de setas en el opistosoma (Furman, 1972).

Se ha descrito que *G. wolffsohni* presenta placas metapodales redondeadas o elongadas, de menor tamaño que los estigmas (Lee, 1966). Estas placas también se describen para *G. matogrossensis*, *G. goyanensis* y *G. galapagoensis* como una variante distintiva entre estas especies y otros *Gigantolaelaps*. En estas especies el largo de las placas metapodales es tanto o más largo que los estigmas (Gettinger et al., 2011). Sin embargo, en los especímenes de Chile no

se observó la presencia de dichas placas al igual que en los ejemplares descritos desde Venezuela (Furman, 1972), por lo que podríamos diferenciarlo claramente con *G. matogrossensis*, *G. goyanensis* y *G. galapagoensis*.

También se ha observado que *G. wolffsohni* es similar a *G. butantanensis* (Lee, 1966). Antiguamente se consideraba la forma del borde proximal de la placa dorsal como un carácter diagnóstico para *G. butantanensis*, sin embargo, actualmente se considera un carácter variable y no válido para distinguirlo de *G. comatus* y *G. wolffsohni* (Furman, 1972). Los especímenes de Venezuela de *G. wolffsohni* también se presentaban variabilidad en este carácter, donde la mayoría tenía el borde convexo y algunos presentaban un surco medial cóncavo (Furman, 1972). En relación a este surco, todos los ácaros del presente estudio presentaron el borde proximal de forma convexa con el surco medial cóncavo pronunciado.

Podríamos decir, por lo tanto, que los caracteres mayormente diagnósticos para *G. wolffsohni* es el largo de las setas J5 y Z5, y el número de filas y dentículos del surco deutoesternal. En los especímenes revisados se observó la variación característica de las setas J5 y Z5, donde Z5 representaba más del 2/3 de longitud de J5. Sin embargo, el número de filas y dientes del surco deutoesternal presenta variaciones que lo hacen ser similar a otras especies del género *Gigantolaelaps*. Considerando que además ocupa otro hospedador que las demás especies de *G. wolffsohni* descritas en Latinoamérica, podríamos estar

hablando de una adaptación fenotípica al hospedador en Chile, *O. longicaudatus*, o podríamos estar frente a la presencia de una especie diferente, debido al aislamiento geográfico que le proporciona Chile al parásito.

Esta última posibilidad adquiere relevancia al hablar de parásitos especie-específicos, donde el estatus evolucionario y la variación intraespecífica, debería ir ligada al estatus evolucionario de su hospedador (Lee, 1966). Adicionalmente, considerando que estas claves taxonómicas tienen más de 45 años, también cabe la posibilidad de que la variación de longitudes observadas se deba netamente a una desactualización en las claves taxonómicas.

La plasticidad fenotípica que se presenta en ácaros también puede estar jugando un rol fundamental en las variaciones morfológicas observadas, debido a que factores como la temperatura, el hospedador y la dieta, pueden modificar la longitud de algunas setas (Houck y Oconnor, 1996; Lopes et al., 2018). Por ejemplo, se ha observado que la temperatura influye en el largo de las setas escapular externa y coxal I, de forma indirectamente proporcional, en la especie *Hemisarcoptes cooremani*, donde se observó que, a mayor temperatura, menor era el tamaño de estas setas (Houck y Oconnor, 1996). No podemos asegurar que las variaciones que observamos en Chile, en contraste con la descripción de Furman (1972) se deban netamente a una plasticidad fenotípica por variación de temperatura, humedad y hospedadores, ni tampoco, que corresponde a una

especie diferente. En este aspecto, se necesitan más estudios que puedan corroborar a que se deben estas variaciones.

No se observó una estructuración de poblaciones de *G. wolffsohni* concordante con las subespecies de *O. longicaudatus* propuestas por Mann (1978) y Osgood (1943), ni tampoco similar a las poblaciones de *O. longicaudatus* descritas por Torres et al (2011). Sin embargo, si se detectaron 2 poblaciones con diferencias morfométricas entre las ecorregiones mediterránea y bosque templado, con el bosque magallánico. *Oligoryzomys longicaudatus* se ha mostrado como un roedor con alta vagilidad (Palma et al., 2007; Spotorno et al., 2000), lo que significa un mayor nivel de dispersión para sus parásitos, promoviendo una gran homogeneidad para ellos (Poulin, 2007), esta puede ser una razón por la que estos ácaros no presenten grandes diferencias entre el mediterráneo y el bosque templado. Adicionalmente, se observaron prevalencias muy bajas en el bosque magallánico, donde creemos que el aislamiento geográfico puede ser un factor influyente debido a que en la latitud 46°S surgen los campos de hielo norte, los que podrían estar actuando como un factor de aislamiento para la población (población componente) de ácaros limitados a la latitud 47°S. Este aislamiento, además, puede ser la razón por la que estos ácaros presenten diferencias respecto a las otras dos ecorregiones.

La fragmentación del ambiente es otro tema a tener en consideración, ya que en ocasiones puede actuar como aislamiento geográfico que interrumpen el flujo

génico de diferentes especies pudiendo producir, además, cambios importantes en el hábitat de éstas (Altamirano y Lara, 2010; Barrera, 2007), por ejemplo mediante plantaciones agrícolas (generando agroecosistemas) o tala de madera (Bizama et al., 2011). En el caso de *O. longicaudatus*, se ha concluido que su población no ha disminuido, y de hecho se han beneficiado con los agroecosistemas, ya que, al ser especies generalistas de hábitat, aprovecharían los refugio, nidos y fuente de alimentación que le proporcionarían estos ecosistemas mixtos de bosque nativo-agrícola (Barrera, 2007). Sin embargo, otros estudios avalarían que *O. longicaudatus* presentaría una fragmentación genética en estos tipos de ecosistemas (Lazo-Cancino et al., 2017). Considerando que el hospedador tiene gran influencia en la distribución del parásito (Radovsky, 1994), el factor de aislamiento debido a barreras geográficas o fragmentación de ambiente que pudiese afectar a *O. longicaudatus*, tendería a afectar en la distribución y flujo génico de *G. wolffsohni*. En este aspecto, no se observó que la fragmentación del ambiente haya generado una alteración en el intercambio de *G. wolffsohni* a lo largo del territorio, sin embargo, sería interesante poder abordar este aspecto a nivel genético, donde se ha observado una fragmentación para su hospedero (Lazo-Cancino et al., 2017; Palma et al., 2012).

b. Futuras investigaciones

La Acarología como campo de estudio nos permite conocer la biodiversidad, comportamiento e interacción de parásitos con sus hospedadores y el ambiente. Adicionalmente, adquiere más relevancia al considerar que algunos ácaros cumplen un papel importante en la perpetuación de patógenos entre los roedores silvestres, pudiendo afectar directamente la salud humana (Lareschi, 2017). El estudio de los ácaros en el futuro debería integrar no sólo caracteres morfológicos, sino que también moleculares. Éstos podrían determinar con mayor certeza la identidad de las poblaciones y especies, pudiendo relacionar las características morfológicas con las características genotípicas, descartando así, variaciones fenotípicas (plasticidad) producto de factores ambientales, del desarrollo o de cambios inducidos por el hospedador (Silva-De la Fuente, 2019).

Los estudios moleculares pueden ayudar a entender no sólo la biodiversidad de los ácaros, sino también del mismo hospedador. Los parásitos de mamíferos suelen tener tasas de evolución más rápidas que sus hospedadores, por lo que una segregación genética de los parásitos pudieran indicar una segregación genética de su hospedero (Torres-Pérez et al., 2011). En este ámbito, el estudio molecular de ácaros *G. wolffsohni* en Chile podría ayudar a dilucidar los conflictos de especies/subespecies a las que se ha visto enfrentado su hospedero *O. longicaudatus* (Guzman et al., 2015; Palma y Rodríguez-Serrano, 2017; Palma et al., 2012, 2005; Torres-Pérez et al., 2011, 2010; Weksler y Bonvicino, 2015)

Finalmente, cabe mencionar que la Acarología permitirá a los futuros investigadores poder desarrollarse en diferentes campos como lo es la biología, ecología, evolución, salud pública, epidemiología, taxonomía y sistemática, existiendo una diversidad de especies a lo largo del mundo, con distintos hábitos alimenticios, comportamiento, desarrollo ontogénico y un sinfín de interacciones con el ecosistema.



IX. CONCLUSIONES

Se observaron dos poblaciones diferentes a lo largo de Chile del ácaro *G. wolffsohni*, separadas mediante análisis estadísticos de variables morfométricas. La primera población abarca gran parte del territorio (latitud 30°S – 42°S), y la segunda se restringe a la latitud 47°S, siendo su registro más austral.

Se observaron diferencias morfológicas en el surco deutoesternal (número de filas y cantidad de dientes) entre las dos poblaciones separadas mediante análisis morfométricos. Así también diferencias morfométricas como el largo de la seta adanal y de la seta gnatosomal, el largo y ancho de la placa genital, la distancia entre las bases de la seta esternal III y el largo de las setas centrales y anteriores del opistosoma.

Se observaron diferencias en las longitudes de placas y setas entre *G. wolffsohni* de Chile, y la última descripción de la especie, de Venezuela. Las poblaciones de Chile presentan mayor longitud del idiosoma y de todas las placas y setas que representan las claves taxonómicas de la especie.

X. REFERENCIAS

- Abba A.M., Udrizar Sauthier D.E., Bender J.B. y Lareschi M. (2001). Mites (Acari: Laelapidae) associated with sigmodontinae rodents in Entre Ríos province, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio Janeiro*, 96, 1171–1172.
- Altamirano, A. y Lara, A. (2010). Deforestación en ecosistemas templados de la precordillera andina del centro-sur de Chile. *Bosque* 31, 53–64.
- Armesto J.J., Arroyo M.T.K. e Hinojosa L. (2007). The Mediterranean environment of Central Chile. En: *The physical geography of South America* (pp. 184–199). Nueva York: Oxford University Press.
- Baker, E.W. y Wharton, G.W. (1952). *An introduction to acarology*. New York: The Marmillan Company.
- Barrera, K.E. (2007). *Estudio de la dinámica poblacional del Oligoryzomys longicaudatus (Bennett 1832) en un agroecosistema, en el sector fundo Punahue, X región-Chile*. Trabajo de grado, Médico Veterinario, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Belmar-Lucero S., Godoy P., Ferrés M., Vial P. y Palma R.E. (2009). Range expansion of *Oligoryzomys longicaudatus* (Rodentia, Sigmodontinae) in Patagonian Chile, and first record of Hantavirus in the region. *Revista chilena de historia natural*, 82(2), 265–275.
- Bickford, D., Lohman, D.J., Sodhi, N.S., Ng, P.K.L., Meier, R., Winker, K., Ingram, K.K. y Das, I. (2007). Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 22, 148–155.
- Bizama, G., Torrejón, F., Aguayo, M., Muñoz, M., Echeverría, C. y Urrutia, R., (2011). Pérdida y fragmentación del bosque nativo en la cuenca del río Aysén (Patagonia-Chile) durante el siglo XXI. *Revista de Geografía Norte Grande*, 49, 125–138.
- Brusca, R.. C. y Brusca, G.. J. (2005). *Invertebrados* (2da ed). España: McGraw-Hill - Interamericana de España.
- Bush, S.E., Harbison, C.W., Slager, D.L., Peterson, A.T., Price, R.D. y Clayton, D.H. (2009). Geographic variation in the community structure of lice on western scrub-jays. *Journal of Parasitology*, 95, 10–13.
- Carmichael J.A., Strauss R.E. y McIntyre N.E. (2007). Seasonal variation of North American form of *Gigantolaelaps mattogrossensis* (Acari: Laelapidae) on marsh rice rat in Southern Coastal Texas. *Journal of Medical Entomology.*, 44, 80–84.

Castro, D. del C., Mauri, R.A., Cicchino, A.C. y Mosquera, S. (1987). Ectoparásitos de roedores de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Acarina, Anoplura, Mallophaga y Suctoria). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 44(3), 317-327.

Colombo, V.C., Lareschi, M., Monje, L.D., Nava, S., Antoniazzi, L.R., Beldomenico, P.M. y Guglielmone, A.A. (2013). Garrapatas (Ixodida) y ácaros (Mesostigmata) parásitos de roedores sigmodontinos del delta del Paraná, Argentina. *Revista FAVE - Ciencias Veterinarias*, 12, 1-2.

Correia A.P. (2015). *Levantamento de ectoparasitos de pequenos mamíferos não voadores em duas unidades de conservação no estado de Santa Catarina*. Tesis de grado. Licenciatura en ciencias biológicas. Universidad Federal Santa Catarina, Florianópolis.

Dantas-Torres, F., Latrofa, M.S., Ramos, R.A.N., Lia, R.P., Capelli, G., Parisi, A., Porretta, D., Urbanelli, S. y Otranto, D. (2018). Biological compatibility between two temperate lineages of brown dog ticks, *Rhipicephalus sanguineus* (sensu lato). *Parasites and Vectors*, 11(398), 1-10

Dhooria M.S. (2016). *Fundamentals of Applied Acarology*. Singapore: Springer Verlag.

Dinerstein, E., Olson, D.M., Graham, D.J., Wester, A.L., Primm, S.A., Bookbinder, M.P. y Ledec, G. (1995). Una evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres de América Latina y el Caribe. Washington, D.C: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.

Escalante, T. y Morrone, J.,(2009). *Diccionario de biogeografía*. México: UNAM Facultad de Ciencias.

Estébanes-González, M.L. y Cervantes, F.A. (2005). Mites and ticks associated with some small mammals in México. *International Journal of Acarology*, 31, 23-37.

Flechtmann, C. y McMurtry, J. (1992). Studies of cheliceral and deutosternal morphology of some phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) by scanning electron microscopy. *International Journal of Acarology*, 18, 163-169.

Fonseca F. da (1939). Notas de Acarologia. XXV. Os Laelaptidae gigantes, parasitas de roedores Sudamericanos; gênero e espécies novos (Acari). *Memórias do Instituto Butantan* 12, 7-102.

- Furman D.P. (1972). Mites of the family Laelapidae in Venezuela (Acarina: Laelapidae). *Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series*, 17(3), 1-65.
- Gallardo, M. y Palma, E. (1990). Systematics of *Oryzomys longicaudatus* (Rodentia: Muridae) in Chile. *Journal of Mammalogy*, 71, 333–342.
- Gallardo, M. y Patterson, B. (1985). Chromosomal differences between two nominal subspecies of *Oryzomys longicaudatus* Bennett. *Mammalian Chromosomes Newsletter*, 25(3-4), 49–53.
- Gettinger D. (1987). Host Associations of *Gigantolaelaps* (Acari: Laelapidae) in the Cerrado province of Central Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 24(5), 559–565.
- Gettinger, D. y Gardner, S.L. (2015). A New Laelapine Mite (Acari: Mesostigmata: Laelapidae) Associated with the Spiny Rodent, *Scolomys melanops*, in Amazonian Peru. *Comparative Parasitology – BioOne*, 82, 81–84.
- Gettinger D., Martins-Hatano F. y Gardner S.L. (2011). Some laelapine mites (Acari: Laelapidae) ectoparasitic on small mammals in the Galapagos Islands, including a new species of *Gigantolaelaps* from *Aegialomys galapagoensis*. *Journal of Parasitology*, 97(4), 574–576.
- Gettinger D., Martins-Hatano F., Lareschi M. y Malcolm J.R. (2005). Laelapine mites (Acari: Laelapidae) associated with small mammals from Amazonas, Brazil, including a new species from marsupials. *Journal of Parasitology*, 91(1), 45–48.
- Gettinger, D. y Owen, R.D. (2000). *Androlaelaps rotundus* Fonseca (Acari: Laelapidae) associated with Akodontine rodents in Paraguay: A morphometric examination of a pleioxenous ectoparasite. *Revista Brasileira de Biología*, 60, 425–434.
- Gettinger, D.D. y Owen, R.D. (2016). Laelapine mite (Acari: Laelapidae) morphometric analysis reflects taxonomic and geographic clusters of South American Oryzomyines (Rodentia: Sigmodontinae). *MANTER: Journal of Parasite Biodiversity*, 1, 1–22.
- González-Iltig, R.E., Rossi-Fraire, H.J., Cantoni, G.E., Herrero, E.R., Benedetti, R., Gallardo, M. y Gardenal, C.N. (2010a). Population genetic structure of long-tailed pygmy rice rats (*Oligoryzomys longicaudatus*) from Argentina and Chile based on the mitochondrial control region. *Canadian Journal of Zoology*, 88, 23–35.

- González-Iltig R.E., Salazar-Bravo J., Barquez R.M. y Gardenal C.N. (2010). Phylogenetic relationships among species of the genus *Oligoryzomys* (Rodentia, Cricetidae) from Central and South America. *Zoologica Scripta*, 39(6), 511–526.
- Guzman, J.A., Ortiz, J.C. y Cañon, C. (2015). Variación morfológica de *Oligoryzomys longicaudatus magellanicus* (Rodentia: Sigmodontinae) al oeste de los campos de hielo patagónico sur en Chile. *Mastozoología Neotropical*, 22, 375–384.
- Houck, M. (1994). *Mites: ecological and evolutionary analyses of life-history patterns*. Boston: Springer.
- Houck, M.A. y Oconnor, B.M. (1996). Temperature and host effects on key morphological characters of *Hemisarcoptes cooremani* and *Hemisarcoptes malus* (Acari: Hemisarcoptidae). *Experimental and Applied Acarology*, 20, 667–682.
- Jagersbacher-Baumann, J. (2014). Species differentiation of scutacarid mites (Heterostigmatina) using multivariate morphometric methods. *Experimental and Applied Acarology*, 62, 279–292.
- Kazemi, S. (2014). A new mite species of *Pseudoparasitus* Oudemans (Acari: Mesostigmata: Laelapidae), and a key to known Iranian species of the genus. *Persian Journal Acarology*, 3, 41–50.
- Klimov, P.B., Bochkov, A. V. y Oconnor, B.M. (2006). Host specificity and multivariate diagnostics of cryptic species in predacious cheyletid mites of the genus *Cheletophyes* (Acari: Cheyletidae) associated with large carpenter bees. *Biological Journal of the Linnean Society*, 85, 45–58.
- Krantz, G.W. y Walter, D.E. (2009). *A manual of acarology* (3era ed.). Texas: Texas Tech University Press.
- Lareschi M. (2017). Artrópodo ectoparásito. En: *Macroparásitos: Diversidad y biología* (pp. 167–185). Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Lareschi, M., Autino, A.G., Díaz, M.M. y Barquez, R.M. (2003). New host and locality records for mites and fleas associated with wild rodents from northwestern Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 62, 60–64.
- Lareschi, M., Gettinger, D., Nava, S., Abba, A. y Merino, M.L. (2006). First report of mites and fleas associated with sigmodontine rodents from Corrientes province, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 13, 251–254.

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

Lareschi M. y González-Acuña D. (2010). Acari, Laelapidae (ectoparasitic mites), Central and Southern Chile. *Check List: Journal of Species Lists and Distribution*, 6(4), 546–548.

Lareschi M., Nieri-Bastos F., Barros-Battesti D.M., Nava S., Beldomenico P., Autino A. y Gettinger D. (2004). *Gigantolaelaps gilmorei* Fonseca, 1939 (Acari: Laelapidae): taxonomic status, lectotype and paralectotype designation and new distributional records. *Systematic Parasitology*, 59(3), 235–236.

Lazo-Cancino, D., Musleh, S.S., Hernandez, C.E., Palma, R.E. y Rodríguez-Serrano, E. (2017). Does silvoagropecuary landscape fragmentation affect the genetic diversity of the sigmodontine rodent *Oligoryzomys longicaudatus*? *PeerJ*, 1–19.

Lee D. (1966). *The neotropical mite genus Gigantolaelaps Fonseca, 1939*. Trabajo de grado, Magister en Ciencias, Texas technological college, Texas.

Lee, D. y Furman, D.P.(1970). *Journal of Medical Entomology*, 7(4), 497–499.

Lee, D. y Stradtman, R.W. (1967). Two new species of *Gigantolaelaps* (Acarina: Laelaptidae) with a key to the females. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 40, 25–32.

Lindenmayer, D.B. y Fischer, J. (2006). *Habitat fragmentation and landscape change. An ecological and conservation synthesis*. Estados Unidos: Island Press.

Lindquist E.E., Krantz G.W. y Walter D.E. 2009. Order Mesostigmata. En: *A Manual of Acarology* (pp. 124–132) (3era ed.). Estados Unidos: Texas Tech University Press.

Lopes, P.C., Kanno, R.H., Sourassou, N.F. y De Morales, G.J. (2018). Effect of temperature and diet on the morphology of *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae). *Systematic and Applied Acarology*, 23, 1322–1332.

Mann, G. (1978). *Los pequeños mamíferos de Chile. marsupiales, quirópteros, edentados y roedores*. Concepción, Chile, Gayana Editorial de la Universidad de Concepción.

Mann, G., 1966. Regiones biogeográficas de Chile. Centro de investigaciones zoológicas de la Universidad de Chile, Santiago.

Mayer J. (2013). Rodent. En: *Animals Exotic Formulary* (pp. 476–516) (4ta ed.), Estados Unidos: Elsevier.

Meserve, P.L., Martinez, D.R., Rau, J.R., Murúa, R., Lang, B.K. y Muñoz-Pedrerros, A. (1999). Comparative demography and diversity of small mammals in precordilleran temperate rainforests of Southern Chile. *Journal of Mammalogy*, 80, 880–890.

Mills, J.N., Childs, J.E., Ksiazek, T.G., Peters, C.J. y Velleca, W.M. (1995). *Methods for trapping and sampling small mammals for virologic testing*. Atlanta. United States: Department of health and human services.

Moraza, M.L. y Balanzategui, I.(2015). Clase Arachnida, subclase Acari, orden Mesostigmata. *Revista IDE@-SEA. Ibero Diversidad Entomológica*, 12, 1–16.

Morlan, H.B. (1951). Notes on the genus *Gigantolaelaps* and description of a new species, *Gigantolaelaps cricetidarium* (Acarina: Laelaptidae). *Journal of Parasitology*, 37, 273–279.

Morlan, H.B. y Strandtmann, R.W. (1949). The Occurrence of Neotropical Mites in the United States. *Journal of Parasitology*, 35, 217.

Morrone, J. (2015). Biogeographical regionalization of the Andean region. *Zootaxa* 3936, 207–236.

Morrone J. (2001). *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. Zaragoza: M&T-Manuales & Tesis SEA.

Muñoz-Pedrerros, A. y Gil, C. (2009). Descripciones de las especies vivientes. Orden Rodentia. En: *Mamíferos de Chile* (pp. 93–158). Valdivia, Chile, Cea ediciones.

Organización Panamericana de la Salud (1999). *Hantavirus en las Américas. Guía para el diagnóstico, el tratamiento, la prevención y el control*. Washington. Recuperado en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2013/OPS-hantavirus-america-guia-1999.pdf> [2021, 1 de diciembre].

Osgood, W.H. (1943). *The mammals of Chile*. Chicago: Field Museum of Natural History.

Palma, E.R. y Rodríguez-Serrano, E. (2017). Systematics of *Oligoryzomys* (Rodentia, Cricetidae, Sigmodontinae) from Southern Chilean Patagonia, with the description of a new species. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 56(2),1–21.

Palma, R.E. (2007). Estado actual de la mastozoología en Chile. *Mastozoología Neotropical*, 14, 5–9.

Palma, R.E., Boric-Barguetto, D., Torres-Pérez, F., Hernandez, C.E. y Yates, T.L., (2012). Glaciation effects on the phylogeographic structure of *Oligoryzomys longicaudatus* (Rodentia: Sigmodontinae) in the Southern Andes. *Plus One*, 7, 1–12.

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

Palma R.E., Torres-Pérez F. y Boric-Barguetto D. (2007). The ecology and evolutionary history of *Oligoryzomys longicaudatus* in southern South America. En: *The Quintessential Naturalist: Honoring the Life and Legacy of Oliver P. Pearson* (pp. 671–693) (vol. 134). Estados Unidos: University of California publications.

Patton, J.L., Pardiñas, U.F.J. y D'Elfa, G. (2015). Mammals of South America (vol. 2). Estados Unidos: University of Chicago Press.

Pedrosa, I., Juanros-Basterretxea, J., Robles-Fernández, A., Basteiro, J., García-Cueto, E. (2015). Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿Qué estadístico utilizar?. *Universitas Psychologica*, 14, 245–254.

Poulin (2007). *Evolutionary ecology of parasites* (2da ed.). Estados Unidos. Princeton University Press.

Radovsky F. (1994). The evolution of parasitism and the distribution of some Dermanssoid mites (Mesostigmata) on vertebrate hosts. En: *Mites* (pp. 186–217). Boston: Springer.

Reise, D. y Venegas, W. (1974). Observaciones sobre el comportamiento de la fauna de micromamíferos en la región de Puerto Ibañez (Lago general Carrera), Aysen, Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, 57, 71–85.

Ròzsa, L. (1993). Speciation patterns of ectoparasites and “straggling” lice. *International Journal for Parasitology*, 23, 859–864.

Schäffer, S., Pflingstl, T., Koblmüller, S., Winkler, K.A., 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. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55, 677–688.

Schmid-Hempel (2021). *Evolutionary parasitology. The integrated study of infections, immunology, ecology and genetics* (2da ed.). Nueva York, Oxford University Press.

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

Spotorno, A.E., Palma, R.E. y Valladares, J.P. (2000). Biología de los roedores reservorios de hantavirus en Chile. *Revista chilena de infectología*, 17(3), 197–210.

Stork, N.E. (2018). How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth?. *Annual Review of Entomology*, 63, 31–45.

Strandmann R.W. y Wharton G.W. (1958). *A manual of mesostigmatid mites parasitic on vertebrates*. Estado Unidos: The institute of acarology, department of Zoology. University of Maryland.

Thomas, F., Renaud, F. y Guegan, J.F. (2005). *Parasitism and Ecosystems*. Nueva York: Oxford University Press.

Torres-Pérez, F., Palma, R.E., Hjelle, B., Ferrés, M. y Cook, J.A. (2010). Andes virus infections in the rodent reservoir and in humans vary across contrasting landscapes in Chile. *Infection, Genetics and Evolution*, 10(6), 819–824.

Torres-Pérez, F., Palma, R.E., Hjelle, B., Holmes, E.C., Cook, J.A., 2011. Spatial but not temporal co-divergence of a virus and its mammalian host. *Molecular Ecology*, 20(19), 4109–4122.

Townsend, C.R., Begon, M. y Harper, J.L. (2008). *Essentials of ecology*. Australia: Blackwell publishing.

Valencia-Pacheco, E., Avaria-Llautureo, J., Muñoz-Escobar, C., Boric-Barguetto, D. y Hernandez, C.E. (2011). Patrones de distribución geográfica de la riqueza de especies de roedores de la tribu Oryzomyini (Rodentia: Sigmodontinae) en Sudamérica: Evaluando la importancia de los procesos de colonización y extinción. *Revista chilena de historia natural*, 84, 365–377.

Veblen, T.T. (2007). Temperate forest of the Southern Andean Region. En: *The physical geography of South America* (pp. 2017–231). Estados Unidos: Oxford University Press.

Villagrán C. e Hinojosa L.P. (2005). Esquema biogeográfico de Chile. En: *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines* (pp. 551–577.).

México: Ediciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, Jiménez Editores.

Wall R.L. y Shearer D. (2001). *Veterinary ectoparasites: Biology, pathology & control* (2da ed.). United States: Wiley-Blackwell.

Weksler, M. (2006). Phylogenetic relationships of Oryzomine rodents (Muroidea: Sigmodontinae): Separate and combined analyses of morphological and molecular data. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1(296), 1–149.

Weksler M. y Bonvicino C.R. (2015). Genus *Oligoryzomys* Bangs, 1900. En: *Mammals of South America. Rodents* (pp: 417-436) (vol 2). United States: The University of Chicago Press.



Anexo I. Localidades de muestreo para captura de *Oligoryzomys longicaudatus* y su ectoparásito *Gigantolaelaps wolffsohni* en Chile.

Localidad	Coordenadas geográficas
PN. Bosque Fray Jorge	71°23'O – 30°23'S
PN Las Chinchillas	71°05'15''O – 31°30'36''S
PN. La Campana	71°09'O – 32°55'S
RN. Lago Peñuelas	71°23'53''O – 32°40'27''S
Til til	70°55'40''O - 33°04'54''S
RN. El Yali	71°39'O – 33°44'S
Sierras de Bellavista	70°47'07''O – 34°46'02''S
Termas del Flaco	70°26'12''O – 34°47'28''S
Los Queñes	70°O – 34°59'59''S
PN. Radal - Siete tazas	71°01'50''O – 35°27'32''S
Parque Inglés	70°59'39''O – 35°28'34''S
Altos de Lircay	70°56'13''O – 35°35'24''S
La Mina	70°45'O – 35°49'59''S
Santa Elena	71°33'16''O – 35°41'01''S
Pencahue	71°49'O – 35°24'S
Concepción	72°56'O – 36°58'S
PN. Nonguén	72°59'35''O – 36°52'36''S
Hualpén	73°15'O – 36°40'S
Chillán	72°O – 36°35'46''S
Shangrilá	71°28'22''O – 36°53'28''S
El quilmo	72°08'50'' 36°40'2''S
Campanario	72°11'26''O – 37°07'56''S
PN. Laja	71°15'O – 37°21'S
PN. Nahuelbuta	72°59'O – 37°47'S
Isla mocha	73°54'51''O – 38°22'15''S
Malalcahuello	71°35'00''O – 38°27'S
Gorbea	72°41'O – 39°06'S
Villarica	72°13'O – 39°16'S
Estación experimental San Martin	73°O – 39°38'51''S
San Juan de la Costa Maicolpué	73°24''O – 40°31'S
PN. Puyehue	72°23'02''O – 40°43'31''S
Hornopirén	72°28'18''O – 41°57'54''S
PN. Chiloé	74°02'03''O – 42°30'46''S
Cucao	74°06'26''O – 42°38'08''S
La Junta	72°25'19''O – 43°58'20''S
PN. Quelat	72°24'13''O – 44°24'16''S

Lago Elizalde	72°O – 45°45'S
PN. Cerro Castillo	72°11'O – 46°03'S
RN. Tamango	72°25'48''O – 47°10'29''S
PN. Patagonia	71°19'01''O – 47°09'33''S
PN. Torres del Paine	72°57'59''O – 50°58'59''S
PN. Pali Aike	69°44'O – 52°06'S
RN. Magallanes	71°00'12''O – 53°08'46''S
Punta Arenas	70°55'O – 53°09'S

PN. Parque Nacional, RN: Reserva Nacional.

