



Universidad Nacional del Comahue

Centro Regional Universitario Bariloche

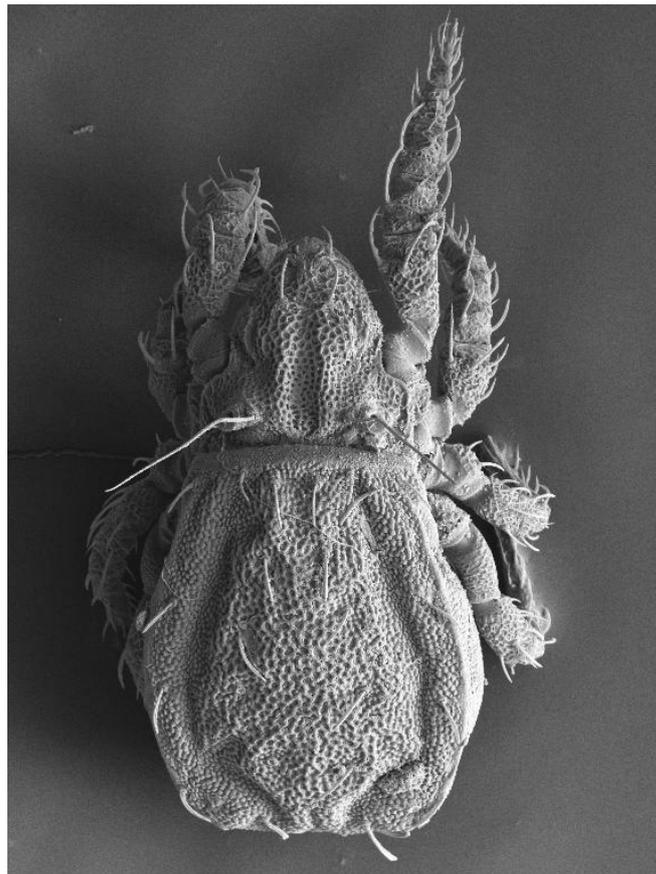
**TAXONOMÍA Y DIVERSIDAD DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS EN BOSQUES
DE CIPRES, COIHUE Y ÑIRE Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO
MICELIAL.**

Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor en Biología

Licenciado Marcelo Eduardo Kun

Director: Doctora Alda González

2012



Alda González

Resumen

La pérdida de superficies boscosas cerca de las zonas habitadas es el resultado de la urbanización. Los bosques naturales son un sitio de refugio para la fauna que seguirá inexorablemente desapareciendo en la medida en que el impacto negativo sobre los bosques se perpetúe. Antes que desaparezca la fauna de los bosques, convendrá estudiarla ya que se desconoce el potencial estratégico de su biodiversidad en cuanto a la producción de servicios ecológicos, medicinales, económicos o recreativos. Particularmente, la fauna del suelo aporta una amplia gama de servicios esenciales para la función sostenible de todos los ecosistemas actuando como agente conductor del ciclo de nutrientes, regulando las dinámicas de la composición orgánica del suelo, la retención del carbono del suelo y la emisión de gases de efecto invernadero, cambiando la eficiencia con que la vegetación absorbe los nutrientes del suelo. Un componente importante de la fauna del suelo en cuanto a su abundancia y su diversidad lo constituyen los ácaros oribátidos. Este grupo diverso de microartrópodos está presente en todo tipo de suelos pero es particularmente abundante en el suelo de los bosques. Su pequeño tamaño obstaculiza su estudio y tradicionalmente los investigadores han preferido el estudio de los artrópodos de gran tamaño descartando la posibilidad de aprovechar su gran potencialidad para ser utilizados como indicadores del estado de disturbio de los bosques naturales. Esta investigación se llevó a cabo para estudiar su taxonomía y su diversidad en seis sitios de bosques de los alrededores de la ciudad de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, ubicados en el Parque Municipal LLao LLao, el Parque Municipal Cerro Otto y el Parque Nacional Nahuel Huapi. Se tomaron para cada sitio muestras de hojarasca y de suelo subyacente en primavera, verano y otoño durante dos años, se extrajeron los microartrópodos mediante extractores modificados de Berlese-Tullgren, luego se separaron bajo lupa los ácaros oribátidos, y bajo microscopio óptico se repartieron en 161 morfoespecies. Los grupos separados fueron comparados con las descripciones taxonómicas existentes y especímenes identificados por otros investigadores, determinándose 68 especies y 15 géneros. Dos especies fueron descriptas como *Paroppia patagonica* n.sp. y *Oxyoppia mustaciata* n.sp. La gran proporción de morfoespecies de baja frecuencia muestral, no asignables a especies descriptas pertenecen a las familias Oppiidae y Oribatulidae. Las estimaciones de la riqueza específica mediante métodos no paramétricos indican que con este estudio se detecta más del 80 % de las especies existentes en la hojarasca y el suelo. El ajuste de la distribución de abundancia de especies en la mayoría de los ensambles de oribátidos al modelo de serie logarítmica coincide

con que los ensambles poseen pocas especies dominantes y muchas especies raras. El ajuste de la distribución de la abundancia de las especies de la mayoría de los ensambles estudiados a la distribución log-normal sugiere que son comunidades grandes, lo que se ve reflejado en las elevadas riquezas y abundancias encontradas. Esto indicaría que los ensambles de oribátidos muestreados corresponderían a etapas avanzadas de una sucesión. Los sitios con mayor similitud son los bosques de Ñire. Los mayores índices de dominancia, se relacionan con el bosque de Ciprés del Co Otto y el bosque de Ñire del Arroyo Challhuaco, y el bosque de Ñire del Co P. Laguna lo cual estaría relacionado con la proximidad al centro del casco urbano de la ciudad de San Carlos de Bariloche por un lado y con la especie arbórea dominante, Ñire, por otro. Existen diferencias significativas al comparar la dominancia entre bosques agrupados por especie arbórea dominante, y la diferencia se debe a que los bosques de Coihue tienen francamente niveles de dominancia menores, no exhibiendo los bosques de Ciprés y de Ñire diferencias significativas de la dominancia entre sí. La mayor cantidad de ejemplares de especies oportunistas se observó en los bosques de Ñire, esto está relacionado a que son bosques jóvenes que incluyen ensambles de oribátidos en etapas iniciales de una sucesión. La abundancia de oribátidos en el Bosque de Coihue del sitio LLao LLao supera significativamente la de los demás sitios. Esto parece deberse a que las condiciones ambientales en cuanto a precipitación anual, la altitud y distancia al casco urbano de este bosque serían más propicias para la supervivencia de los ácaros oribátidos. Otro factor importante que influencia positivamente la abundancia y la riqueza de los ensambles del Bosque de Coihue del LLao LLao es que resulta un lugar más prístino que incluye árboles longevos pertenecientes a un bosque climáxico. La presencia de ácaros oribátidos provoca un crecimiento mayor de masa fúngica susceptible de degradar la hojarasca de Ciprés. El mayor crecimiento de masa fúngica podría estar mediado por el traslado de esporas y micelios sobre la hojarasca y este efecto podría ser mayor en *Cosmochthonius semifoveolatus* que presenta pelos notogastrales ramificados donde quedarían adheridas las esporas y los restos de micelios. Las investigaciones realizadas permitieron identificar la fauna de oribátidos más frecuente en el suelo y en la hojarasca de los bosques naturales andinopatagónicos cuyas especies arbóreas dominantes son el Coihue, el Ñire y el Ciprés. Dado que los cambios en los patrones de diversidad que rigen a los ensambles de oribátidos en la hojarasca y en el suelo son indicadores de la situación ambiental y ecológica de los bosques naturales, la información obtenida resulta de utilidad para la formulación de futuras pautas de conservación y manejo.

Abstract

Urbanization results in loss of natural forests near populated areas. Forest fauna will continue to disappear insofar as the negative impact on natural forests is held. Before it disappears forest fauna must be studied in order to know the strategic potential of its biodiversity regarding among other the provision of medicine, ecological, medicinal, economic or recreational services. Particularly soil fauna provides a wide range of services essential to the sustainable function of all ecosystems while acting as a driving agent of nutrient cycling, regulating soil organic composition dynamics, soil carbon retention and the emission of greenhouse gases and changing the nutrient absorption efficiency by plants. Oribatid mites are an important, abundant and diverse component of soil fauna, present in all types of soils but are particularly abundant in forest soil. Their small size hampers their study and researchers have traditionally preferred the study of large arthropods ignoring the advantage of using them as indicators of disturbance of natural forests. This investigation was carried out to study the taxonomy and biodiversity of oribatid mites in six forest sites around the city of San Carlos de Bariloche, province of Río Negro, located in the Llao Llao Municipal Park, Cerro Otto Municipal Park and the Nahuel Huapi National Park. In each site samples of leaf litter and underlying soil were taken in spring, summer and fall during two years, microarthropods were extracted from samples using a modified Berlese-Tullgren extractor, and then oribatid mites were identified under the microscope, and were discriminated in 161 morphospecies. Determination of 68 species and 15 genera was attained based on comparison with previous taxonomic descriptions and specimens identified by other researchers. Two species were described as *Paroppia patagonica* n.sp. and *Oxyoppia mustaciata* n.sp. The large proportion of low sampling frequency morphospecies unassignable to described species belong to the family Oppiidae and Oribatulidae. Specific richness estimation with non-parametric methods indicate that in the course of this study more than 80 % of extant species were detected in soil and leaf litter. Distribution of species abundance of most oribatid ensembles fit well to the logarithmic series model, this is related to the presence of few dominant species and many rare species. Distribution of species abundance of all ensembles fit well to the log-normal distribution suggesting these belong to large communities, which is reflected by the observed high abundance and richness. This would indicate that oribatid assemblages sampled correspond to more advanced stages of a succession. Sites with greater similarity are those

with Ñire forests. The highest levels of dominance appear in the Cerro Otto *A. chilensis* forest, Arroyo Challhuaco Ñire forest and the Cerro P.Laguna Ñire Forest this outcome would be related to the proximity to the center of the town of San Carlos de Bariloche on one hand or the dominant tree species Ñire on the other. Coihue forests have significantly lower dominance than other forests. No differences exist when comparing dominance of oribatid mites ensembles between Ñire and Cypress forests. The greatest amount of opportunistic species individuals was observed in the young Ñire forests which shelter oribatid mite assemblages in early stages of succession. The abundance of oribatid mites in the leaf litter of Llao Llao Coihue Forest significantly exceeds that of the other sites. The environmental conditions of Llao Llao Coihue Forest in terms of annual rainfall, altitude and distance to the town center would be more conducive to the survival of oribatid mites. Another important factor positively influencing the abundance and richness of the assemblages of Llao Llao Coihue forests is that these are pristine climax forests with long-lived trees. The presence of oribatid mites brings about a greater fungal mass growth susceptible of degrading Cypress leaf litter. Transport of spores and mycelium remains into leaf litter could promote the development of the greater fungal mass growth. This effect is greater when *Cosmochthonius semifoveolatus* is present, perhaps owing to its branched notogastral hairs where spores and mycelial debris easily adhere. The research allowed identifying the most common oribatid fauna in soil and leaf litter of North Patagonian natural forests whose dominant tree species are Coihue, Ñire and Cypress. Because changes in diversity patterns governing oribatid assemblages in litter and soil are indicators of environmental and ecological situation of natural forests, the information obtained will be useful for developing future conservation and management guidelines.

Contenido

Resumen.....	2
Abstract.....	4
Capítulo 1	12
1 Introducción.....	12
1.1 Consideraciones preliminares	12
1.2 Objetivos.....	15
1.2.1 Objetivo general	15
1.2.2 Objetivos particulares.....	15
1.2.3 Hipótesis	16
Capítulo 2	18
2 Sitios de estudio y métodos de muestreo	18
2.1 Introducción	18
2.2 Datos regionales	19
2.3 Sitios de muestreo	23
2.4 Muestreo	26
2.5 Separación e identificación	29
Capítulo 3	31
3 Especies encontradas.....	31
3.1 Mínimos niveles taxonómicos encontrados.....	31
3.2 Especies identificadas	31
3.2.1 Eniochthoniidae Grandjean	31
3.2.2 Brachychthoniidae Thor	33
3.2.3 Cosmochthoniidae Grandjean	34
3.2.4 Trichthoniidae Lee	35
3.2.5 Phthiracaridae Perty	36
3.2.6 Nothridae Berlese.....	37
3.2.7 Crotoniidae Thorell.....	38

3.2.8 Malaconothridae Berlese	41
3.2.9 Pheroliodidae Paschoal	42
3.2.10 Licnodamaeidae Grandjean	43
3.2.11 Gymnodamaeidae Grandjean.....	44
3.2.12 Caleremaeidae Grandjean	45
3.2.13 Nodocepheidae Piffli	45
3.2.14 Astegistidae Balogh	46
3.2.15 Autognetidae Grandjean	47
3.2.16 Oppiidae Sellnick	47
3.2.17 Suctobelbidae Jacot.....	61
3.2.18 Tetracondylidae Aoki.....	63
3.2.19 Carabodidae Koch.....	64
3.2.20 Tectocepheidae Grandjean	65
3.2.21 Cymbaeremaeidae Sellnick.....	66
3.2.22 Scutoverticidae Grandjean	67
3.2.23 Oribatellidae Jacot.....	68
3.2.24 Ceratozetidae Jacot	68
3.2.25 Chamobatidae Thor	69
3.2.26 Neotrichozetidae Balogh	70
3.2.27 Oribatulidae Thor	71
3.2.28 Scheloribatidae	73
3.2.29 Parapirnodidae Aoki & Ohkubo	74
3.2.30 Liebstadiidae Balogh & Balogh	74
3.2.31 Protoribatidae Balogh & Balogh	76
3.2.32 Tegoribatidae Grandjean.....	77
3.3 Especies solo determinadas hasta familia.....	78
3.4 Discusión	78
Capítulo 4.....	82
4 Nuevas especies	82
4.1 Paroppia patagonica n. sp.	82
4.1.1 Resumen	82
4.1.2 Introducción	82
4.1.3 Diagnósis:.....	83
4.1.4 Clave para las especies de <i>Paroppia</i>	92
4.1.5 Notas	93

4.2	Oxyoppia mustaciata n. sp.	95
4.2.1	Resumen	95
4.2.2	Introducción	95
4.2.3	Diagnosís:.....	95
4.2.4	Notas	104
Capítulo 5		105
5	Abundancia, distribución y densidad	105
5.1	Introducción	105
5.2	Materiales y métodos	105
5.3	Número de individuos recolectados	107
5.4	Distribución	109
5.5	Densidad de oribátidos	110
5.3.1	Diferencias entre años de muestreo	113
5.3.2	Diferencias entre estaciones	113
5.3.3	Diferencias entre sitios	114
5.3.4	Diferencias entre sustratos.....	114
5.3.5	Diferencias en la densidad de inmaduros.....	115
5.6	Densidad específica estacional	116
5.7	Análisis MGP	120
5.8	Discusión	121
5.9	Conclusiones	125
Capítulo 6		127
6	Estimación de la riqueza específica	127
6.1	Introducción	127
6.2	Materiales y Métodos	127
6.3	Resultados.....	128
6.3.1	Riqueza observada.....	128
6.3.2	Curvas de acumulación de especies	129
6.3.3	Riqueza total para todos los sitios muestreados	130
6.3.4	Especies raras	133
6.3.5	Estimación de la riqueza por métodos no paramétricos	134

6.4	Discusión	137
6.5	Conclusiones	139
Capítulo 7		140
7	<i>Estructura de los ensambles de oribátidos</i>	140
7.1	Introducción	140
7.2	Materiales y Métodos	141
7.3	Resultados.....	142
7.3.1	Medición de la estructura mediante modelos paramétricos	142
7.3.2	Comparación de las distribuciones	144
7.3.3	Similitud entre ensambles	146
7.4	Discusión	148
7.5	Conclusiones.....	150
Capítulo 8		152
8	<i>Diversidad de los ensambles de oribátidos.....</i>	152
8.1	Introducción	152
8.2	Materiales y métodos	154
8.3	Resultados.....	155
8.4	Comparación de la abundancia en hojarasca entre sitios.....	158
8.5	Comparación de la abundancia en suelo entre sitios	160
8.6	Comparación de la riqueza específica en la hojarasca entre sitios.....	162
8.7	Comparación de la riqueza específica en el suelo entre sitios	163
8.8	Comparación de la diversidad y de la equitatividad para la hojarasca.....	165
8.9	Comparación de la diversidad y de la equitatividad para el suelo.	168
8.10	Análisis de correlación entre los factores abióticos y las variables comunitarias.....	171
8.10.1	Análisis de correlación para la hojarasca	171
8.10.2	Análisis de correlación para el suelo.....	172
8.10.3	Análisis de correlación para especies poco abundantes de oribátidos en los bosques con la precipitación anual, la altitud y la distancia al centro.	173
8.10.4	Análisis de entre las variables comunitarias con la distancia al centro.	174

8.11	Discusión	175
8.12	Conclusiones.....	178
Capítulo 9		179
9	<i>Dominancia y especies oportunistas</i>	179
9.1	Introducción	179
9.2	Materiales y métodos	180
9.3	Resultados.....	181
9.3.1	<i>Dominancia</i>	181
9.3.2	Relación de la dominancia con las variables abióticas	186
9.3.3	Especies oportunistas	186
9.3.4	Relación de la abundancia de oportunistas con las variables abióticas	190
9.4	Discusión	191
9.4.1	Dominancia.....	191
9.4.2	Especies oportunistas	193
9.5	Conclusiones	194
Capítulo 10		197
10	<i>Efectos sobre la disminución de la hojarasca</i>.....	197
10.1	Introducción	197
10.2	Materiales y métodos	197
10.3	Resultados.....	199
10.4	Discusión	201
10.5	Conclusiones.....	203
Capítulo 11		204
11	<i>Conclusiones finales</i>	204
12.	<i>Bibliografía</i>.....	209
Apéndices.....		223
Apéndice 1. Número de individuos recolectados en sitio C1 (Cerro Otto)		223
Apéndice 2. Número de individuos recolectados en sitio D1 (LLao LLao).....		224

Apéndice 3. Número de individuos recolectados en sitio A1 (Cerro P.Laguna)	226
Apéndice 4. Número de individuos recolectados en sitio C2 (Cerro LLao LLao).....	228
Apéndice 5. Número de individuos recolectados en sitio D2 (Lago Gutiérrez)	230
Apéndice 6. Número de individuos recolectados en sitio A2 (Arroyo Challhuaco)	231
Apéndice 7. Frecuencia muestral (%) por especie en hojarasca y en suelo de cada sitio.	233
Apéndice 8. Resultados de las comparaciones mediante la prueba de de Kolmogorov-Smirnov de las curvas de abundancia relativa en función de la secuencia de especies.	237
Apéndice 9. Resultados del análisis de autocorrelación espacial	238
<i>Agradecimientos.....</i>	242
Trabajo de respaldo publicado en la revista Zootaxa.....	
Trabajo de respaldo publicado en la revista Acarologia.....	

Capítulo 1

1 Introducción

1.1 *Consideraciones preliminares*

La fauna argentina de artrópodos es poco conocida, fundamentalmente aquella que es de talla pequeña y que curiosamente es la más diversa. Esto, conjuntamente con el hecho de que suscita poco interés aquello que no se puede observar fácilmente, dificulta la evaluación de su estado de conservación. La pérdida de especies forestales y el cambio dramático de los ensambles de artrópodos, fundamentalmente insectos, provocados por actividades de explotación forestal, han sido bien documentadas por estudios en países del hemisferio Norte donde el manejo forestal industrial ha sido más intenso y de mayor duración. El progreso en el conocimiento de cómo las especies de artrópodos están ligadas al hábitat y especialmente a los microhábitats es esencial para decidir pautas para su conservación y la conservación de los ecosistemas forestales. Los estudios de artrópodos hasta el nivel de especies son los más relevantes para los propósitos de conservación ya que solamente el trabajo hasta ese nivel provee datos comparativos para documentar cambios en la fauna.

Para una política efectiva de conservación se requieren conocimientos científicos básicos que sean considerados en un planeamiento adecuado del uso de la tierra. Para obtenerlo es menester tener una comprensión práctica de cómo un sistema de clasificación de ecosistemas se relaciona con la diversidad de artrópodos y para esto la única forma de llevarlo a cabo es realizando inventarios predisturbios de fauna de artrópodos forestales en muchas regiones y además desarrollando planes de monitoreo adecuados y eficientes, para detectar cambios en la fauna y reconocer sus causas y llegado el caso proponer mitigaciones.

La elección del estudio de ácaros oribátidos se basa en que estas faunas son muy diversas y características de estos ambientes naturales forestales, siendo prácticamente desconocidas en nuestra zona. Son habitantes típicos de suelos forestales naturales, hojarasca, cortezas de árboles, suelos suspendidos, epífitas, domatias, líquenes, hongos y musgos. Además, los ácaros oribátidos han sido utilizados en el monitoreo ambiental. Dado que se ha reconocido que la fauna de ácaros oribátidos es indicadora de salud ambiental, su evaluación tiene importancia para detectar impactos sobre los ambientes naturales y tienen como otras faunas edáficas,

importancia en los procesos naturales del reciclaje de la materia orgánica interactuando con las bacterias, hongos y algas del suelo, y promoviendo suelos más fértiles. En los bosques de otras partes del mundo se ha visto que la actividad del hombre caracteriza la desaparición de especies de oribátidos, su disminución y el aumento en la abundancia de especies dominantes (Siepel, 1996).

Si bien la fauna de ácaros oribátidos del suelo ha sido estudiada ampliamente en Europa y Norteamérica, es muy poco conocida en nuestro país. Este sesgo en el eje “hemisferio sur-hemisferio norte” se debe a la escasez de investigadores que desarrollan proyectos sobre diversidad de la fauna del suelo y la taxonomía en general.

Los bosques templados de la Patagonia andina ocupan una franja delgada de 75 km de ancho que se extiende a través de la Cordillera de los Andes desde Neuquén hasta Tierra del Fuego. La biodiversidad en estos bosques templados toma valores intermedios comparados con los bosques tropicales de Argentina, sin embargo el número de especies endémicas es muy elevado (Bertonatti & Corcuera, 2000). El nivel de degradación de los bosques Andinopatagónicos en general es bajo, exceptuando la zona de transición con la estepa, donde los bosques de Ciprés, *Austrocedrus chilensis*, han perdido 95 % de su superficie original (Urciolo *et al.*, 2007). Del otro lado de la Cordillera (Chile), los bosques de *A. chilensis* son escasos debido a la tala ocurrida desde la época colonial cuando toda la madera extraída era exportada hacia el Perú, para la construcción o para la ebanistería, la explotación intensa de la madera hasta el final del siglo XX y también debido a las prácticas ilegales de deforestación contemporáneas (Donoso Zegers, 2006). Consecuentemente son necesarias estrategias de conservación adecuadas para proteger los bosques.

El impacto de la pérdida del hábitat y la degradación sobre los invertebrados es particularmente importante ya que estos constituyen la mayor parte de la biodiversidad además de jugar un rol protagónico en muchos procesos del ecosistema (Groombridge & Jenkins, 2000; Miller, 1993). El conocimiento adecuado de las especies de artrópodos que viven en estos bosques es básico para monitorear la degradación del bosque y planificar medidas apropiadas para su conservación (Hanski *et al.*, 2007). Por ejemplo, los artrópodos de la hojarasca como las hormigas (Nakamura *et al.*, 2007) y los ácaros (Culvik, 2007) han sido utilizados como bioindicadores de los impactos provocados por el desmonte.

Particularmente los ácaros oribátidos habitan el sistema de suelo-hojarasca y son frecuentemente el grupo de artrópodos dominante en los suelos de alto contenido orgánico de

los bosques templados (Norton & Behan-Pelletier, 2009). Este taxón constituye por lo tanto un grupo adecuado para monitorear cambios luego de la degradación de bosques.

Además son útiles para monitorear procesos de estabilización de biosólidos como el compostaje, aún a pesar de que no son un grupo característico de la fauna existente en los composts (Streit *et al.*, 1985), ya que se ha comprobado que su presencia marca la terminación de la etapa de maduración de este proceso (Beckmann, 1988), y que los biosólidos adecuadamente digeridos agregados como enmienda promueven el desarrollo de poblaciones numerosas y diversas de ácaros oribátidos (Minor & Norton, 2004). En la zona en estudio existe una amplia actividad de compostaje pero no se conoce si hay una fauna de oribátidos que marque el final de la etapa de maduración de los composts, esto podría servir para evaluar la digestión adecuada de los biosólidos a través de distintos procesos inclusive el de compostaje.

El conocimiento de la fauna de ácaros oribátidos en Argentina es limitado teniendo en cuenta el catálogo reciente de Subías (2004, 2011) si se compara con los estudios en otras partes del mundo. La intensidad de las investigaciones llevadas a cabo en el NO de la Patagonia no es sustancial si se considera que el mayor número de especies y de géneros se conoce para la región Paleártica (Schatz, 2004). Los estudios más intensivos fueron hechos por Hammer (1958, 1962b) durante sus viajes a la región andina de Sudamérica cuando realizó mas de cien descripciones muy breves de nuevas especies. Posteriormente se describieron en forma limitada 26 especies, encontradas en una colección de ácaros realizada durante un relevamiento cerca de El Bolsón, Río Negro, Argentina (Balogh & Csiszár, 1963). Aparte de estos trabajos y aquellos de Niedbala (1984) y Baranek (1986) no se realizó ningún otro trabajo taxonómico en la región norpatagónica andina de Argentina. Por ello estas investigaciones se llevaron a cabo para progresar en los conocimientos taxonómicos y biocenóticos sobre este grupo de ácaros. Dada la gran diversidad que presenta la fauna de oribátidos en todo el mundo en los biotopos de bosques, se estudiaron principalmente los oribátidos que se hallan en el suelo y la hojarasca o mantillo forestal de los bosques andino norpatagónicos argentinos. El muestreo fue realizado en diferentes estaciones, en 6 localidades diferentes, en bosques en los cuales las especies predominantes fueron *Austrocedrus chilensis*, *Nothofagus antarctica* y *Nothofagus dombeyi*. Las localidades elegidas fueron escasamente o nunca muestreadas en relevamientos previos (Hammer, 1962b) para aumentar la probabilidad de detección de más especies.

Una idea general en conservación es proteger a los bosques naturales y a los ecosistemas con mayor diversidad, siendo los bosques andinos una región importante de la Patagonia difícil de conservar y donde la diversidad de los artrópodos se conoce muy parcialmente. Por lo tanto hasta el momento no se ha podido evaluar cuáles son las zonas que tendrían mayor diversidad de artrópodos y consecuentemente en donde los esfuerzos de conservación estarían adecuadamente focalizados. La presente tesis trata de hacer un aporte para ayudar en la toma de decisiones en políticas de conservación, intentando evaluar cuáles son los bosques que tendrían mayor diversidad de ácaros oribátidos, como indicativo indirecto de la presencia de una fauna diversa y de ambientes con bajo impacto antrópico, e investigar las causas de esta elevada diversidad.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Estudiar la taxocenosis específica y la estructura de la comunidad de ácaros oribátidos presentes en bosques de *Nothofagus antarctica*, *Nothofagus dombeyi* y de *Austrocedrus chilensis* localizados en la región Noroeste de la Patagonia Argentina y evaluar el efecto de la presencia de estos ácaros sobre la disminución de la hojarasca.

1.2.2 Objetivos particulares

1. Determinar la riqueza y diversidad específica y la abundancia de ácaros oribátidos a través del relevamiento y la identificación taxonómica, distinguiendo entre especies locales y exóticas.
2. Comparar la diversidad en seis bosques diferentes en cuanto a especie arbórea dominante, nivel de precipitaciones, altitud y proximidad a las aglomeraciones urbanas.
3. Ampliar el conocimiento sistemático, redescubriendo especies conocidas o describiendo nuevas especies con la incorporación de técnicas actualizadas (microscopía electrónica).
4. Comparar la diversidad de este grupo así como la abundancia de cada taxón, en tres épocas del año (primavera, verano y otoño), en bosques de *Nothofagus antarctica*, *Nothofagus dombeyi* y *Austrocedrus chilensis* durante dos años.
5. Evaluar las especies de oribátidos dominantes para la hojarasca y determinar experimentalmente el efecto de su presencia en la disminución de la masa de hojarasca en ausencia de macrofauna y demás microartrópodos.

1.2.3 Hipótesis

El estudio de la biocenosis se basó en las siguientes hipótesis:

1. Los bosques con abundantes precipitaciones permiten la supervivencia de especies de oribátidos al promover un ambiente protegido y húmedo que impide la deshidratación corporal en animales de muy pequeño tamaño como los oribátidos.

Predicciones:

- Existirá mayor abundancia, mayor riqueza, mayor diversidad, mayor cantidad de especies raras de oribátidos en bosques con mayor cantidad de precipitaciones. (capítulo 8).

2. Los sitios de bosques cercanos a las ciudades al soportar mayor alteración del ambiente natural afectan la supervivencia de la fauna de oribátidos debido a actividades antrópicas de deforestación, contaminación ambiental y compactación del suelo entre otras.

Predicciones:

- Los sitios más cercanos a la ciudad exhibirán una estructura de comunidad con menor abundancia relativa, menor riqueza, menor diversidad y menor equitatividad (Capítulo 8), basada en la dominancia siguiendo una serie geométrica o logarítmica y no basada en el modelo de vara quebrada (Capítulo 7), tendrán una menor proporción de especies raras (Capítulo 8) y poseerán una mayor abundancia relativa de especies oportunistas y mayor dominancia (Capítulo 9).

3. Dado que los bosques con igual especie arbórea dominante exhiben una disponibilidad de hábitats semejantes, la fauna de oribátidos que vive en estos hábitats tiene una composición específica similar.

Predicción:

- La cantidad de especies compartidas entre los bosques de igual especie arbórea dominante será más elevada que en los bosques de distinta especie arbórea (capítulo 7).

4. La actividad de los ácaros oribátidos afecta al crecimiento de la masa fúngica sobre la hojarasca de ciprés ya que permite, la diseminación de propágulos de hongos y algas.

Predicción:

- El crecimiento de la masa fúngica sobre la hojarasca de ciprés será mayor en presencia de ácaros oribátidos (Capítulo 10).

Capítulo 2

2 Sitios de estudio y métodos de muestreo

2.1 Introducción

En función de la cantidad de recursos disponibles para encarar un proyecto de investigación de la fauna de pequeños artrópodos del tamaño de los ácaros oribátidos (150 y 1700 micrones), en cuanto al reconocimiento de especies, identificación de especies nuevas, evaluación de su diversidad y de su estructura biocenótica, se seleccionaron lugares apropiados de muestreo buscando el costo mínimo pero procurando cumplir con los objetivos propuestos en el plan de tesis.

Las actividades dedicadas a este proyecto de estudio de microartrópodos incluyeron el diseño y la construcción de extractores, viajes reiterados a los sitios de muestreo, la toma de muestras, la extracción en laboratorio, la tría de ejemplares con lupa binocular, reconocimiento, dibujo de los datos morfológicos relevantes, medición de ejemplares, fotografiado; y en las descripciones de nuevas especies el dibujo en detalle de estructuras de relevancia taxonómica, el fotografiado con microscopio electrónico de barrido, la digitalización de los dibujos, la procuración de bibliografía específica, la utilización y la confección de claves, la aplicación de cálculos estadísticos, la redacción de artículos científicos.

Por lo tanto la mayor parte de las tareas y del tiempo se han repartido entre el estudio de campo y los laboratorios siendo mayor el tiempo utilizado para las actividades de laboratorio. Dado que las muestras se degradan rápidamente y que para establecer las características expuestas es necesario que la fauna esté viva, se eligieron sitios de muestreo lo más próximo posible al laboratorio, buscando eficiencia en la extracción y en la identificación. Tal disposición permitió que las muestras estén sobre los extractores en un lapso de tiempo menor a un día a posteriori de haber sido tomadas.

Debido a que el laboratorio de Zoología cuenta con microscopía óptica convencional suficiente y el Centro Atómico Bariloche con microscopía electrónica de barrido se pudo cumplir con lo propuesto en este proyecto. El escollo mayor fue la procuración de los dispositivos para realizar los métodos elegidos de extracción. El precio excesivo que poseen los aparatos de extracción que están disponibles en el mercado superaban las capacidades

económicas disponibles. Por lo tanto se invirtió una gran cantidad de tiempo en el diseño y la construcción de dispositivos de extracción alternativos de mínimo costo utilizando las experiencias previas detalladas en la bibliografía y materiales reciclados.

Dado que el proyecto fue en gran parte exploratorio y prospectivo no conociéndose a priori el número de ejemplares y de especies que se podían capturar, se buscó en la literatura científica existente un método de extracción que tradicionalmente fuera comparable a las experiencias previas y a la vez eficiente en la captura de un gran segmento de la fauna de ácaros de la hojarasca y del suelo. Se llegó a la conclusión que modificaciones del tipo de dispositivos de extracción de Berlese-Tullgren serían los más adecuados y los más fáciles de construir para muestras húmedas de bosque.

2.2 Datos regionales

Se trabajó en bosques naturales de *Austrocedrus chilensis* (Ciprés de la Cordillera), *Nothofagus dombeyi* (Coihue) y *Nothofagus antarctica* (Ñire).

El Ciprés de la cordillera es uno de los representantes más característicos de los Bosques Andino Patagónicos. A la distancia, su estructura piramidal hace que se destaque netamente de las demás especies arbóreas. Forma bosques puros en ambientes xéricos o bosques mixtos con el coihue en ambientes más húmedos. Su tronco es cónico y recto llegando a alcanzar los 30 metros de altura. Sus ramas están dispuestas horizontalmente, disminuyendo desde la base hasta el ápice (Atlas de los Bosques Nativos Argentinos, 2005). En Argentina crece en un rango de suelos muy amplio, desde rocosos y muy delgados y pero también sobre trumaos. Los bosques más desarrollados se encuentran en suelos profundos como en la costa de lagos, donde puede haber rodales enteros que superan alturas de 30 m con troncos cilíndricos y ramas finas. Hacia la estepa lo más común es encontrarlo sobre promontorios rocosos de tobas volcánicas, y en los bosques mixtos ocupa sitios más rocosos y de mayor exposición donde supera en la competencia a los *Nothogafus* (Donoso Zegers, 2006).

El Coihue es un árbol perennifolio característico de la Subregión Bosque Valdiviano. Llega a su máximo esplendor en lugares húmedos, de ahí que los ejemplares más corpulentos se encuentran en laderas con exposición sur y a orillas de lagos y ríos. En los primeros años de su crecimiento no requiere de luz solar directa. Puede vivir en conjuntos con otras especies de la región, principalmente con el Ciprés. Es una especie longeva, habiéndose encontrado ejemplares de hasta 600 años de antigüedad y de dimensiones extraordinarias (hasta 40 metros). El tronco puede alcanzar los tres metros de diámetro, y las ramas, dispuestas en

planos irregulares, dejan al descubierto el tronco intermitentemente (Atlas de los Bosques Nativos Argentinos, 2005). Crece sobre suelos pumicíticos de cenizas volcánicas, escorias y en suelos con drenaje insuficiente; en el Norte de la Patagonia crece preferentemente en suelos aluviales en quebradas, valles, ríos y esteros, en cambio en el Sur crece sobre suelos volcánicos, escorias y ñadis (Donoso Zegers, 2006).





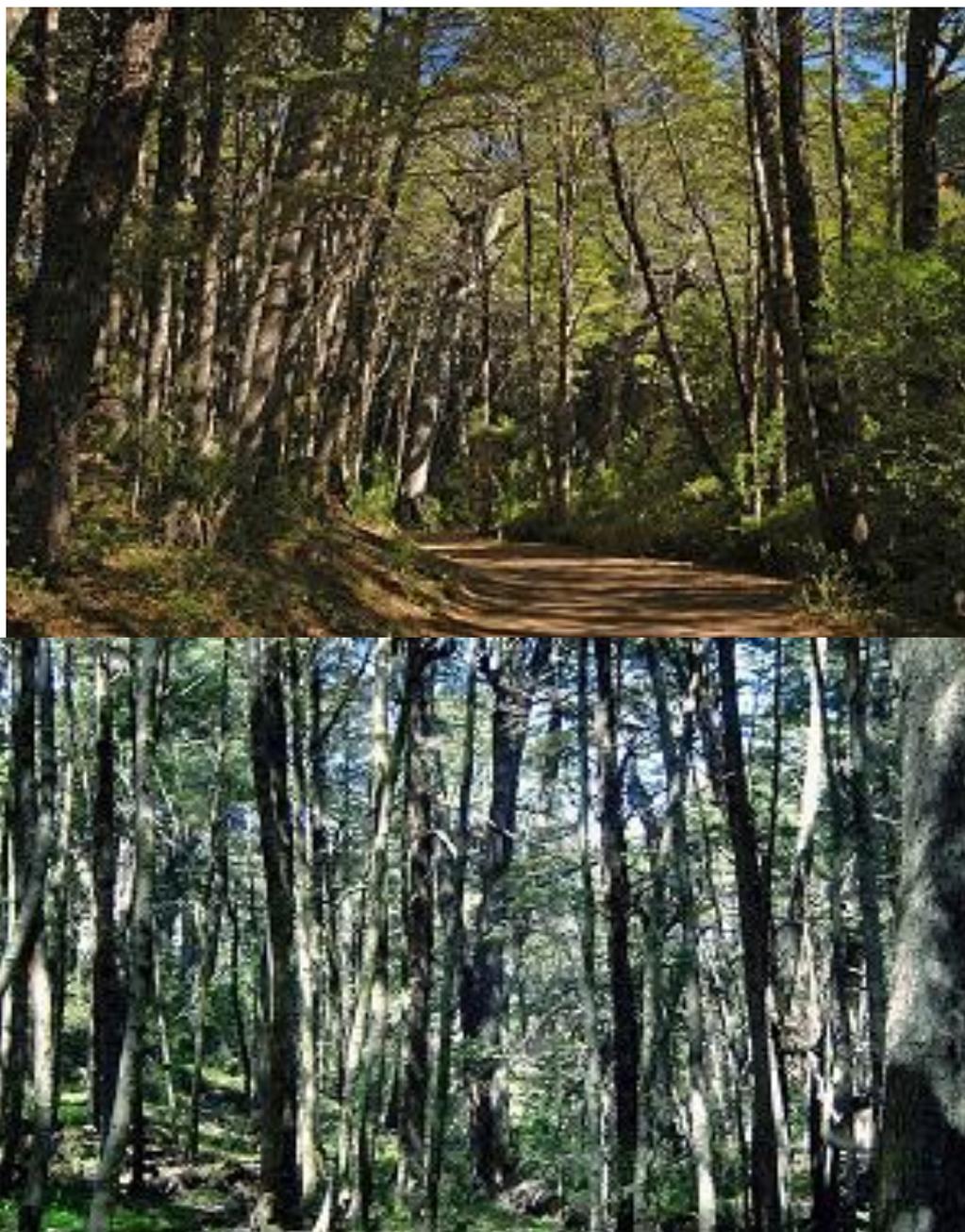


Figura 2.1 Desde arriba hasta abajo: Bosque de Ñire Sitio 1, A1 (Cerro Padre Laguna); Bosque de Ciprés Sitio 1, C1 (Cerro Otto), Bosque de Ñire Sitio 2, A2 (Challhuaco); Bosque de Ciprés Sitio 2, C2 (Cerro LLao LLao); Bosque de Coihue Sitio 1, D1 (Parque LLao LLao); Bosque de Coihue Sitio 2, D2 (Lago Gutiérrez).

El Ñire es un árbol caducifolio que alcanza a medir entre 10 y 25 m de altura, posee troncos delgados de configuración escalonada, siendo las hojas simples y alternadas, de 5 a 35 mm de largo, con el borde dentado y ondulado; una cera de aroma dulce las cubre. El color del follaje es verdoso y en el otoño se torna amarillo-rojizo. La flor es de color amarillo verdoso. Los frutos son pequeños de 6 mm, es muy aromático y está compuesto de 4 valvas que albergan

tres nueces o hayucos (Atlas de los Bosques Nativos Argentinos, 2005). Crece en zonas ecotonales entre el bosque y la estepa y en las morrenas de los suelos de glaciaciones y también en los límites de la vegetación arbórea con todas las condiciones de drenaje restringido (Donoso Zegers, 2006).

Los suelos están relacionados con materiales de origen volcánico. La meteorización posterior ha formado arcillas alofánicas que retienen humedad y permiten a la vegetación soportar los períodos de sequía. En las zonas de muestreos predominan los andosoles, suelos pardos forestales ácidos no podzólicos. Las propiedades físicas de estos suelos son: color oscuro, consistencia única, difícil dispersión de arcillas, baja densidad aparente, alta capacidad de retención hídrica y buena aireación, además de cambisoles, que son también suelos pardo forestales, pero menos ácidos (Colmet Dâage *et al.*, 1995).

El clima de la zona es de tipo templado frío variando desde frío húmedo a frío nival. La variación latitudinal, las diferencias altitudinales y la heterogeneidad de relieve originan una gran variedad climática. La temperatura media anual es de 9,5°C. La amplitud térmica anual también es muy variable, con valores de hasta 14°C. Los cordones montañosos funcionan como barreras naturales para los vientos húmedos del Pacífico provocando un gradiente de precipitaciones desde el occidente hasta el límite oriental. El régimen de las precipitaciones es marcadamente invernal, con estación seca de primavera/verano muy marcada, especialmente en el este de la región. Las nevadas son una característica distintiva. En cuanto a las heladas, varían por la influencia de la altitud, la latitud, la distancia a los grandes espejos de agua y la continentalidad, entre otros. Los vientos son de moderados a moderadamente fuertes, con mayores frecuencias de los cuadrantes O y NO. Los casi constantes vientos del anticiclón del Pacífico, al sobrepasar la Cordillera de los Andes, condensan la humedad que contienen, regulando la temperatura y humedad, condiciones que permitieron el desarrollo de estos bosques. El clima está condicionado por la presencia de la corriente marina fría de Humboldt que corre frente a las costas de Chile siguiendo un rumbo sur a norte (Atlas de los Bosques Nativos Argentinos, 2005).

2.3 Sitios de muestreo

Se eligieron 6 sitios principales donde se trabajó durante dos años en donde la fauna de ácaros oribátidos fue extraída de las muestras con suelo y hojarasca mediante extractores modificados de Berlese-Tullgren y 5 sitios accesorios donde la fauna de ácaros oribátidos fue capturada con trampas de caída (Figs. 2.1, 2.2, Tabla 2.1).

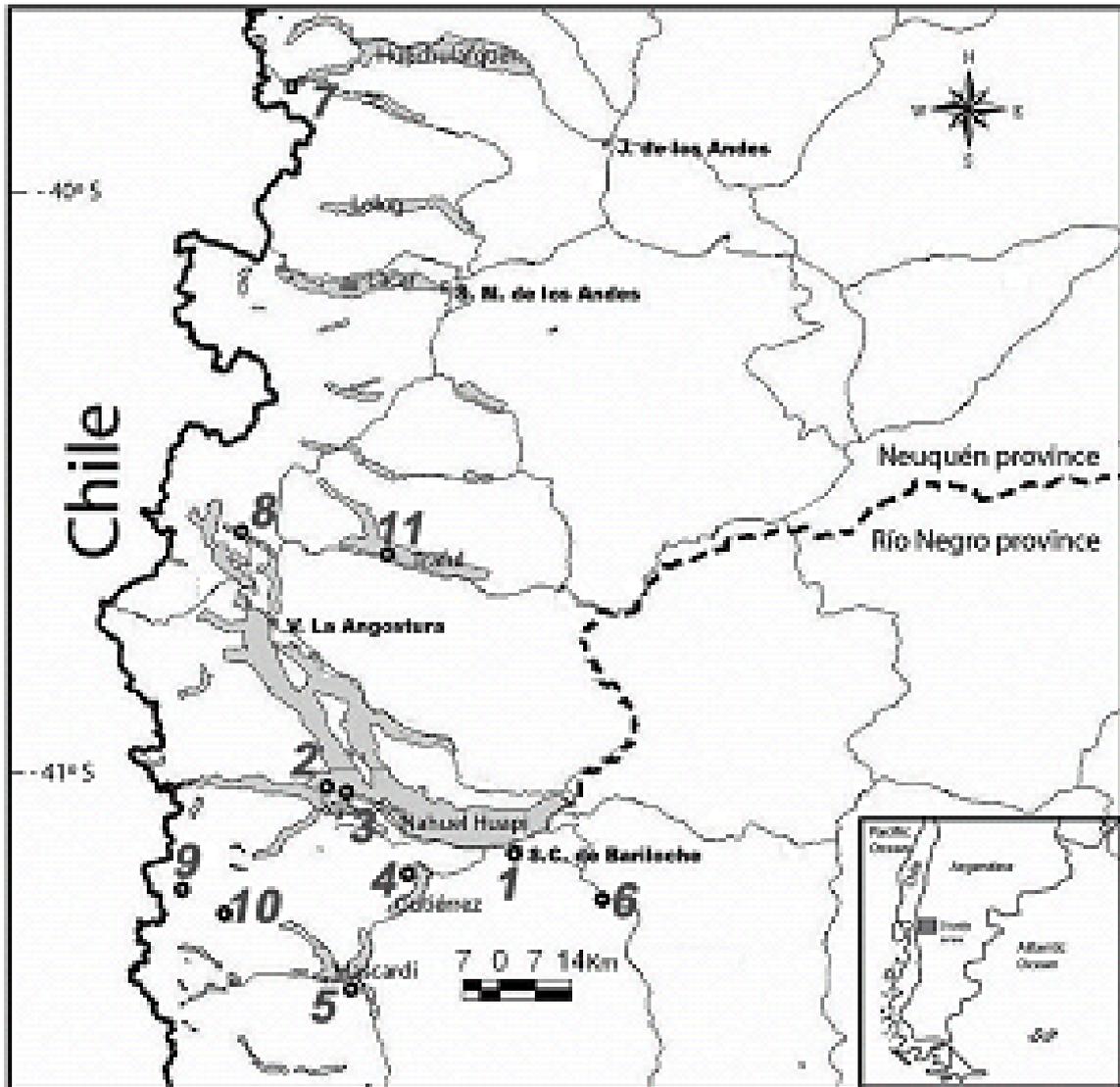


Figura 2.2 Mapa de la Región Norpatagónica Argentina donde se realizaron los muestreos, los números se corresponden con los indicados en la tabla 2.1

En la figura 2.1 se exhiben fotografías de los lugares donde se realizaron los muestreos.

Las muestras consistieron en hojarasca, suelo y fondo de trampas de caída tomadas a 1 m de distancia mínima de troncos de árboles (considerando como tronco de árbol aquel que tenía un diámetro mayor a 12 cm). La flora acompañante más abundante fue herborizada y determinada usando la literatura disponible (Correa, 1968-1998; Dimitri 1977).

Tabla 2.1. Datos de los sitios de muestreo.

Sitio	Denominación	Prov.	Localidad	Latitud y Longitud	Altitud (msnm)	Especie arbórea dominante	Hojarasca	Suelo	Trampa de caída
1	C1	Río Negro	Cerro Otto	41°08'34"S, 71°19'43"O	990	<i>A. chilensis</i>	x	x	
2	C2	Río Negro	Cerro LLao LLao	41°02'48"S, 71°33'10"O	987	<i>A. chilensis</i>	x	x	
3	D1	Río Negro	Parque LLao LLao	41°02'52"S, 71°32'56"O	888	<i>N. dombeyi</i>	x	x	x
4	D2	Río Negro	Lago Gutiérrez	41°10'42"S, 71°25'01"O	864	<i>N. dombeyi</i>	x	x	
5	A1	Río Negro	Cerro P. Laguna	41°22'00"S, 71°31'05"O	913	<i>N. antarctica</i>	x	x	
6	A2	Río Negro	Arroyo Challhuaco	41°12'19"S, 71°19'04"O	971	<i>N. antarctica</i>	x	x	
7	D3	Neuquén	Lago Huechulafquen	39°49'39"S, 71°37'44"O	938	<i>N. dombeyi</i>			X
8	D4	Neuquén	Lago Totoral	40°40'48"S, 71°46'21"O	892	<i>N. dombeyi</i>			X
9	A3	Río Negro	Glaciar Tronador	41°12'19"S, 71°19'04"O	1000	<i>N. antarctica</i>			X
10	AP	Río Negro	Pampa Linda	41°12'16"S, 71°49'11"W	961	<i>N. dombeyi</i> - <i>N. pumilio</i>			X
11	DC	Neuquén	Lago Traful	40°37'52"S, 71°27'44"W	726	<i>N. dombeyi</i> - <i>A. chilensis</i>			X

Los sitios con bosques de *A. chilensis* incluían a lo sumo especímenes aislados de *Lomatia hirsuta*, *Maytenus boaria* y *Schinus patagonicus*. El estrato arbustivo de estos sitios estaba conformado por *Berberis buxifolia*, *Maytenus chubutensis*, y *Gaultheria mucronata*, y el herbáceo por *Alstroemeria aurantiaca*, *Plantago lanceolata*, *Fragaria chiloensis*, *Ozmorhiza chilensis*, *Vicia nigricans*, *Eryngium paniculatum* y *Mutisia decurrens*. Los sitios con bosques de *N. dombeyi* incluían a lo sumo especímenes aislados de *A. chilensis* y *N. pumilio*. En estos bosques, el estrato arbustivo estaba formado por *Chusquea culeou*, *Aristotelia chilensis*, *Ribes magellanicum*, *Berberis darwini*, *M. chubutensis* y *Azara microphyla* y el herbáceo por *Blechnum penna-marina*, *Rumohra adiantiformis*, *Asteranthera ovata*, *Dioscorea*

brachybotrya, *O. chilensis*, *A. aurantiaca*, *Taraxacum officinalis*, *Mitraria coccinia*, *V. nigricans* y *Chloea alpina*. Los sitios con bosques de *N. antarctica* incluía a lo sumo especímenes aislados de *Austrocedrus chilensis*. En estos bosques, el estrato arbustivo estaba conformado por *C. culeou*, *B. buxifolia*, *B. darwini*, *R. magellanicum*, *Mutisia spinosa*, *M. decurrens*, *V. nigricans* y el herbáceo por *B. penna-marina*, *O. chilensis*, *A. aurantiaca*, *T. officinalis* y *V. nigricans*.

2.4 Muestreo

Los muestreos se realizaron desde 2005 a 2009. Las prospecciones y ensayos previos se comenzaron durante el año 2005. Los muestreos para las comparaciones entre sitios se realizaron desde la primavera del 2006 hasta el otoño del 2008. Los muestreos para la recolección de ejemplares para el experimento sobre hojarasca ciprés se realizaron durante el año 2009. Las parcelas de muestreo medían 36 m² y se ubicaron distantes al menos a 100 metros de rutas, senderos generados por visitantes y sitios de explotación forestal ilegales. Los sitios que presentaban signos evidentes de incendios recientes fueron descartados.

Muestreadores de suelo

En cada sitio se tomaron 36 muestras de suelo de 250 cm³. Las muestras fueron tomadas al azar teniendo como mínimo una distancia entre ellas de 2 m. Se usaron muestreadores de suelo (Fig. 2.3a y 2.3b) con tubo cónico de 10 cm de altura y 5,6 cm de diámetro, manija con dos brazos cilíndricos concéntricos móviles entre sí, con graduación de profundidad para 5 cm y para 10 cm, con bisagras, y trabas a la profundidad de 5 cm y borde de corte dentado. Se usaron clavándolos y girándolos en el suelo, retirando y luego liberando la muestra por movimiento de los brazos.

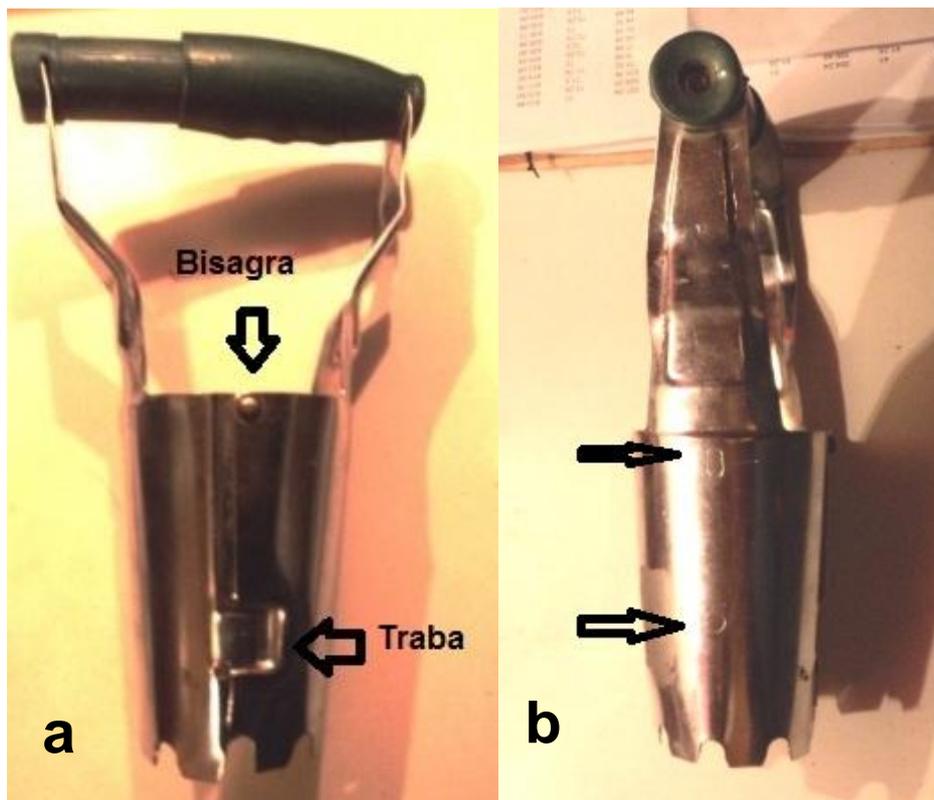


Figura 2.3
Muestreador de
suelo. a: vista de
bisagra y traba, b:
vista de graduación.

Palas para hojarasca

Palas pequeñas fueron usadas para coleccionar solamente hojarasca barriendo la superficie del suelo. En cada sitio se coleccionaron 36 muestras de 250 cm³ hojarasca c/u. Las muestras fueron tomadas al azar teniendo como mínimo una distancia entre ellas de 2 m.

Extractores modificados de Berlese-Tullgren

Teniendo en cuenta los métodos de extracción de fauna del suelo se optó por el uso de extractores secos (Southwood & Henderson, 2000; Vannier, 1970) apropiados para procesar muestras que pertenecen a suelos de bosques húmedos. Los extractores secos son embudos modificados de Berlese-Tullgren (Fig. 2.4a) contruidos con envases limpios de sidra de Tereftalato de Polietileno de color verde, de 1,5 l de capacidad, obtenidos a un mínimo costo y en cantidad, de la empresa ARB de los recicladores de residuos municipales de la ciudad de San Carlos de Bariloche. Los embudos se fabricaron cortando el fondo de las botellas aprovechando la zona cónica del cuello ya que esta exhibe un ángulo agudo entre la generatriz y el eje de simetría de 14° aproximadamente, lo cual favorece la caída de los especímenes y evita que no queden enganchados a las paredes del embudo (Vannier, 1970). La malla filtrante de PVC fue adaptada a un cilindro armado con otra botella de color verde claro, de Tereftalato de Polietileno, de bebida gaseosa de la que se descartó el fondo y el cuello de menor diámetro (8,5 cm) que la anterior (9,5 cm) para recibir la muestra y ser apoyada sobre

el embudo. La segunda sección de botella de menor diámetro, se agregó dentro de la primera, separada mediante trozos de pvc pequeños de 0,3 cm, a los fines de crear el espacio de Haarlov que facilita el pasaje del aire alrededor de la muestra evitando la condensación de los vapores de agua en las paredes del embudo donde los ácaros pueden quedar atrapados (Vannier, 1970) y para preparar las muestras antes de ponerlas sobre los extractores. Para mejorar la extracción y aprovechar además la reacción fototáctica negativa, se pintaron los conos con esmalte de color negro. Para suministrar el calor suficiente que genere el gradiente de humedad que maximice la huida de los especímenes se equiparon los extractores con luces de 25 watts. Para apoyar varios extractores a la vez y mantener las mismas condiciones de extracción en todos se construyó un soporte con madera terciada pintada con pintura de esmalte rojo alisado para permitir una fácil limpieza y apoyar los frascos recolectores. Los soportes fueron provistos con paredes desmontables de cartón prensado para disminuir la iluminación lateral de los extractores (Fig. 2.4b). Seis anaqueles con 72 extractores fueron fijados a las paredes en el laboratorio del Departamento de Zoología del Centro Regional Universitario Bariloche de la Universidad Nacional del Comahue.



Figura 2.4a. Anaqueles con 36 extractores modificados de Berlese-Tullgren



Figura 2.4b. Extractores libres y tapados con paredes de cartón prensado

Trampas de caída

Las trampas de caída fueron contenedores de 450 cm³ de capacidad (9cm de diámetro y 12 cm de profundidad), fabricados en polipropileno. Se ubicaron nueve trampas por sitio con propilenglicol diluido (40 %) y una gota de detergente, y separadas entre sí por 1 metro como mínimo. Los contenidos de las trampas de caída fueron reunidos para cada sitio en un frasco madre y conservados en etanol al 80% hasta su separación e identificación.

2.5 Separación e identificación

Las muestras de hojarasca y de suelo fueron ubicadas en los extractores modificados de Berlese-Tullgren (Figura 2.3) durante siete días, controlando que la temperatura se mantuviera por debajo de 30°C para impedir la deshidratación violenta de las muestras. Las lámparas fueron encendidas durante los primeros 3 días del proceso de extracción. Los artrópodos fueron recolectados en alcohol 75% V/V.

En los tres casos de muestras de suelo, muestras de hojarasca o muestras de fondo de trampas de caída, los ácaros oribátidos fueron separados de los organismos acompañantes bajo lupa binocular mediante pipetas de Pasteur, agujas de micro manipulación y pequeños pinceles armados con un mínimo de cuatro hasta 16 pelos de caninos. Las agujas delgadas para micro-

manipulación fueron construidas con hilos de tungsteno como lo sugerido por Drebes (1974). Para facilitar la identificación se diafanizaron los ácaros en ácido láctico puro. Varios ejemplares de cuerpo deprimido dorso-ventralmente fueron montados *in toto* usando el medio de Hoyer. Las determinaciones fueron realizadas utilizando, principalmente las claves de Balogh & Balogh (1988, 1990) como así también algunas descripciones realizadas por Balogh & Csiszár (1963), Hammer (1958, 1961, 1962a, 1962b), Mahunka (1980) y Baranek (1984, 1986). Los dibujos de las descripciones del capítulo 4 fueron realizados a partir de observaciones al microscopio óptico y digitalizados mediante el programa Autocad 2012. El Dr Pablo A. Martínez determinó varios ejemplares pertenecientes al sitio del bosque de Ciprés del Cerro Otto y asesoró sobre la identificación de algunos especímenes del Parque Municipal LLao LLao además de aquellos capturados con trampas de caída. El sistema de clasificación adoptado fue el de Subías (2004) exceptuando los casos en donde la literatura reciente recomendaba una clasificación diferente (Norton & Behan-Pelletier, 2009). El número de especímenes examinados, el tipo de sustrato y la estación y el año de muestreo de cada especie de ácaro oribátido quedan indicados en los apéndices 1 al 6. Los especímenes recolectados, almacenados en 2:3 alcohol 80 % V/V-1:3 ácido láctico puro y las preparaciones montadas *in toto* en medio de Hoyer o recubiertas con oro, se conservan en las colecciones de la Universidad Nacional de Mar del Plata y del Centro Regional Universitario Bariloche (Universidad Nacional del Comahue).

Capítulo 3

3 Especies encontradas

3.1 *Mínimos niveles taxonómicos encontrados*

En todo este estudio se determinaron 10005 ácaros oribátidos y se asignaron a 161 morfoespecies. Se lograron dilucidar 68 especies de las cuales dos serán descritas en el capítulo 4. Se usó en un caso la abreviatura cf. (del latín “confer”, compara, imperativo del verbo comparar) entre el nombre genérico y el nombre específico para indicar especímenes o poblaciones que se parecen a un taxón conocido pero que difieren en detalles morfológicos que podrían o no provocar en una futura revisión la necesidad de referirse a un nuevo taxón. Para las especies de la familia Oppiidae se agregaron brevemente las características que permitieron reconocerlas, básicamente aquellas que las separan de las especies más afines y en el caso de aquellas consideradas cf., se mencionan la o las características que impiden asegurar que es realmente la especie aludida. Muchas características usan nomenclatura específica cuya definición detallada se encuentra en el glosario de ácaros oribátidos (Hunt *et al.*, 1998). Las fotografías corresponden a imágenes al microscopio óptico, salvo en los casos indicados como “foto SEM” cuyo significado es microscopio electrónico de barrido.

3.2 *Especies identificadas*

La cantidad de especímenes hallados junto con la estación del año se enumeran en el capítulo 5, salvo para el caso de los ejemplares encontrados en trampas de caída cuyos datos de cantidad de ejemplares, localidad y fecha de captura (en números romanos el mes y en números arábigos el año) se especifican para cada especie. Los tamaños se consignan como promedios en micrones (μm) y se detallan como el valor promedio acompañado entre paréntesis del número de ejemplares medidos. Para las ninfas, se agregaron los datos cuando se pudo distinguir entre proto, deuto y tritoninfas.

3.2.1 **Eniochthoniidae Grandjean**

Eniochthonius Grandjean

1. *Eniochthonius minutissimus* (Berlese, 1904)

Especímenes examinados: Cerro Otto - bajo de *A. chilensis*, suelo y hojarasca, LLao LLao – bajo de *N. dombeyi*, hojarasca y suelo, en Cerro LLao LLao - bajo de *A. chilensis*, suelo y hojarasca, Cerro P. Laguna – bajo de *N. antarctica*, suelo y hojarasca y en Arroyo Challhuaco bajo de *N. antarctica*, suelo y hojarasca.

Tamaño: 290 (9) μm .

Notas: Fue originalmente descrita para Italia por Berlese en 1904.

En Argentina fue previamente citada como *Eniochthonius minutissimus* Berlese en El Bolsón (Balogh & Csiszár, 1963) en bosque mixto de *A. chilensis* y *Lomatia sp.* En Chile se observó en Puerto Montt y Peulla dentro de musgos en bosques (Hammer, 1962a). Es una especie euritópica, que se halla en hojarasca de bosque, madera, musgo, hongos en repisa y turberas (Norton & Behan-Pelletier, 2007). Posee un exoesqueleto reforzado con oxalato de calcio aún en ambientes pobres en calcio (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: Cosmopolita (excepto Antártica).



Figura 3.1. *Eniochthonius minutissimus* dorsal (Barra 100 μm)



Figura 3.2. *Eniochthonius minutissimus* sensilo (Barra 50 μm)

3.2.2 Brachychthoniidae Thor

Sellnickochthonius Krivolutsky

2. *Sellnickochthonius elsosneadensis* (Hammer, 1958)

Especímenes examinados: Cerro P. Laguna - hojarasca y suelo bajo de *N. antarctica*, LLao LLao – hojarasca bajo de *N. dombeyi* y Cerro LLao LLao hojarasca bajo de *A. chilensis*. Tamaño: 190 (2) μm . Color rojizo.

Notas: Distribución semicosmopolita (Subías 2004). Fue

originalmente descripta para Argentina en Mendoza bajo de *Juncus* (Hammer, 1958). Previamente citada en Panamá, Japón, China y Australia (Schatz, 2006). Es el primer registro para la provincia de Río Negro. Los Brachychthoniidae presentan una importante diversidad y abundancia en suelo y hojarasca de bosques húmedos y aparecen habitualmente en comunidades disclimáticas y en hábitats recientemente creados, nada se conoce de sus hábitos alimentarios pero se los ha podido criar en cultivos de algas unicelulares (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: Semicosmopolita (Paleártica oriental meridional, China suroriental, Australia y Neotropical: Argentina y Panamá)

Liochthonius van der Hammen

3. *Liochthonius (Liochthonius) fimbriatissimus* Hammer, 1962

Especímenes examinados: LLao LLao – hojarasca bajo de *N. dombeyi*, y Cerro P. Laguna – hojarasca bajo de *N. antarctica*.

Tamaño: 165 (4) μm .



Figura 3.3. *Sellnickochthonius elsosneadensis* dorsal (Barra 100 μm)

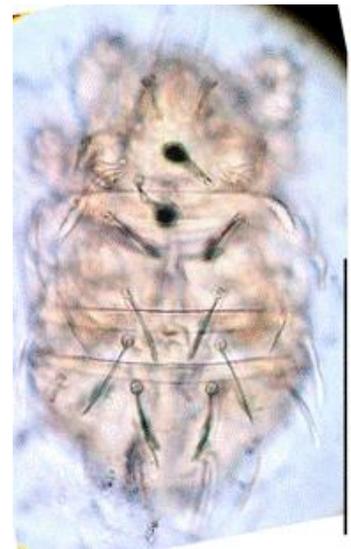


Figura 3.4. *Liochthonius fimbriatissimus* dorsal (Barra 100 μm)

Notas: Originalmente descrito para Argentina. Citada anteriormente como *Brachychthonius fimbriatus* Hammer en la provincia de Mendoza (Hammer, 1958), *Liochthonius fimbriatissimus* (Hammer) en las provincias de Santa Cruz (Hammer, 1962b) y Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963) y *Liochthonius fimbriatus* Hammer en la provincia de Tierra del Fuego (Mahunka 1980).

Distribución: Semicosmopolita (Australiana, Neotropical (América austral y Méjico) y Antártica (I. Príncipe Eduardo)).

4. *Liochthonius (Liochthonius) rigidisetosus* Hammer, 1962

Especímenes encontrados: Cerro LLao LLao, hojarasca bajo *A. chilensis*, Lago Gutiérrez – hojarasca bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 210 µm.

Notas: Originalmente descrita para Chile. Citada en ese país en Puerto Montt y Petrohué (Hammer, 1962). Los pelos notogastrales son largos y rígidos por lo tanto corresponden a la subespecie *L. (L.) rigidisetosus rigidisetosus*.

Primer registro para la Argentina.

Distribución: Chile y Argentina.



Figura 3.5. *Liochthonius rigidisetosus* dorsal (Barra 100 µm)



Figura 3.6. *Cosmochthonius semifoveolatus* dorsal (Barra 100 µm)

3.2.3 Cosmochthoniidae Grandjean

Cosmochthonius Berlese

5. *Cosmochthonius semifoveolatus* Subías, 1982

Especímenes examinados: Cerro Otto – hojarasca y suelo bajo de *A. chilensis*, Cerro LLao LLao – hojarasca y suelo bajo de *A. chilensis*, LLao LLao – hojarasca bajo de *N. dombeyi*, Cerro P. Laguna – hojarasca bajo de *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco – hojarasca bajo de *N. antarctica*.

Tamaño: 326 (7) µm.

Notas: originalmente descrito para España. Los especímenes encontrados comparten los rasgos morfológicos señalados para *C. semifoveolatus* en la revisión del género realizada por Ayyildiz & Luxton (1990). Las especies de los Cosmochthoniidae junto con los Haplochthoniidae son habitualmente encontradas en escombros de viviendas y graneros y en suelos periódicamente secos (Norton & Behan-Pelletier, 2009). Es el primer registro para la Argentina.

Distribución: España y Argentina

3.2.4 Trichthoniidae Lee

Trichthonius Hammer

6. *Trichthonius pulcherrimus* (Hammer, 1958)

Especímenes examinados: Cerro Otto – hojarasca bajo de *A. chilensis*, Cerro P. Laguna y Arroyo Challhuaco – hojarasca bajo de *N. antarctica*.

Tamaño: 195 (4) μm .

Notas: Originalmente descrita para Argentina. Previamente citada como *Cosmochthonius pulcherrimus* Hammer en la provincia de Mendoza (Hammer, 1958) y *Trichthonius pulcherrimus* (Hammer), en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963), Chile (Hammer, 1962a), Bolivia (Hammer, 1958), Perú (Hammer, 1961) y Australia (Lee, 1982). En Chile en Icalma se ha también hallado en hojarasca y suelo de bosque mixto de *Araucaria araucana* y *N. pumilio* (Martínez & Casanueva, 1995). Tanto los Trichthoniidae como los Cosmochthoniidae poseen setas eréctiles. No se conocen los hábitos alimentarios de estas especies (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: Neotropical y Australiana.



Figura 3.7. *Trichthonius pulcherrimus* dorsal (Barra 100 μm)

3.2.5 Phthiracaridae Perty

Notophthiracarus Ramsay

7. *Notophthiracarus* (*N.*) *feideri* (Balogh & Ciszár, 1963)

Especímenes examinados: Arroyo Challhuaco hojarasca bajo de *N. antarctica* y LLao LLao suelo y hojarasca bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 645 (3) μm .

Notas: Originalmente descrito de Argentina. Previamente citada como *Phthiracarus feideri* Balogh & Ciszár en el Bolsón, en el Valle del río Azul, a partir de hojarasca y corteza tamizada de *Myrceugenia exsucca* provenientes de bosque



Figura 3.8. *Notophthiracarus feideri* a. lateral b. ventral placas genital y anal (Barra 200 μm)

mixto cenagoso de *Nothofagus dombeyi* y *Myrceugenia exsucca* (Balogh & Ciszár, 1963) en la provincia de Río Negro.

No se encontraron inmaduros de Phthiracaridae dado que son endófagos en madera en descomposición de troncos, palos, estructuras portadoras de semillas y sustratos similares o en agujas de coníferas. Los adultos son encontrados habitualmente en hojarasca y se alimentan de hongos y hojarasca. Los Phthiracaridae son considerados descomponedores importantes, especialmente en bosques de coníferas (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: Argentina.

Phthiracarus Perty

8. *Phthiracarus* (*Neophthiracarus*) *insignis* (Balogh & Ciszár, 1963)



Figura 3.9. *Phthiracarus insignis* lateral (Barra 250 μm).

Especímenes examinados: Cerro Otto – suelo y hojarasca bajo de *A. chilensis*. Cerro LLao LLao – suelo y hojarasca bajo de *A. chilensis*, LLao LLao – suelo y hojarasca bajo de *N. dombeyi*, y Lago Gutiérrez hojarasca bajo de *N. dombeyi*.

Tamaño: 565 (11) μm

Notas: Originalmente descrito de Argentina. Previamente citada como *Neophthiracarus insignis* Balogh & Csiszár de hojarasca en bosques mixtos de *A. chilensis*-*Lomatia*. (Balogh & Csiszár, 1963) en la provincia de Río Negro.

Distribución: Argentina.

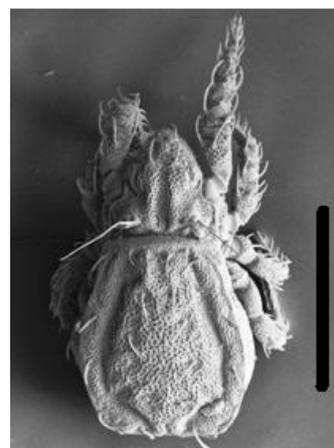


Figura 3.10. *Nothrus peruensis* dorsal (Barra 500 μm) SEM

3.2.6 Nothridae Berlese

Nothrus Koch

9. *Nothrus peruensis* Hammer, 1961

Especímenes examinados: Cerro Otto y Cerro LLao LLao – suelo y hojarasca bajo de *A. chilensis*, LLao LLao y Lago Gutiérrez – suelo y hojarasca bajo de *N. dombeyi*. Cerro P. Laguna y Arroyo Challhuaco suelo y hojarasca bajo de *N. antarctica*. Fue una de las especies que estaba presente en todos los bosques.

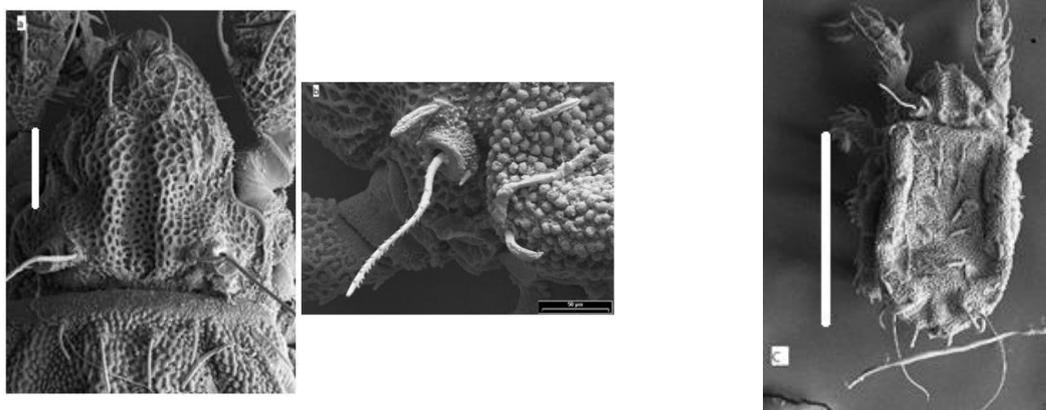


Figura 3.11. *Nothrus peruensis* a. prodorso (Barra 100 μm), b. sensilo tritoninfa (Barra 50 μm) c. setas KI tritoninfa (Barra 500 μm)

Tamaño: adultos 862 (8) μm ; tritoninfas: 779 (21) μm ; deutoninfas: 566 (11) μm ;
Protoninfas: 414 (11) μm ; Larvas: 330 (5) μm .

Notas: Originalmente descrita para Perú. Previamente citada en Argentina en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963) y en la provincia of Tierra del Fuego (Baranek, 1988) en líquenes. En Chile fue encontrada también en musgos húmedos y hojarasca en bosques (Hammer, 1962a).

Ha sido reconocida por la forma del sensilo alargada, la presencia de una sola uña por pata en contraste con las otras especies del género y las setas h_2 (k_1 sentido Hammer) muy largas, además de los pelos del histerosoma gruesos, alargados y clavados.

En general las especies del género *Nothrus* se alimentan de materia vegetal en descomposición y hongos (Siepel, 1990). Dentro de este género, la especie más estudiada ha sido *N. palustris* en cuanto a su dinámica poblacional, hábitos alimentarios y la influencia de la temperatura sobre el desarrollo (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: Neotropical y Sureste de EEUU.

3.2.7 Crotoniidae Thorell

Camisia Heyden

10. *Camisia australis* Hammer, 1958

Especímenes examinados: Cerro Otto y Cerro LLao LLao -
hojarasca bajo de *A. chilensis*, Cerro P.Laguna y Arroyo Challhuaco

hojarasca bajo de *N. antarctica* y LLao LLao y Lago Gutiérrez –
hojarasca bajo de *N. dombeyi*.

Tamaño: 617 (5) μm .

Notas: La distribución es neotropical (Subías, 2004). Originalmente descrita para Argentina, Valle del Río Atuel, Arroyo Las Chircas, provincia de Mendoza sobre *Mimulus* y musgos húmedos cerca de una cascada. El mismo autor la vuelve a encontrar sobre musgos en la base de árboles y musgos sobre rocas cerca de ejemplares de *Chusquea culeou* en el LLao LLao, Lago Nahuel Huapi, Provincia de Río Negro (Hammer, 1962). Más tarde se la vuelve a encontrar en el Bolsón, provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963). Los ejemplares



Figura 3.12. *Camisia australis* dorsal (Barra 500 μm)

adultos se encontraron solo en hojarasca; la ausencia de estadios inmaduros se relacionarían con su hábito arborícola.

Las especies del género *Camisia* son oribátidos bastante grandes como adultos, se encuentran en una amplia variedad de hábitats incluyendo musgos, líquenes, suelo y hojarasca, pero raramente en grandes números. Varias especies son arborícolas. Secretan un material adhesivo sobre la cutícula que forma un cerotegumento transparente vistoso, al cual se adhieren suelo, tierra, restos orgánicos, polen, esporas e hifas fúngicas y se agregan a veces en una capa gruesa y compacta (Colloff, 1993).

Las especies del género *Camisia* son primariamente arborícolas, que viven sobre troncos de árboles o en el dosel o entre musgos y líquenes sobre la superficie de las rocas (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: América tropical.

11. *Camisia segnis* (Hermann, 1804)

Especímenes examinados: Cerro Otto y Cerro LLao LLao – hojarasca bajo de *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – suelo y hojarasca bajo de *N. antarctica*.

Tamaño: 820 (2) μm .

Notas: Originalmente descrita como *Notaspis segnis* (Hermann, 1804). Previamente citada en Argentina como *Camisia segnis* (Hermann) en la provincia de Mendoza (Hammer, 1958) y en la provincia de Río Negro (Hammer, 1962b; Balogh & Csiszár, 1963).

Podría haber sido introducida desde Europa.

Distribución: Semicosmopolita (Holártica: frecuente, Oriental, y Antártica).



Figura 3.13. *Camisia segnis* dorsal (Barra 500 μm)

Heminothrus Berlese

Primer registro del género para la provincia de Neuquén.

12. *Heminothrus (Platynothrus) biangulatus* (Hammer, 1962)

Especímenes examinados: LLao LLao - hojarasca y suelo bajo de *N. dombeyi*, Lago Huechulafquen – trampa de caída en bosque de *N. dombeyi* I-2005 (7).

Tamaño: 943 (10) μm .

Notas: Originalmente descrita para Chile, en bosques cerca de Puerto Montt [como *Platynothrus biangulatus*]. Fue previamente citada en Buenos Aires (Bischoff de Alzuet, 1967) y Tierra del Fuego (Baranek, 1988) como *Platynothrus biangulatus*. Primer registro para las provincias de Río Negro y Neuquén.

Los géneros *Platynothrus* y *Heminothrus* son habitantes comunes del suelo forestal pero también son habitualmente encontrados en turberas, musgos y otros hábitats (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: América austral.

Crotonia Thorell

Primer registro para la provincia de Neuquén.

13. *Crotonia flagellata* (Balogh & Csiszár, 1963)

Especímenes examinados: Cerro Otto – hojarasca bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna - hojarasca bajo de *Nothofagus antarctica*, Lago Traful – trampa de caída en bosque mixto de *N. dombeyi*-*A. chilensis*.

Tamaño 1460 (1) μm .

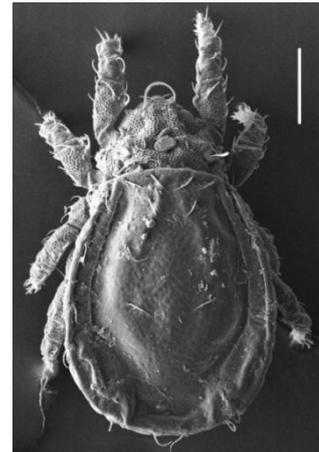


Figura 3.14. *Heminothrus biangulatus* dorsal (Barra 200 μm) SEM



Figura 3.15. *Crotonia flagellata*. dorsal (Barra 500 μm)

Notas: Originalmente descrito de Argentina. Previamente citada en Argentina [como *Acronothrus flagellatus* Balogh & Csiszár] en el Bolsón, provincia de Río Negro en hojarasca de bosque de *Nothofagus pumilio* (Balogh & Csiszár, 1963).

Primer registro para la provincia de Neuquén.

El género *Crotonia* es el más común de los tres géneros que componen la familia; vive sobre la corteza de los árboles y los pocos ejemplares hallados en el suelo se deberían a la caída de restos de cortezas y ramas.

Las especies del género *Crotonia* son grandes y portan materia orgánica fuertemente adherida sobre sus cuerpos. A pesar de que se encuentran en la hojarasca, muchos parecen ser primariamente arbóreos (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: América austral.

3.2.8 Malaconothridae Berlese

Malaconothrus Berlese

14. *Malaconothrus (Cristonothrus) translamellatus* Hammer, 1958

Especímenes examinados: Cerro P.Laguna – hojarasca bajo *N. antarctica*, Llao Llao – hojarasca bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 500 (4) µm.

Notas: Originalmente descrito de Argentina y Bolivia. Previamente citada en Argentina [como *Malaconothrus translamellatus* Hammer] en las provincias de Mendoza, Salta (Hammer, 1958), Río Negro, Santa Cruz y Tierra del Fuego (Hammer, 1962b) y en Chile (Hammer, 1962a; Covarrubias, 2004), Islas Georgia del Sur (Starý & Block, 1995) e Islas Malvinas (Starý & Block, 1996).

Los Malaconothridae son una familia cosmopolita que incluye cuatro géneros y que puede estar estrechamente relacionada con los Trhypochthoniidae. Dos características típicas de la familia son la presencia de un film continuo de cerotegumento birrefringente y la falta de sensilos prodorsales. La glándula opistonotal parece estar poco desarrollada a pesar de que se puede apreciar un vestigio de su abertura. Especies de estas dos familias han sido encontradas en turberas, arroyos, cascadas y lagos a través del mundo (Norton & Behan-Pelletier, 2009).



Figura 3.16. *Malaconothrus translamellatus* izquierda prodorso, derecha dorsal (Barra 100 µm)

Distribución: Neotropical y subantártica (Isla Amsterdam).

3.2.9 Pheroliodidae Paschoal

Pheroliodes Grandjean

15. *Pheroliodes neuquinus* Baranek, 1986

Especímenes examinados: Llao Llao - bajo *N. dombeyi*, trampa de caída I-2007 (7). Cerro Otto hojarasca bajo *A. chilensis*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Arroyo Challhuaco y Cerro P. Laguna - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*. Tamaño: 759 (2) μm .

Notas: Originalmente descrito de Argentina. Previamente citada en este país en la provincia de Neuquén sobre corteza de *N. pumilio* y *Myrceugenia exucca* (Baranek, 1986). Primer registro para la provincia de Río Negro.



Figura 3.17. *Pheroliodes neuquinus* izquierda dorsal, derecha sensilo (Barra 100 μm)

Los *Pheroliodes* poseen órganos femorales porosos que se abren a través de un estigma dorsal, los cuales en los fémures II y IV yacen debajo de un amplio retrotectum. Muchos miembros de los Plateremaeoidea y otros taxa con órganos internos porosos son arborícolas o saxícolas que viven frecuentemente en musgos, líquenes o humus finamente acumulado sobre árboles o sobre rocas en suelos secos (Norton & Alberti, 1997). A pesar de que los ácaros de estos grupos son ocasionalmente encontrados en muestras de suelos orgánicos húmedos y en algunos casos pueden ser conocidos solamente de este microhábitat como especies raras, presumiblemente accidentales, sus afiliaciones ecológicas primarias parecen ser epígeas en microhábitats que están sujetos a variaciones significativas de la humedad. Estos ácaros, los líquenes y los musgos que suelen habitar son unos y otros reconocidos por sustentar sus ciclos de actividad sobre la disponibilidad de la humedad (Norton & Alberti, 1997).

Distribución: Argentina.

16. *Pheroliodes minutus* Baranek, 1984

Especímenes examinados: Cerro Otto y Cerro LLao LLao – hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna y Arroyo Challhuaco – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: ♀ 480,2 (5), ♂ 440,4 (5) μm .

Notas Previamente citada en este país en la provincia de Buenos Aires (Baranek 1984). Difiere de la descripción original por la forma del botridio.

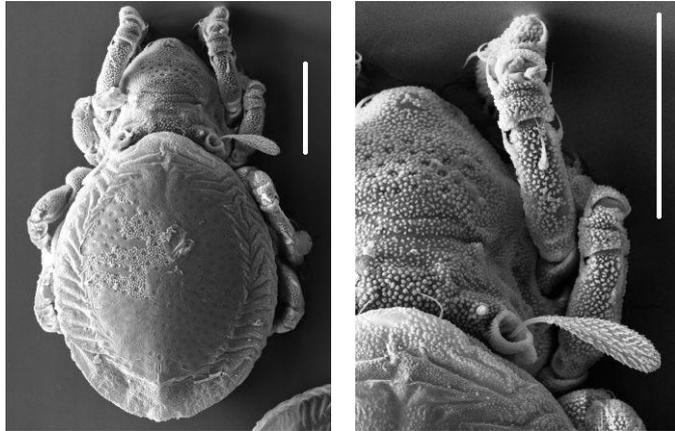


Figura 3.18. *Pheroliodes minutus* izquierda dorsal, derecha sensilo (Barra 100 μm) SEM

Primer registro para la provincia de Río Negro.

Distribución: Argentina

3.2.10 Licnodamaeidae Grandjean

Licnodamaeus Grandjean

17. *Licnodamaeus granulatus* Balogh & Csiszár, 1963

Especímenes examinados: Cerro Otto – hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro LLao LLao – suelo y hojarasca bajo *A. chilensis*, Arroyo Challhuaco – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*.

Tamaño: 274 (9) μm .

Notas: Fue originalmente descrita para Argentina.



Figura 3.19. *Licnodamaeus granulatus* dorsal (Barra 100 μm)

Previamente citada en este país en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963) obtenido a partir de musgos húmedos sobre rocas y suelo proveniente de bosque mixto de *Austrocedrus* y *Lomatia*. En la figura 3.19 se puede apreciar la presencia de cerotegumento desprendido en parte del notogaster. Los Licnodamaeidae forman con otras familias afines como Nacunansellidae un conjunto heterogéneo de especies que requiere una profunda revisión (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: América austral.

3.2.11 Gymnodamaeidae Grandjean

Jacotella Banks

18. *Jacotella ornata* (Balogh & Csiszár, 1963)

Especímenes examinados: Cerro Otto – suelo y hojarasca bajo *A. chilensis* y Cerro Padre Laguna – suelo y hojarasca bajo *N. antarctica*.

Tamaño: 537 (3) μm .

Notas: Originalmente descrita para Argentina. Previamente citada

[como *Allodamaeus ornatus* Balogh & Csiszár] en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963) obtenido a partir de hojarasca tamizada proveniente de bosque mixto de *Austrocedrus* y *Lomatia*.

Los Gymnodamaeidae constituyen una familia cosmopolita que comprende 5 géneros y está bien representada en hábitats de tundra. Sin embargo tiene mayor diversidad específica en Europa Central y del Sudeste y en hábitats del oeste de Norteamérica (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: Neotropical (América austral y Méjico) e India (Himalaya).



Figura 3.20. *Jacotella ornata* dorsal (Barra 100 μm)

3.2.12 Caleremaeidae Grandjean

Anderemaeus Hammer

19. *Anderemaeus magellanicus* Hammer, 1962

Especímenes examinados: Cerro Otto y Cerro LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Arroyo Challhuaco y Cerro Padre Laguna - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 653 (11) μm .

Notas: Originalmente descrita para Chile cerca de Punta Arenas, bajo helechos, *Taraxacum*, *Medicago* y *Berberis*. Previamente citada en Argentina para la provincia de Tierra del Fuego, musgos y líquenes secos (Hammer, 1962) y líquenes (Baranek, 1988).

Primer registro para la provincia de Río Negro.

Las especies del género *Anderemaeus* en conjunto con otras especies afines como *Cristeremaeus* y *Yungaseremaeus* están restringidas a grandes altitudes o en latitudes meridionales de Sudamérica (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: América austral.



Figura 3.21. *Anderemaeus magellanicus*. Dorsal (Barra 200 μm)

3.2.13 Nodocepheidae Piffi

Nodocepheus Hammer

20. *Nodocepheus dentatus* Hammer, 1958

Especímenes examinados: Cerro Otto y Cerro LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*.

Tamaño: 241 (8) μm .

Notas: Originalmente descrita de Argentina. Previamente citada en este país en las provincias de Mendoza (Hammer, 1958), Río Negro (Hammer, 1962b; Balogh & Csiszár,



Figura 3.22. *Nodocepheus dentatus* dorsal (Barra 100 μm)

1963) y Chubut (Balogh & Csiszár, 1963), en las Islas Malvinas (Balogh, 1988) y Chile (Hammer, 1962a).

Los Nodocephidae son la familia más diversa de Polypterozetoidea (aunque su inclusión en esa superfamilia está en discusión), con siete especies descritas en el género *Nodocephus*. Suelen encontrarse a grandes altitudes en Costa Rica, Sudamérica, Pakistán, y Nueva Zelanda (Norton & Behan-Pelletier, 2009). Presentan procesos humerales en el notogaster con aspecto de pteromorfos.

Distribución: Neotropical, Australiana (Nueva Zelanda) y subantártica.



Figura 3.23. *Cultroribula argentinensis* dorsal (Barra 200 μm)

3.2.14 Astegistidae Balogh

Cultroribula Berlese

21. *Cultroribula argentinensis* Balogh & Csiszár, 1963

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao – hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Lago Gutiérrez – hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Cerro P. Laguna y Arroyo Challhuaco – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*.

Tamaño: 299 (20) μm .

Notas: Fue originalmente descrita para Argentina. Previamente citada en este país en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963).

Los Astegistidae constituyen una familia cosmopolita con diez géneros, la mayor diversidad específica ocurre en las regiones de clima cálido-templado (Norton & Behan-Pelletier, 2009).

Distribución: Argentina

3.2.15 Autognetidae Grandjean

Austrogneta Balogh & Csiszár

22. *Austrogneta multipilosa* Balogh & Csiszár, 1963

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, LLao LLao – hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Cerro P. Laguna y Arroyo Challhuaco – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*.

Tamaño: 232 (10) μm .

Notas: Fue originalmente descrita para Argentina. Previamente citada en este país en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963). Como otros Oppioidea se supone una alimentación primariamente fúngica. Se la puede reconocer porque tiene desarrolladas las cristae y las costulae, ver figura 3.24

Distribución: Australiana (Australia y Nueva Zelanda) y Argentina.



Figura 3.24. *Austrogneta multipilosa* arriba dorsal (Barra 100 μm), abajo prodorsum (Barra 50 μm)

3.2.16 Oppiidae Sellnick

Anomaloppia (Hammer)

23. *Anomaloppia dispariseta* (Hammer, 1958)

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao – suelo bajo *A. chilensis*, Lago Gutiérrez – hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Cerro P. Laguna y Arroyo Challhuaco – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*.

Tamaño: 245 (42) μm .

Notas: Originalmente descrita para Argentina. Previamente citada en este país como *Oppia dispariseta* Hammer en la provincia de Mendoza y en las Islas Malvinas (Starý & Block, 1996). Es el primer registro para la provincia de Río Negro.

Los ejemplares son algo más grandes que aquellos descritos por Hammer (1962) y más alargados. En la figura 3.25 se observan los 3 pares de sigilas enfrentadas y el sensilo típico con el extremo redondeado, con alrededor de 10 setas rígidas de longitud desigual en un arreglo aproximadamente radial. Lo típico de esta especie es la gran proximidad de las setas h_1 (nomenclatura unideficiente) cuya longitud supera su distancia mutua. Las setas p_1 son más pequeñas que las demás setas notogastrales.



Figura 3.25. *Anomaloppia dispariseta* arriba Dorsal (Barra 100 μm), abajo sensilo derecho (Barra 10 μm)

Distribución: América austral y subantártica (Islas Malvinas).

Austroppia Balogh

24. *Austroppia petrohuensis* (Hammer, 1962)

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao – hojarasca bajo *A. chilensis*, LLao LLao – hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 225 (2) μm .

Notas: Originalmente fue descrita para Chile. Previamente citada en ese país como *Brachioppiella petrohuensis* Hammer y en Argentina en la provincia de Río Negro (Hammer 1962a, 1962b). En Coronel, Chile, se observó nuevamente en hojarasca y suelo de bosques de *Pinus radiata* (Martínez & Casanueva, 1995).



Figura 3.26. *Austroppia petrohuensis* dorsal (Barra 100 μm)

El tamaño medido es menor al registrado por Hammer (1962). El rostro tiene dos incisiones, no hay una arco transcostular, a veces se observa una línea muy tenue que une las dos costulas. El sensilo radiado es característico en poseer la cabeza comprimida en lugar de observarse la dilatación de especies afines. El sensilo izquierdo tiene mayor cantidad (5) de setas que el derecho (4). Este tipo de asimetría no un rasgo específico. Es probable que si se vieran más ejemplares se encontrarían otros casos (P. Martínez 2012, com. pers.).

Las setas notogastrales son cortas y se observan 6 pares de setas genitales. Las fisuras *iad* son invertidas apoanales.

Distribución: América austral.

Brachioppiella Hammer

25. *Brachioppiella (Gressitoppia) pepitensis* (Hammer, 1962)

Especímenes examinados: Cerro Otto – hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño (240) (9) μm .

Notas: Originalmente descrita para Chile. Previamente citada en ese país como *Oppia pepitensis* Hammer en Tierra del Fuego (Hammer, 1962a) y una subespecie *Oppia pepitensis brevipectinata* Covarrubias fue descrita para las Islas Shetland del Sur (Covarrubias, 1968). Es el primer registro para Argentina continental.

La especie fue reconocida por las sigilas dispuestas en dos grupos cerca del margen anterior del notogaster, nueve pares de setas notogastrales medianamente largas, lirifisuras *iad* invertidas apoanales separadas de las placas anales, 4 pares de setas genitales, líneas lamelares y línea translamelar muy tenue, el sensilo fusiforme y unilateralmente ciliado, que se hace más angosto apicalmente y termina en punta.

Distribución: América austral y Antártica (Islas Shetland del Sur).



Figura 3.27. *Brachioppiella pepitensis* dorsal (Barra 100 μm)

26. *Brachioppiella (Brachioppiella) periculosa* Hammer, 1962

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao – suelo bajo *A. chilensis*, LLao LLao – hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Cerro P. Laguna – hojarasca bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco – suelo bajo *N. antarctica*.

Tamaño: 377 (48) μm .

Notas: Originalmente fue descrita para Chile. Previamente citada en

la provincia de Río Negro en El Bolsón y en bosque denso en Puerto Blest (Hammer, 1962b, Balogh & Csiszár, 1963). En Chile se ha hallado también en musgo húmedo en bosque denso Puerto Montt y Peulla (Hammer, 1962a) en Lago Icalma en hojarasca y suelo de bosque mixto de *Araucaria araucana* y *N. pumilio* (Martínez & Casanueva, 1995).

La característica más sobresaliente de esta especie es el sensilo ramificado a modo de asta de ciervo, posee 4 ramas de las cuales las tres primeras son de longitud

aproximadamente igual y la cuarta más corta. Otras características que permite identificarla son las costulae lamelares y translamelar lineales, además de las lirifisuras *iad* oblicuas en posición invertida apoanal, 5 pares de setas genitales.

Distribución: Neotropical.

Brassoppia Balogh

Primer registro del género para Argentina.

27. *Brassoppia (Plaesioppia) peullaensis* (Hammer, 1962)

Especímenes examinados: LLao LLao suelo - bajo *N. dombeyi*, Cerro LLao LLao – hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*.

Tamaño: 293 (6) μm .



Figura 3.28. *Brachioppiella periculosa* arriba dorsal (Barra 100 μm), abajo sensilo (Barra 50 μm)



Figura 3.29. *Brassoppia peullaensis* arriba dorsal (Barra 100 μm), abajo sensilo (Barra 10 μm)

Notas: Originalmente descripta para Chile. Previamente citada en ese país como *Brachioppiella peullaensis* Hammer en Peulla (Hammer, 1962a). Luego en Chile fue hallada en Lago Icalma en hojarasca y suelo de bosques de *Araucaria araucana* (Martínez & Casanueva, 1995).

Se reconoce por el sensilo característico que se va haciendo más angosto a medida que llega hasta el ápice, con 7 a 8 ramas que se acortan gradualmente y el arco esclerotizado ubicado anteriormente a las setas lamelares.

Primer registro para Argentina.

Distribución: Chile y Argentina.

Discoppia Balogh

28. *Discoppia (Cylindroppia) tenuis* (Hammer, 1958)

Especímenes examinados: Cerro Otto – hojarasca y suelo, Cerro LLao LLao suelo bajo *A. chilensis*, suelo bajo *N. antarctica*.

Tamaño: 210 (3) μm .

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada de este país como *Oppia tenuis* Hammer en las provincias de Mendoza y Salta (Hammer, 1958). Primer registro para la provincia de Río Negro.

Se reconoce por su pequeño tamaño, color gris amarillento, sensilo de pedicelo corto con cabeza alargada cubierta de pelos muy cortos, las cortas líneas longitudinales sobre el notogaster son muy tenues, hay 2 pares de sigillae entre las setas interlamelares, que son pequeñas y tan largas como las setas lamelares.

Distribución: Argentina.

Globoppia Hammer

29. *Globoppia minor* Hammer, 1962

Especímenes examinados: Cerro Otto – hojarasca, Cerro LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Arroyo Challhuaco y Cerro Padre Laguna - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 390 (165) μm .

Notas: Originalmente descripta para Chile. Ha sido citada en Argentina en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963) y en la provincia de Tierra del fuego (Mahunka, 1980). En Chile se halló en musgos húmedos bajo vegetación densa en bosques de *Nothofagus*, en Puerto Montt, Petrohué y Punta Arenas (Hammer, 1962a)



Figura 3.30. *Globoppia minor* dorsal (Barra 100 μm) flecha seta *la*

Fue muy frecuente en todos los sitios. Fue reconocida por un único par de setas dos a tres veces más largo ($la=d_1$) que el resto de las setas notogastrales. Además de su tamaño mediano y de su sensilo globoso presenta setas interlamelares pequeñas en comparación con las lamelares y las rostrales y la región vecina al notogaster del prodorsum presenta 2 pares de sigillas entre las setas interlamelares.

Distribución: América austral.

30. *Globoppia intermedia intermedia* Hammer, 1962

Ejemplares examinados: Cerro Otto – hojarasca bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca bajo *N. antarctica*, Lago Gutiérrez – hojarasca bajo *N. dombeyi*, Arroyo Challhuaco – suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 450 (7) μm .

Notas: Originalmente descripta para Chile. Previamente citada en ese país en Puerto Montt y Punta Arenas sobre musgos húmedos y plantas de sotobosque bajo *Nothofagus* (Hammer, 1962a). Los ejemplares de este estudio no pudieron asignarse a la subespecie *G. intermedia*

longiseta descrita para las Islas Georgia del Sur (Wallwork, 1970) pero cumplen con la descripción primera de Hammer en que ostenta una fuerte heterotríquia notogastral con las setas *te*, *ms* y *r2* más largas y curvadas, siendo las setas restantes netamente más cortas que estas. *G. intermedia longiseta* fue encontrada en las Islas Malvinas (Starý, 1995), en las Islas Georgia del Sur (Wallwork, 1970) y en otras islas circumpolares (Wallwork, 1970). Esto apoyaría la idea de que las faunas de oribátidos de las Islas circumpolares si bien tienen relación con las faunas de oribátidos de América del Sur constituyen grupos aislados del continente sudamericano. La explicación exacta del mecanismo de aislamiento podría ser más bien ecológica que geográfica (Wallwork, 1972). *G. intermedia intermedia* ha sido recolectada en la provincia de Tierra del Fuego nuevamente por Mahunka (1980). En Chile continental también se ha encontrado en Lago Icalma en suelo de bosque mixto de *Araucaria araucana* y *N. pumilio*, en hojarasca y suelo de bosque dominado por *A. araucana* (Martínez & Casanueva, 1995).

Distribución: Neotropical (América austral y México) y Antártica.

31. *Globoppia maior* Hammer, 1962

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Arroyo Challhuaco y Cerro Padre Laguna - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao y Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 608 (44) μm .

Notas: Originalmente descrita para Chile.

Previamente citada en ese país en Puerto Montt y Punta Arenas sobre musgos húmedos y plantas de sotobosque en bosque de *Nothofagus* (Hammer, 1962a) y en Argentina en la provincia de Santa Cruz en el Ventisquero Moreno sobre troncos de árboles (Hammer, 1962b).



Figura 3.31. *Globoppia maior* lateral (Barra 100 μm)

Reconocida por la presencia de pares de setas notogastrales de mayor longitud que el resto (*la*, *lm*, *lp*, *h₂* y *h₃*).

Distribución: América austral y subantártica: Islas Malvinas.

Lanceoppia Hammer

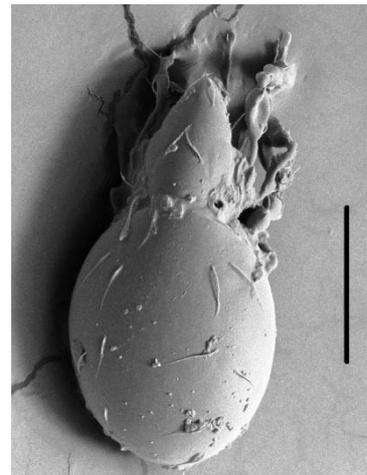
32. *Lanceoppia (Lanceoppia) hexapili* Hammer, 1962

Especímenes examinados: Cerro Otto - hojarasca y suelo bajo *A. chilensis* Cerro LLao LLao suelo bajo *A. chilensis* Arroyo Challhuaco y Cerro Padre Laguna - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao y Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*. La mayor cantidad de ejemplares se halló en la hojarasca. Fue una de las especies que estaba presente en todos los bosques.

Tamaño: 484 (59) µm

Notas: Originalmente descrita para Chile. Previamente citada en ese país (Hammer, 1962a) en Tierra del Fuego, en Tomé en hojarasca y suelo de bosques de *Gomortega keule* y en Lago Icalma en bosque mixto de *A. araucana* y *N. pumilio* (Martínez & Casanueva, 1995). Primer registro para Argentina.

Se reconoce por 3 pares de setas notogastrales (*la*, *lp*, *h₂*) más largas que el resto, la seta *c* muy pequeña pero presente y el sensilo lanceolado grueso, apicalmente puntiagudo, está curvado hacia adelante en la base, luego se dobla hacia afuera y hacia atrás en forma oblicua y finalmente hacia adelante.



Distribución: América austral.

Figura 3.32. *Lanceoppia kovacsi* dorsal (Barra 200 µm) SEM

33. *Lanceoppia (Lanceoppia) kovacsi*

(Balogh & Csiszár, 1963)

Especímenes examinados: Cerro Otto y Cerro LLao Llao – suelo y hojarasca bajo de *A. chilensis*, Llao Llao y Lago Gutiérrez – suelo y hojarasca bajo de *N. dombeyi*. Cerro P.Laguna – hojarasca bajo de *N. antarctica* y Arroyo Challhuaco suelo y hojarasca bajo de *N. antarctica*. Fue una de las especies que estaba presente en todos los bosques.

Tamaño: 507 (34) µm.

Notas: Originalmente descrita para Argentina. Previamente citada en este país como *Oppia kovacsi* Balogh & Csiszár en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963) en bosques de *A. chilensis* y *Lomatia*.

Se reconoce por la forma del sensilo lanceolado algo dilatado en la zona apical y los 6 pares de setas notogastrales largas (*la, lm, lp, h₁, h₂, h₃*), pero además la característica más saliente la constituye sin duda que las setas *la* y *lm* se originan lado a lado en una línea horizontal.

Distribución: América austral.

Membranoppia Hammer

34. *Membranoppia (Membranoppia) breviclava* (Hammer, 1958)

Especímenes examinados: Cerro Otto - suelo bajo *A. chilensis*, Cerro LLao LLao hojarasca bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 346 (51) μm .

Notas: Originalmente descrita para Argentina. Previamente citada en este país como *Oppia breviclava* Hammer en la provincia de Mendoza (Hammer, 1958) y en la provincia de Río Negro (Hammer, 1962b).

Se reconoce por la línea lamelar-translamelar que forma un arco en forma de U invertida, 3 pares de sigilas acomodadas formando un arco, sensilo largo con una cabeza débilmente dilatada y oval.

Distribución: Argentina.



Figura 3.33. *Membranoppia breviclava* dorsal (Barra 100 μm)

35. *Membranoppia (Pravoppia) argentinensis*

(Balogh & Csiszár, 1963)

Especímenes examinados: Cerro Otto - hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco - hojarasca bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 263 (23) μm .

Notas: Originalmente descripta para Argentina.

Previamente citada en este país como *Oppia argentinensis* Balogh & Csiszár en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963).

Se reconoce por la presencia de costulas paralelas arqueándose medialmente hacia adelante, setas interlamelares más largas que las setas lamelares y sensilo con tallo corto y con cabeza dilatada y redondeada.

Distribución: Argentina.



Figura 3.34. *Membranoppia argentinensis* dorsal (Barra 100 μm)

36. *Membranoppia (Pravoppia) patagonica* (Mahunka, 1980)

Especímenes examinados: Cerro Otto - suelo bajo *A. chilensis*, Cerro LLao LLao suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – suelo bajo *N. antarctica*. Se encontró solamente en suelo.

Tamaño: 199 (12) μm

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada en la provincia de Tierra del Fuego (Mahunka, 1980) como *Oppia patagonica*.

Se reconoce por el sensilo con el tallo corto y la cabeza dilatada y puntiaguda apicalmente, la disposición de las cóstulas lamelares paralelas con las cuspidas cortas, apicalmente incurvadas medialmente y la presencia de enantiófisis que hacen tope contra el notogaster. No coinciden la longitud de las setas interlamelares que son cortas y la presencia de una línea interlamelar que une a las setas lamelares.

Primer registro para la provincia de Río Negro.

Distribución: América austral (Argentina).

37. *Membranoppia (Pravoppia) wallworki* (Mahunka, 1980)

Especímenes examinados: LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*. La mayor cantidad de especímenes se halló en la hojarasca.

Tamaño: 420 (1) μm

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada en la provincia de Tierra del Fuego como *Globoppia wallworki* (Mahunka, 1980).

Reconocida por la presencia de las cuspid lamelares convergentes y la región restante de las costulas lamelares ausente y los 2 pares de sigilas en la región interlamelar

Primer registro para la provincia de Río Negro.

Distribución: América austral (Argentina).

Microppia Balogh

Primer registro del género para la provincia de Río Negro.

38. *Microppia minus* (Paoli, 1908)

Especímenes examinados: Cerro Otto - suelo bajo *A. chilensis*, Cerro LLao LLao suelo bajo *A. chilensis*. Únicamente hallada en suelo.

Tamaño: 204 (2) μm

Notas: Originalmente descripta para Italia como *Dameosoma minus* Paoli. Previamente citada para Argentina como *Oppia minutissima* Sellnick en la provincia de Chubut (Balogh & Csiszár, 1963) y recientemente en la provincia de Buenos Aires (Fredes *et al.*, 2009).

Se reconoce por la presencia de dos pequeñas crestas mediales en el margen anterior del notogaster y dirigidas hacia adelante sobre la zona basal del prodorso que se incurvan hacia adelante al lado de las setas interlamelares, además el sensilo tiene el tallo corto y la cabeza globular.

Primer registro para la provincia de Río Negro.

Distribución: Cosmopolita.

Neoamerioppia Subías

39. *Neoamerioppia chilensis* (Hammer, 1962)

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 315 (15) μm .

Notas: Originalmente descripta para Chile. Previamente citada en ese país como *Amerioppia chilensis* Hammer en Puerto Montt.

Primer registro para la Argentina.

Los géneros *Amerioppia* y *Neoamerioppia* se reconocen por la ausencia de setas interlamelares, la diferencia entre ellas es la cantidad de setas genitales. La especie *N. chilensis* se reconoce por el sensilo con cabeza fusiforme, la cabeza más corta que el pedicelo, la distancia entre las setas h_2 más de dos veces la distancia entre las setas h_1 y la presencia de 5 pares de setas genitales.

Distribución: América austral.

Oppiella Jacot

40. *Oppiella nova* (Oudemans, 1902)

Especímenes examinados: Cerro Otto - hojarasca bajo *A. chilensis*, Cerro LLao LLao suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 247 (7) μm .

Notas: Originalmente descripta para Holanda. Previamente citada en Argentina en la provincia de Río Negro (Hammer, 1962b; Balogh & Csiszár, 1963) y en la provincia de Buenos Aires (Denegri & Bischoff de Alzuet, 1992, Salazar Martínez *et al.*, 2007).

Se reconoce por la presencia de cristae en el margen anterior del notogaster, costulas en el prodorso, diez pares de setas notogastrales y sensilo con cabeza unilateralmente ciliada

Distribución: Cosmopolita.



Figura 3.35. *Neoamerioppia chilensis* dorsal (Barra 100 μm)



Figura 3.36. *Oppiella nova* dorsal (Barra 100 μm)

Oxyoppia Balogh & Mahunka

41. *Oxyoppia (Oxyoppiella) suramericana* Hammer, 1958

Especímenes examinados: Cerro Otto - hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro LLao LLao - suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco - suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 231 (20) μm .

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada en este país como *Oppia suramericana* Hammer en la provincia de Mendoza (Hammer, 1958), en la provincia de Salta (Hammer, 1958), en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963), en la provincia de Santa Cruz (Hammer, 1962b), en la provincia de Buenos Aires (Denegri & Bischoff de Alzuet, 1992; Salazar Martínez *et al.*, 2007).

Se reconoce por la presencia de cóstulas bien desarrolladas, un par de dientes notogastrales opuestos a los botridios, cóstulas y cresta translamelar rectas, y las cilias del sensilo cortas, las setas *la* y *lm* se originan a la misma altura, diez pares de setas notogastrales presentes, la seta *c*₂ presente y bien desarrollada.

Distribución: Neotropical (frecuente), India (Orissa), Australiana (Nueva Zelanda y Australia).

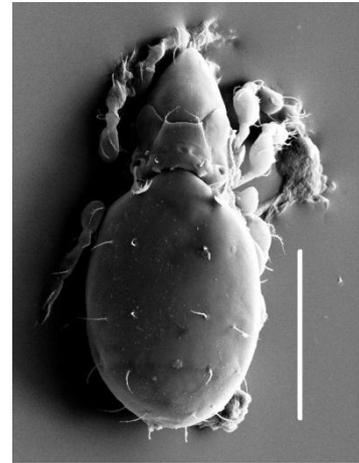


Figura 3.37. *Oxyoppia (Oxyoppiella) suramericana* dorsal (Barra 100 μm) SEM



Figura 3.38. *Oxyoppia mustaciata n.sp.* dorsal (Barra 100 μm) SEM

42. *Oxyoppia (Oxyoppiella) mustaciata n. sp.*

Especímenes examinados: Cerro Otto - hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro LLao LLao hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*. Esta especie aparece en todos los sitios tanto en hojarasca como en suelo pero fue más importante su presencia en el suelo (N= 357) que en la hojarasca (N= 58).

Tamaño: 219 (45) μm .

Notas: La disposición peculiar de las líneas lamelares y translamelares, y el pequeño tamaño diferencian esta especie de las restantes del género. La descripción de la nueva especie se realiza en el capítulo 4.

Distribución: Argentina.

Ramusella Hammer

43. ***Ramusella puertomonttensis*** Hammer, 1962

Especímenes examinados: LLao LLao – hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 295 (1) μm .

Notas: originalmente fue descrita para Chile en la localidad de Puerto Montt en vegetación húmeda bajo helechos. Según Subías & Arillo (1995) la especie sería cosmopolita y estaría asociada a medios con cierto grado de humedad. Se reconoce por el sensilo ramuloso, con ramas intermedias más largas que las basales y las distales, la disposición de la translamela, los tres pares de sigilas, la presencia de seta *c*₂, y la disposición de los pelos notogastrales. Estas características permiten distinguirla de las otras especies con sensilos similares como *Austroppia petrohuensis*, *Brachioppiella periculosa* y *Brassoppia peullaensis*. Es el primer registro para la Argentina.

Distribución: Tropical (India: Bengala Occidental, Melanesia: I. Fiji, y Chile) y Paleártica meridional (Mediterránea y Este de Rusia asiática).

Setoppia Balogh

44. ***Setoppia angustopili*** (Hammer, 1962)

Especímenes examinados: Cerro Otto - suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco - suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*. La mayor cantidad de especímenes se encontró en hojarasca (146 contra 21 especímenes hallados en suelo).

Tamaño: 677 (53) μm .

Notas: Originalmente descrita para Chile. Previamente citada en Argentina como *Lanceoppia angustopili* Hammer pero con sitio de recolección no mencionado (Balogh & Csiszár, 1963) sin embargo los sitios más probables se ubican en el SO de la provincia de Río Negro y el NO de la provincia de Chubut. Se ha vuelto a encontrar en Chile, en Coronel, en

hojarasca y suelo de bosques exóticos de *Pinus radiata* (Martínez & Casanueva, 1995).

Primer registro para la provincia de Río Negro.

Distribución: América austral.

Paroppia Hammer

Primer registro del género para Argentina.

45. *Paroppia patagonica* n. sp.

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N.*

antarctica, Arroyo Challhuaco - hojarasca bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez -

hojarasca bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 269 (16) μm .

Notas: El género fue originalmente descrito para Nueva Zelanda siendo *P. lebruni* la especie tipo. Se reconocen fundamentalmente por la presencia del proceso tibial portador de los solenidios φ_1 y φ_2 en la pata I. La presencia de la seta c_2 , el sensilo más corto y más ensanchado distalmente con 4 líneas paralelas de cilias es diferente a *P. lebruni*. La descripción se realiza en el capítulo 4.

Distribución: Argentina.

3.2.17 Suctobelbidae Jacot

Suctobelbella Jacot

Primer registro para la provincia de Río Negro.

46. *Suctobelbella (Ussuribata) cornuta* (Hammer, 1962)

Especímenes examinados: hojarasca LLao LLao – hojarasca bajo *N. dombeyi*, Cerro Otto – hojarasca bajo *A. chilensis*.

Tamaño: 265 (1) μm

Notas: Originalmente descrita para Chile. Previamente citada en ese país como *Suctobelba cornuta* Hammer en Puerto Montt (Hammer, 1962a). Primer registro para la Argentina.

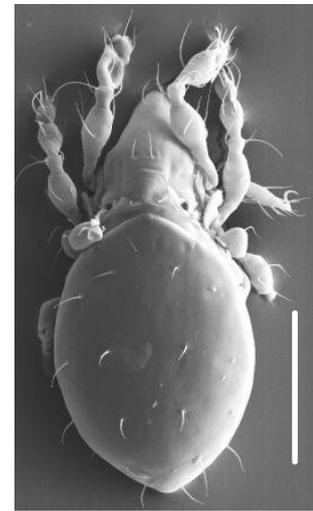


Figura 3.39. *Paroppia patagonica* n.sp. dorsal (Barra 100 μm) SEM



Figura 3.40. *Suctobelbella cornuta* dorsal (Barra 100 μm)

Distribución: América austral.

47. *Suctobelbella (Suctobelbella) variabilis* (Hammer, 1962)

Especímenes examinados Cerro Otto - hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro LLao LLao suelo bajo *A. chilensis*, Arroyo Challhuaco - suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 193 (16) μm

Notas: Originalmente descrita para Chile. Previamente citada en ese país como *Suctobelba variabilis* Hammer en Puerto Montt, Petrohué y Peulla (Hammer, 1962a). Primer registro para la Argentina.

Distribución: Neotropical.



Figura 3.41. *Suctobelbella pulchella* dorsal (Barra 100 μm)

Suctobelbilla Jacot

48. *Suctobelbilla pulchella* (Hammer, 1962)

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao suelo bajo *A. chilensis*.

Tamaño: 245 (2) μm

Notas: Originalmente descrita para Chile. Previamente citada en ese país como *Rhynchobella pulchella* (Hammer, 1962) en Peulla, en musgo sobre suelo, en bosque denso lluvioso, localidad vecina a la ciudad de San Carlos de Bariloche (60 km en línea recta).

Esta especie es reconocida por el rostro puntiagudo, aserrado sobre el borde lateral, y la escultura sobre el propodosoma con gruesas reticulaciones simétricas y en particular la membrana amplia transversa y translúcida que cubre a los botridios y al espacio entre ellos. El borde anterior de esta membrana es recto.

Primer registro para Argentina.

Distribución: América Austral (Chile y Argentina).

Zeasuctobelba Hammer

Nuevo género para Argentina

49. *Zeasuctobelba* sp

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 283 (22) μm

Notas: Los ejemplares recolectados exhiben las características del género *Zeasuctobelba*, los campos tectopediales están incompletamente delimitados, un par de dientes rostrales laterales, sobre la faz ventral hay una hendidura en el borde anterior, detrás del camerostoma, la articulación distal del palpo termina en un pelo modificado, el cual es bifurcado en la punta. Todos los ejemplares exhiben las setas rostrales dobladas formando arcos convergentes, poseen la base ensanchada debido a la presencia de pelos secundarios. Los quelíceros son muy alargados y sobresalen del gnatosoma como dos espadas, alrededor de tres veces más largos que los palpos.

Los ejemplares cumplen con la diagnosis pero no pueden asignarse a ninguna de las especies descritas. Por lo cual deberá hacerse un trabajo de revisión. Las únicas dos especies *Z. trinodosa* y *Z. quinquenodosa* están citadas solamente para Australia ya que en la actualización del listado sistemático de los ácaros oribátidos del mundo (Subías, 2011) ya no figura *Zeasuctobelba diceros* (Mahunka, 1980) para Tierra del Fuego.

Distribución: Australiana y Argentina.

3.2.18 Tetracondylidae Aoki

Pseudotocephus Balogh

Primer registro del género para la provincia de Río Negro.

50. *Pseudotocephus hauseri* (Mahunka, 1980)

Especímenes examinados: LLao LLao – hojarasca bajo *N. dombeyi*.



Figura 3.42. *Zeasuctobelba* sp subcapítulo (Barra 50 μm)

Tamaño: 600 (1) μm

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada como *Nesotocepheus hauseri* Mahunka en la provincia de Tierra del Fuego (Mahunka, 1980).

Se reconoce por el rostro muy ancho y redondeado, el extremo distal de las lamelas se incurva hacia el eje longitudinal del cuerpo, partiendo de sus extremos las setas lamelares largas, sensilo setiforme ciliado, la base del prodorso con dos cóndilos enfrentados a los otros dos cóndilos presentes en el borde anterior del notogaster. En esta región del cuerpo las setas *te* (*la*) y *ti* (*lm*) se originan próximas unas de las otras pero alejadas de la seta *ta* (*c₂*).

Primer registro para la provincia de Río Negro

Distribución: América austral.

51. *Pseudotocepheus australis* (Mahunka, 1980)

Especímenes examinados: LLao LLao – suelo y hojarasca bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 1107 (8) μm

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada como *Nesotocepheus australis* Mahunka en la provincia de Tierra del Fuego (Mahunka, 1980). Primer registro para la provincia de Río Negro.

Se reconoce por el rostro muy ancho y redondeado, el extremo distal de las lamelas se incurva hacia el eje longitudinal del cuerpo, partiendo de sus extremos las setas lamelares largas, sensilo con cabeza globular, la base del

prodorso con dos cóndilos enfrentados a los otros dos cóndilos presentes en el borde anterior del notogaster, en el

notogaster las setas *te* (*la*) y *ti* (*lm*) se originan próximas unas de las otras pero alejadas de la seta *ta* (*c₂*).

Distribución: América austral.

3.2.19 Carabodidae Koch

Austrocarabodes Hammer



Figura 3.43. *Pseudotocepheus australis* dorsal (Barra 500 μm)

52. *Austrocarabodes travei* (Balogh & Csiszár, 1963)

Especímenes encontrados Cerro LLao LLao hojarasca bajo *A. chilensis*, LLao LLao - hojarasca bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 554 (6) μm

Notas: Originalmente descrita para Argentina. Previamente citada en el país como *Carabodes travei* (Balogh & Csiszár, 1963) en la localidad de El Bolsón, Monte Piltriquitrón, en bosque de *Nothofagus antarctica*, filtrando hojarasca húmeda y troncos en putrefacción. También fue citada para Costa Rica (Schatz, 2006).



Figura 3.44. *Austrocarabodes travei* dorsal (Barra 100 μm)

Se reconoce por el sensilo con clava levemente fusiforme apicalmente, cubierta con espínulas, el rostro redondeado con cuspis lamelares desarrolladas, los tarsos están funcionalmente fusionados a las tibias (característica de la familia Carabodidae) y la forma y disposición de los 14 pares de pelos notogastrales.

Distribución: Neotropical (Argentina y Costa Rica)

3.2.20 Tectocepheidae Grandjean

Tectocepheus Berlese

53. *Tectocepheus velatus* (Michael, 1880)

Especímenes examinados: Cerro Otto - hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro LLao LLao hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 313 (29) μm

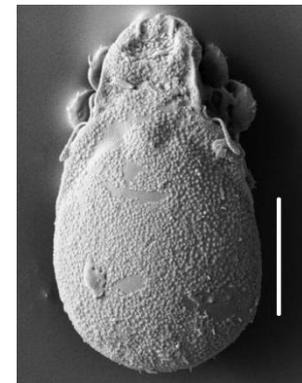


Figura 3.45. *Tectocepheus velatus* dorsal (Barra 100 μm) SEM

Notas: Originalmente descripto para Inglaterra. Previamente citado en las Islas Malvinas (Starý & Block, 1996). A pesar de que el género fue citado en Argentina no se le asignaron especies ni subespecies (Hammer, 1958; Hammer, 1962b; Baranek, 1988; Salazar, Martínez *et al.*, 2007) hasta recientemente cuando *T. minor* fue citada en la provincia de Buenos Aires (Fredes & Martínez, 2008) y *T. velatus* en la provincia de Misiones (Martínez *et al.*, 2009) y en la provincia de Buenos Aires (Fredes *et al.*, 2009). Primer registro para la provincia de Río Negro.

Se reconoce por el tegumento esculpido con areolas, lamelas anchas, casi paralelas y próximas al margen del prodorsum. En la figura 3.45 se observa la presencia de abundante cerotegumento.

Distribución: Cosmopolita.

3.2.21 *Cymbaeremaeidae* Sellnick

Glanderemaeus Balogh & Csiszár

54. *Glanderemaeus hammerae* Balogh & Csiszár, 1963

Especímenes examinados: Un solo ejemplar, Cerro LLao LLao - suelo bajo *A. chilensis*

Tamaño: 415 µm

Notas: Originalmente descripto para Argentina. Previamente citado en el país en, El Hoyo, Lago Espejo, provincia de Chubut, sobre corteza y suelo en bosque de *Nothofagus antarctica* (Balogh & Csiszár, 1963). Primer registro para la provincia de Río Negro. También encontrada en Chile por Hammer, quién hizo una breve descripción como perteneciente con dudas al género *Micreremus* sin proponer una nueva especie debido a que solo encontró dos exoesqueletos (Hammer, 1962a). Posteriormente la especie fue hallada en la provincia de Tierra del Fuego (Mahunka 1980).

Se la reconoce por el sensilo esférico, con pedicelo corto, sutura dorsosejugal cóncava posteriormente. En el histerosoma existirían un par de grandes sacculi de ubicación posteromarginal solamente en los machos (Norton & Behan-Pelletier, 2009) por lo que se presume el ejemplar encontrado sería una hembra.

Distribución: América austral

3.2.22 Scutoverticidae Grandjean

Hypovortex Krivolutsky

55. *Hypovortex transversalis* (Balogh & Csiszár, 1963)

Especímenes examinados: Arroyo Challhuaco - hojarasca bajo *N. antarctica*. Matorral de *N. antarctica*, Acaena, Ñirihuau - tracto digestivo de *Homonota darwini*, Parque Nacional Laguna Blanca (Neuquén) – tracto digestivo de *Atelognathus patagonicus*.

Tamaño: 560 (4) μm

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada en el país como *Scutovertex transversalis* (Balogh & Csiszár) en Epuayén, provincia de Chubut (Balogh & Csiszár, 1963). La encontramos dentro del tracto digestivo de *Atelognathus patagonicus* en el Parque Nacional de Laguna Blanca y en tracto digestivo de *Homonota darwini* (Kun *et al.*, 2010).

Se reconoce por la presencia del sensilo de cabeza esférica sobre un tallo corto, presencia de líneas arqueadas que limitan a las lamelas y a la translamela, notogaster con lentícula trapezoidal y con gránulos irregulares densamente espaciados y ordenados en líneas transversales, que se interrumpen posteriormente.

Primer registro para la provincia del Neuquén y primer registro para la provincia de Río Negro.

Distribución: Neotropical (Argentina) y Oriental (India: Bengala Occidental)



Figura 3.46. *Hypovortex transversalis* dorsal (Barra 500 μm)

3.2.23 Oribatellidae Jacot

Cuspidozetes Hammer

56. *Cuspidozetes armatus* Hammer, 1962

Especímenes examinados: Cerro Otto - hojarasca bajo *A. chilensis*, LLao LLao – hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca *N. dombeyi*.

Tamaño: 342 (4) μm

Notas: Originalmente descrita en Argentina. Previamente citada en el país en la provincia de Río Negro (Hammer, 1962b, Balogh & Csiszár, 1963).

Se reconoce por las lamelas bien desarrolladas, fusionadas en la base de las cuspis que son más largas que las lamelas cubriendo casi todo el prodorso, formando amplios dientes mediales, pedotecta I bien desarrollados formando una lámina y pteromorfos sin articulación. Los ejemplares encontrados son más pequeños que los descritos por Hammer (1962b).

Distribución: Argentina.



Figura 3.47. *Cuspidozetes armatus* dorsal (Barra 100 μm)



Figura 3.48. *Edwardzetes dentifer* dorsal (Barra 500 μm)

3.2.24 Ceratozetidae Jacot

Edwardzetes Berlese

57. *Edwardzetes dentifer* Hammer, 1962

Especímenes examinados: LLao LLao - bajo *N. dombeyi*, trampa de caída-2006 (9).

Tamaño: 761 (2) μm .

Notas: Originalmente descrita para Chile. Previamente citada en Argentina en la provincia de Río Negro (Hammer, 1962b, Balogh & Csiszár, 1963), en la provincia de Santa Cruz (Hammer, 1962b), en la provincia de Tierra del Fuego (Baranek, 1988) y en las Islas Malvinas (Starý & Block, 1996).

Reconocida por poseer un diente fuerte y una espina gruesa distal sobre el genu II, las setas interlamelares se insertan en posición anterior a la sutura dorsosejugal continua, lamelas separadas una de otra, setas notogastrales presentes, patas tridáctilas, notogaster con áreas porosas y placas genitales con 6 pares de setas.

El hecho de que solo se hayan encontrado con trampas de caída podría deberse a que las trampas de caída se hicieron en una zona diferente a la de los lugares donde se analizaron muestras con el método de Berlese ya que en general estos oribátidos han sido hallados en musgos y zonas húmedas debajo de plantas vecinas a arroyos y ríos (Hammer, 1962a).

Distribución: América austral.

***Furcobates* Sellnick**

Primer registro del género para la provincia de Neuquén.

58. ***Furcobates (Furcobates) hastatus*** (Kramer, 1998)

Especímenes examinados: Lago el Totoral (Neuquén) - bajo *N. dombeyi*, trampa de caída III-2005 (2).

Tamaño: 870 (1) μm

Notas: *Furcobates hastatus* originalmente descrita para Chile.

Previamente citada en ese país como *Oribata hastata* (Kramer, 1998) en Tierra del Fuego y como *Oribates longicornutus* Berlese en Pitrufrquén (Berlese & Leonardi, 1901). Previamente citada en Argentina en la provincia de Río Negro y en la provincia de Santa Cruz (Balogh & Csiszár, 1963). Primer registro para la provincia de Neuquén.

Se reconoce por las cuspis lamelares angostas y extremadamente largas, tan largas como las lamelas solas y la translamela muy corta, 3 pares de áreas porosas presentes en el notogaster, patas tridáctilas, placas genitales con 6 pares de setas, pteromorfos inmóviles.

El hecho de que solo se hayan encontrado con trampas de caída podría deberse a que las trampas de caída se hicieron en una zona diferente a la de los lugares más húmedos cerca de arroyos donde se analizaron muestras con el método de Berlese

Distribución: América austral.

3.2.25 Chamobatidae Thor

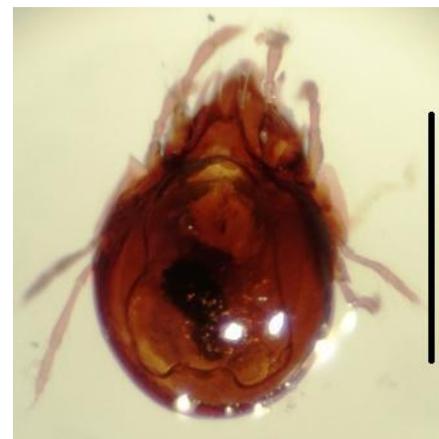


Figura 3.49. *Furcobates hastatus* dorsal (Barra 500 μm)

Pedunculozetes Hammer

59. *Pedunculozetes andinus* Hammer, 1962

Especímenes examinados: Cerro P. Laguna – hojarasca bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco - hojarasca bajo *N. antarctica*, Lago Gutiérrez - hojarasca bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 436 (6) μm

Notas: Originalmente descripta para Chile. Citada para ese país en las localidades de Puerto Montt y Petrohué (Hammer, 1962a).

Luego fue hallada en Argentina en la provincia de Río Negro en LLao LLao, Puerto Blest y el Bolsón (Hammer, 1962b, Balogh & Csiszár, 1963) y en Nueva Zelanda (Hammer, 1967) donde constituye una especie muy frecuente.

Se reconoce por rostro acuminado, sensilo con tallo largo y cabeza abruptamente dilatada, patas monodáctilas, placas genitales con 6 pares de setas, translamela interrumpida, 10 setas notogastrales y un par de alveoli, pteromofos inmóviles.

Distribución: Subtropical austral (Nueva Zelanda y América austral).



Figura 3.50. *Neotrichozetes spinulosus germaineae* dorsal (Barra 500 μm)

3.2.26 Neotrichozetidae Balogh

Neotrichozetes Travé

60. *Neotrichozetes spinulosus germaineae* Travé, 1961

Especímenes examinados: Cerca de la estación meteorológica de la ruta al Glaciar Tronador - bajo *N. antarctica* trampa de caída, XI-2005 (1).

Tamaño: 802 (1) μm .

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada para este país en la provincia de Río Negro (Travé, 1961; Hammer, 1962b; Balogh & Csiszár, 1963). Hammer la halló en bosque oscuro sobre un tronco caído cubierto de líquenes y epífitas en Puerto Blest (1962), el material analizado por Travé también provenía de troncos caídos de *Nothofagus dombeyi* en la misma localidad (1961).

Se reconoce por la neotriquia en el notogaster, sensilo capitado, sutura dorsosejugal presente, placas genitales con 6 pares de setas, patas tridáctilas. La seta impar en la segunda fila de setas notogastrales y los verticilos de pelos secundarios sobre las setas, distinguen a esta subespecie (Travé, 1961).

El hecho de que solo se hayan encontrado con trampas de caída podría deberse a que las trampas de caída se hicieron en una zona diferente con mayor humedad a la de los lugares donde se analizaron muestras con el método de Berlese, atrapar a estos ácaros en las trampas de caída puede ser un evento accidental.

Distribución: Argentina.

3.2.27 Oribatulidae Thor

Jornadia Wallwork & Weems

Primer registro del género para la provincia de Río Negro.

61. *Jornadia* sp.

Especímenes examinados: Cerro Otto – hojarasca bajo *A. chilensis*, Arroyo Challhuaco - hojarasca bajo *N. antarctica*.

Tamaño: 561 (9) μm

Notas: Solamente tres especies están incluidas en este género.

Una de ellas fue previamente citada en Argentina, *Oribatula dactyloscopica* Balogh & Mahunka en las provincias de Córdoba (Balogh & Mahunka, 1968) y Buenos Aires (Denegri & Bischoff de Alzuet, 1992). Los especímenes no exhiben el patrón con la forma de huellas digitales que caracteriza a *J. dactyloscopica*.

Distribución del género: Neártica subtropical y Neotropical.

Oribatula Berlese

62. *Oribatula* sp

Especímenes encontrados: Arroyo Challhuaco – suelo y hojarasca bajo *N. antarctica*.

Tamaño: 432 (9) μm



Figura 3.51. *Oribatula* sp dorsal
(Barra 100 μm)

Notas: Solo se pudo asegurar el género. Difícil asignación a una especie determinada, los ejemplares requieren revisión.

La asignación al género se basa en las placas genitales con 4 pares de setas, prodorsum sin línea translamelar, sutura dorsosejugal continua, setas notogastrales cortas. Sistema octotáxico con 4 pares de áreas porosas.

Distribución del género: cosmopolita

***Paraphauloppia* Hammer**

63. *Paraphauloppia cf. australis* (Hammer, 1962)

Especímenes examinados: Cerro Otto – hojarasca bajo *A.*

chilensis.

Tamaño: 320 (1) μm

Notas: Originalmente descrita para Chile. Previamente citada en ese país como *Eporibatula australis* Hammer en Puerto Montt y Punta Arenas (Hammer, 1962a). Previamente citada en Argentina en la provincia de Tierra del Fuego (Baranek, 1988) y también en las Islas Malvinas (Stary, 1995).

Distribución: Neotropical austral y subantártica (I. Malvinas)

***Phauloppia* Berlese**

64. *Phauloppia topali* Balogh & Csiszár, 1963

Ejemplares examinados: Cerro LLao LLao hojarasca bajo *A. chilensis*.

Tamaño: 620 μm

Notas: Originalmente descrita para Argentina. Citada en el país en El Bolsón, provincia de Río Negro en bosque abierto de *A. chilensis* y *Lomatia* (Balogh & Csiszár, 1963). Es una especie rara pero parece haber constancia de que se halla solo en bosques de esta especie arbórea.

Se reconoce por las áreas porosas *Aa* y *Al* alargadas y angostas y las restantes pequeñas redondeadas, setas prodorsales largas y patas tridáctilas homodáctilas.

Distribución: Argentina.



Figura 3.52. *Phauloppia topali* dorsal (Barra 500 μm)

3.2.28 Scheloribatidae

Perscheloribates Hammer 1973

65. *Perscheloribates monttensis* (Hammer, 1962)

Ejemplares examinados: Cerro LLao LLao hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco - hojarasca bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 499 (77) μm

Notas: Originalmente descripta para Chile. Previamente citada en ese país como *Schelorbitates monttensis* (Hammer, 1962) en Puerto Montt y Petrohué donde esta autora declara que es una especie muy común y está presente en muchas muestras y debajo de varias especies de plantas. En nuestro estudio fue observada con mayor frecuencia en el bosque de *Nothofagus dombeyi* del Lago Gutiérrez, pero también constituye una de las especies más frecuentemente hallada en este estudio.

Se reconoce por el sensilo lanceolado alargado de extremo puntiagudo, patas monodáctilas y por los pteromorfos que poseen una longitud aproximadamente correspondiente a menos de un tercio del histerosoma, cuyo borde anterior forma un arco a la altura del surco sejugal continuo.

Primer registro para Argentina

Distribución: Chile y Argentina

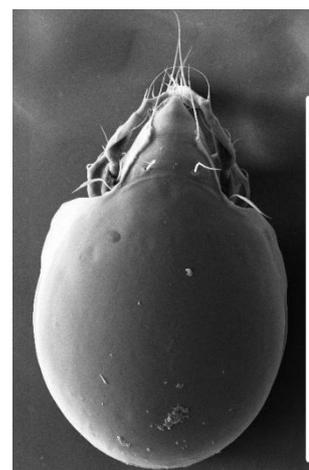


Figura 3.53. *Perscheloribates monttensis* dorsal (Barra 500 μm)

3.2.29 Parapirnodidae Aoki & Ohkubo

Gerloubia Coetzer

66. *Gerloubia bicuspidata* (Hammer, 1958)

Especímenes examinados: Cerro Otto - bajo *A. chilensis*, hojarasca

Tamaño: 346 (4) μm

Notas: Originalmente descrita para Argentina. Previamente citada en este país como *Eporibatula bicuspidata* Hammer en la provincia de Mendoza (Hammer, 1958) y en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963).

Se reconoce por las setas rostrales y lamelares conectadas por una línea sublamelar, la porción basal de la sutura sejugal subparalela con las lamelas y las placas genitales con 4 pares de setas.

Distribución: Argentina y se sospecha que esté también en EEUU (California).



Figura 3.54. *Gerloubia bicuspidata* dorsal (Barra 100 μm)

3.2.30 Liebstadiidae Balogh & Balogh

Maculobates Hammer

Primer registro del género para la provincias de Neuquén.

67. *Maculobates breviporosus* Mahunka, 1980

Ejemplares examinados: Cerro LLao LLao hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 640 (34) μm



Figura 3.55. *Maculobates breviporosus* dorsal (Barra 100 μm) SEM

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada en el país en la provincia de Tierra del Fuego (Mahunka 1980; Baranek, 1988) y en las islas Malvinas (Starý & Block, 1996). Los ejemplares se asignaron a esta especie ya que la longitud del área porosa *Aa* es el menos la mitad de aquella correspondiente a los pelos notogastrales.

Se reconoce por la ausencia de la translamela, pteromorfos fijos, placas genitales con 3 pares de setas, patas monodáctilas, 10 pares de setas notogastrales, área porosa *Aa* equivale a la mitad o menos de la mitad de las setas notogastrales. Primer registro para la provincia de Río Negro

Distribución: América austral.

68. *Maculobates longiporosus* Hammer, 1962

Especímenes examinados: Cerro P. Laguna – hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao – hojarasca, suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca bajo *N. dombeyi*, Lago el Totoral (Neuquén) trampa de caída bajo *N. antarctica* - III-2005 (2)

Tamaño: 676 (14) μm

Notas: Originalmente descripta para Chile (Hammer, 1962a). Previamente citada en ese país en Punta Arenas y Puerto Montt (Hammer, 1962a) y en Argentina en las provincias de Santa Cruz (Hammer, 1962b) y de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963). Primer registro para la provincia de Neuquén.

Se reconoce por la ausencia de la translamela, pteromorfos fijos, placas genitales con 3 pares de setas, patas monodáctilas, 10 pares de setas notogastrales y área porosa *Aa* con aproximadamente la misma longitud que las setas notogastrales.

Distribución: América austral.

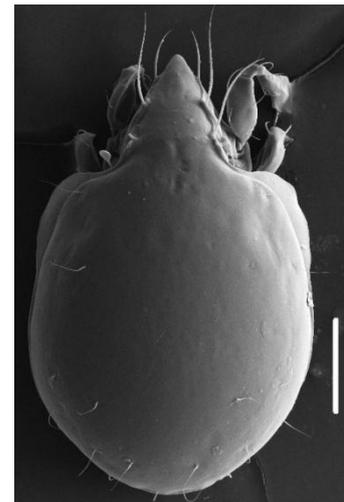


Figura 3.56. *Maculobates longiporosus* dorsal (Barra 200 μm)

3.2.31 Protoribatidae Balogh & Balogh

Totobates Hammer

69. *Totobates elegans* (Hammer, 1958)

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 410 (13) μm

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada como *Protoribates elegans* Hammer en la provincia de Mendoza (Hammer 1958). Esta autora la encuentra en vegetación seca en cojín sobre roquedal en El Angulo. Primer registro para la provincia de Río Negro.

Se reconoce por los pteromorfos móviles, propodosoma angosto, rostro puntiagudo, lamelas conectadas con las setas rostrales por una prolamela, patas monodáctilas, sensilo con forma de disco que sobresale dejando ver parte del pedicelo y un surco que desde el botridio recorre al pteromorfo hacia atrás dividiéndolo en dos áreas aproximadamente iguales.

Distribución: Austral (Argentina y Antártida).

70. *Totobates pterygoides* Hammer, 1962

Especímenes examinados: Cerro LLao LLao hojarasca y suelo bajo *A. chilensis*, LLao LLao - hojarasca bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 468 (11) μm .

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada en el país en Puerto Blest, provincia de Río Negro (Hammer, 1962b), los ejemplares capturados estaban en musgos, hepáticas y helechos en bosque denso.

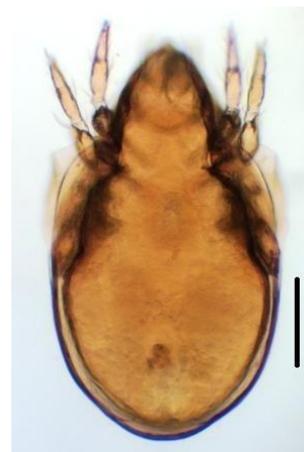


Figura 3.57. *Totobates elegans* dorsal (Barra 100 μm)



Figura 3.58. *Totobates pterygoides* dorsal (Barra 100 μm)

Se reconoce por los pteromorfos móviles, propodosoma angosto, rostro puntiagudo, lamelas conectadas con las setas rostrales por prolamela, patas monodáctilas y sensilo con forma de disco con pedicelo corto escondido detrás del borde anterior del pteromorfo.

Distribución: Argentina.

Tuxenia Hammer

71. *Tuxenia complicata* Hammer, 1958

Especímenes examinados: Cerro Otto - hojarasca bajo *A. chilensis*, Arroyo Challhuaco - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, Lago Gutiérrez - hojarasca bajo *N. dombeyi*.

Tamaño: 423 (3) μm

Notas: Originalmente descripta para Argentina. Previamente citada en este país en las provincias de Mendoza, Salta (Hammer, 1958) y de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963).

Se reconoce por la forma de los pteromorfos que se proyectan lateralmente separándose del histerosoma, en vista dorsal se observa una incisión profunda entre cada pteromorfo y el borde del histerosoma.

Distribución: Argentina.

3.2.32 Tegoribatidae Grandjean

Physobates Hammer

72. *Physobates spinipes* Hammer, 1962

Especímenes examinados: Cerro Otto - hojarasca bajo *A. chilensis*, Cerro LLao LLao hojarasca bajo *A. chilensis*, Cerro P.

Laguna – hojarasca bajo *N. antarctica*, Arroyo Challhuaco - hojarasca y suelo bajo *N. antarctica*, LLao LLao - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*, Lago Gutiérrez - hojarasca y suelo bajo *N. dombeyi*.



Figura 3.59. *Tuxenia complicata* dorsal (Barra 100 μm)

Tamaño: 304 (16) μm

Notas: Originalmente descripta para Chile. Previamente citada en ese país en Petrohué (Hammer, 1962a), en Nahuelbuta (Covarrubias, 1967), en Tomé en hojarasca y suelo de bosque de *Gomortega keule*, en Lago Icalma en hojarasca y suelo de bosque mixto de *A. araucana* y *N. pumilio* (Martínez & Casanueva, 1995) y en Argentina en la provincia de Río Negro (Balogh & Csiszár, 1963) y en la provincia de Buenos Aires (Fredes *et al.*, 2009).

Se reconoce por la forma subesférica, el sensilo con un grueso ensanchamiento en su pedicelo, ausencia de setas interlamelares y notogastrales y patas tridáctilas.

Distribución: América austral.

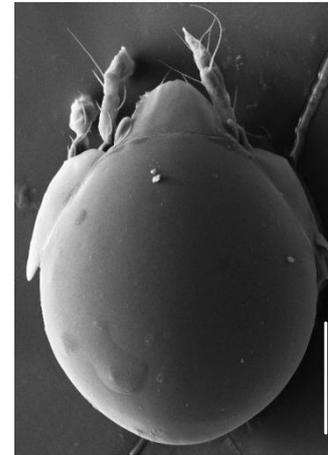


Figura 3.60. *Physobates spinipes* dorsal (Barra 100 μm) SEM

3.3 Especies solo determinadas hasta familia

Se hallaron ejemplares de otra especie de Phthiracaridae de 816 (5) μm en hojarasca bajo de *N. antarctica* en el sitio Arroyo Challhuaco y en suelo y hojarasca bajo de *N. dombeyi* en el sitio LLao LLao.

3.4 Discusión

En este capítulo se suministraron los datos hallados para 72 taxones en 32 familias de los cuales 68 fueron identificados hasta especie y los otros cuatro pertenecen a morfoespecies cuyo género pudo ser reconocido.

De las especies reconocidas 17 (25 %) se han hallado solo en territorio argentino y las restantes se han encontrado en otros países. Pocas especies resultaron cosmopolitas (4) y semic cosmopolitas (3). Varias especies que eran solo conocidas para Chile aparecieron en este estudio aumentando el registro faunístico de oribátidos para nuestro país. Esto se debe a que los estudios fueron realizados en los bosques lluviosos andino-patagónicos que cubren también la mayor parte del Sur de Chile. Esto queda ilustrado con especies como *Austroppia petrohuensis*, *Perscheloribates montensis* y *Brassoppia peullaensis* que son especies endémicas a los bosques andino-patagónicos, que previamente se hallaron en regiones chilenas vecinas a la localidad argentina de estudio, como Puerto Montt, Peulla y Petrohué.

Hasta ahora 41 (60 %) de las especies encontradas en este estudio, están también en Chile. Cabe destacar que es muy probable que en un futuro surjan nuevas especies a la vista de la cantidad de especies de la familia Oppiidae encontradas pero que han debido en este punto circunscribirse a nivel de morfoespecies dado que ningún dato de la bibliografía anterior permite establecer una identidad exacta o una afinidad segura con taxones ya descritos. En general los trabajos previos se remiten a una descripción somera de la faz dorsal faltando inclusive descripciones de la faz ventral. Además mucho trabajo resta para poder dilucidar en forma segura estos taxones ya que se deberían comparar y analizar regiones del cuerpo que los anteriores investigadores soslayaron debido a la dificultad de observación, a saber: quetotaxia, solenidotaxia y forma de los apéndices ambulatorios tanto como de los palpos, de la forma, dentición y setación de los quelíceros y de los rutelos, de los espermatopositores y de los ovipositores.

Especies como *Tectocepheus velatus*, *Oppiella nova*, *Microppia minus* y *Eniochthonius minutissimus* son cosmopolitas, oportunistas y partenogenéticas pero solo las dos primeras alcanzaron un número importante en este estudio.

Se encontraron 10 especies que también existen en Nueva Zelandia por lo tanto serían taxones antiguos de abolengo gondwánico y su presencia se debe a que en el paleozoico tardío Nueva Zelandia y Sudamérica estuvieron conectadas por tierra, como es el caso de *Austrognetha multipilosa*, *Pedunculozetes andinus*, *Oxyoppiella suramericana* y *Nodocepheus dentatus*. *Pseudotocepheus* y *Nodocepheus* están entre los géneros que están ampliamente distribuidos en el hemisferio sur y son comunes a Nueva Zelandia, Australia, Sudamérica y África.

Brachioppiella (*Gressittoppia*) *pepitensis*, *Anomaloppia dispariseta*, *Globoppia maior* y *Totobates elegans* serían taxones más jóvenes dado que poseen una distribución austral y además subantártica y antártica y podrían haberse originado posteriormente a la separación de Nueva Zelandia de Sudamérica y de la Antártida.

Se encontraron especies que ya habían sido encontradas en la cordillera de los Andes (Hammer 1958): *Liochthonius fimbriatissimus*, *Trichthonius pulcherrimus*, *Malaconothrus translamellatus*, *Camisia segnis*, *Nothrus peruensis*, *Brachyoppiella minutissima*, *Oppiella nova*, *Oxyoppiella suramericana*, *Nodocepheus dentatus*, *Edwardzetes dentifer* y *Furcobates hastatus*; esto apoyaría el hecho de que parte de la fauna encontrada en esta zona tiene un origen común con la zona Norte y Alta de la cordillera de los Andes.

El 58 % de las especies recolectadas han sido solamente encontradas en regiones de América austral continental, esto demuestra un elevado nivel de endemismo. Este porcentaje no incluye a *Edwardzetes dentifer*, *Paraphauloppia australis*, *Anomaloppia dispariseta*, *Brachioppiella pepitensis* y *Totobates elegans*, las cuales han sido también halladas en las Islas Malvinas, y en la Antártida. Su distribución probablemente es debida a la antigua comunicación por tierra que conectaba a las Islas Subantárticas, la Antártida y América del Sur. *Gerloubia bicuspidata* fue excluida del 58 % debido a que su distribución incluye a California en los EEUU aunque esta información es dudosa (Subías, 2011 versión *online*). Salvo *Cosmochthonius semifoveolatus*, *Pheroliodes minutus*, las dos especies descritas a partir de este estudio *Paroppia patagonica n.sp.* y *Oxyoppia mustaciata n.sp.* y de las que restaron como “morfoespecies”, prácticamente todas las especies encontradas en este estudio han sido previamente encontradas en los Andes australes. Este alto nivel de endemismo concuerda con el conocimiento actual de la tendencia de la distribución mundial de ácaros oribátidos en la cual la vasta mayoría de las especies de oribátidos (alrededor del 90 %) está restringida a una región zoogeográfica (Schatz, 2004) y con la afirmación actualmente aceptada de que los altos Andes neotropicales por encima de los 1000 m, están considerados como uno de los refugios gondwánicos para las faunas de oribátidos (Marshall & Pugh, 1996). Sin embargo el nivel de endemismo a nivel genérico fue menor considerando que solo dos géneros encontrados en este estudio, *Tuxenia* y *Cuspidozetes*, son exclusivos de las montañas de los Andes del Sur. El género *Paroppia* fue también encontrado en Africa, Hawaii y Nueva Zelandia, y teniendo en cuenta esta distribución disyunta, este taxón probablemente representa un grupo gondwánico antiguo de la familia Oppiidae. *Oxyoppia mustaciata n.sp.* es un taxón endémico de esta región, cuyo origen podría ser posterior a la desaparición de la conexión del conjunto de refugios gondwánicos.

Una gran proporción de los especímenes encontrados en el suelo pertenecen a especies que poseen uñas monodáctilas, como es el caso de las especies de la superfamilia Oppioidea (Norton & Behan-Pelletier, 2009). Esto está en relación con los hábitats edáficos muestreados ya que las especies con uñas tridáctilas han sido encontradas en mayor proporción en hábitats arbóreos, como troncos y cortezas, mientras que los oribátidos monodáctilos están comúnmente mejor representados en suelos forestales (Karasawa & Hijii, 2004; Karasawa & Hijii, 2008). A pesar de que las especies tridáctilas también existen en suelos forestales, la heterodactilia ha sido encontrada en forma más frecuente en las especies edáficas que en las arbóreas (Karasawa & Hijii, 2004, Karasawa & Hijii, 2008), lo cual está de acuerdo con la

observación encontrada en este estudio de que *Pheroliodes minutus* y *Nothrus peruensis* exhiben uñas tridáctilas heterodáctilas en conjunto con especies menos frecuentes como *Pheroliodes neuquinus*, *Licnodamaeus granulatus*, *Anderemaeus magellanicus*, *Cuspidozetes armatus* y *Physobates spinipes*.

El tamaño de las especies encontradas en las trampas de caída es mayor que aquellas encontradas en los sustratos edáficos; esto podría estar relacionado con una mayor actividad epígea (Walter & Proctor, 2001). Asimismo, el tamaño de las especies encontradas en el suelo fue menor que el de aquellas halladas en la hojarasca, esto se observó por ejemplo para el caso de *Oxyoppiella mustaciata* n.sp., donde la longitud del cuerpo entre los especímenes recolectados en la hojarasca fue mayor (226,58 μm) que la de los recolectados en el suelo (216,40 μm) para todos los sitios tomados en conjunto ($t = 2,8$; $P=0,00071$; $GDL=40$). La escasa cantidad de espacios libres en el suelo suele mantenerse a través del tiempo y no permite el tránsito eficiente de especies de oribátidos grandes, las especies más pequeñas están mejor adaptadas en ese sentido. En la hojarasca la cantidad y el tamaño de los espacios libres es variable pero mayor que en el suelo, esto beneficia el traslado de ejemplares de mayor tamaño por lo tanto la explicación se puede atribuir a una mayor movilidad de los ácaros oribátidos en un ambiente más fluctuante (Kang *et al.*, 2001) y este comportamiento hace que se atrapen especies de mayor tamaño en las trampas de caída.

Capítulo 4

4 Nuevas especies

Si bien se encontraron cuatro especies nuevas, el tiempo para estudiarlas y desarrollar descripciones adecuadas supera el necesario para cumplir con esta tesis, por lo tanto se describen solo dos, *Paroppia patagonica n. sp.* y *Oxyoppia mustaciata n. sp.*

4.1 *Paroppia patagonica n. sp.*

4.1.1 Resumen

A pesar de que se conocen especies pertenecientes al género *Paroppia* Hammer 1968, ninguna ha sido descrita para América. Se describe en este capítulo una nueva especie, *P. patagonica*, a partir de especímenes adultos capturados en bosques andinos de *Nothofagus antarctica*, *Nothofagus dombeyi* y *Austrocedrus chilensis* del Noroeste de la Patagonia Argentina. *Paroppia patagonica* posee un sensilo cortamente aciculado alargado y fusiforme, un par de setas *c2* cortas y un solenidio $\phi 2I$ acicular baculiforme.

4.1.2 Introducción

La familia Oppiidae posee 37 géneros con 969 especies. Actualmente 23 géneros con 156 especies están incluidos en la subfamilia Oppiinae (Subías, 2004; Subías, 2011). Uno de los géneros de esta subfamilia, *Paroppia* Hammer 1968, se caracteriza principalmente por la forma de la tibia I que la distingue de otros Oppidae ya que posee un proceso globular en cuyo extremo distal se ubica el solenidio táctil ϕII (Hammer, 1968). Ningún otro género de la familia Oppiidae exhibe una característica similar. Solo cuatro especies han sido reconocidas para este género: *P. breviseta* (Balogh 1962), *P. lebruni* (Hammer 1968), *P. flagellata* (Balogh & Balogh 1983) y *P. hawaiiensis* (Balogh & Balogh 1983). *P. breviseta* ha sido hallada en bosques de transición de Tanganika, *P. flagellata* y *P. hawaiiensis* en junglas de helechos de Hawái y *P. lebruni* en bosques de *Nothofagus* de Nueva Zelanda.

Mediante la utilización de embudos de Berlese-Tullgren se capturaron especímenes pertenecientes al género *Paroppia* en suelo y hojarasca de bosques cuyas especies arbóreas dominantes fueron Coihue, *Nothofagus dombeyi*, Ñire, *Nothofagus antarctica*, y “Ciprés de la cordillera” *Austrocedrus chilensis*., ubicados en el Parque Nacional Nahuel Huapi y en los Parques Municipales Cerro Otto y LLao LLao.

Paroppia patagonica n. sp.

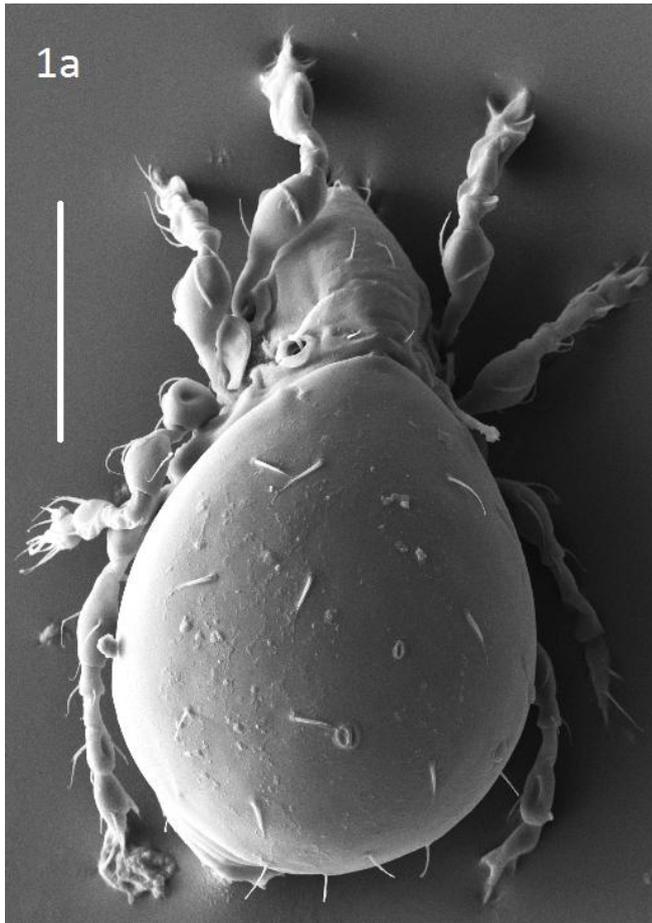
4.1.3 Diagnosis:

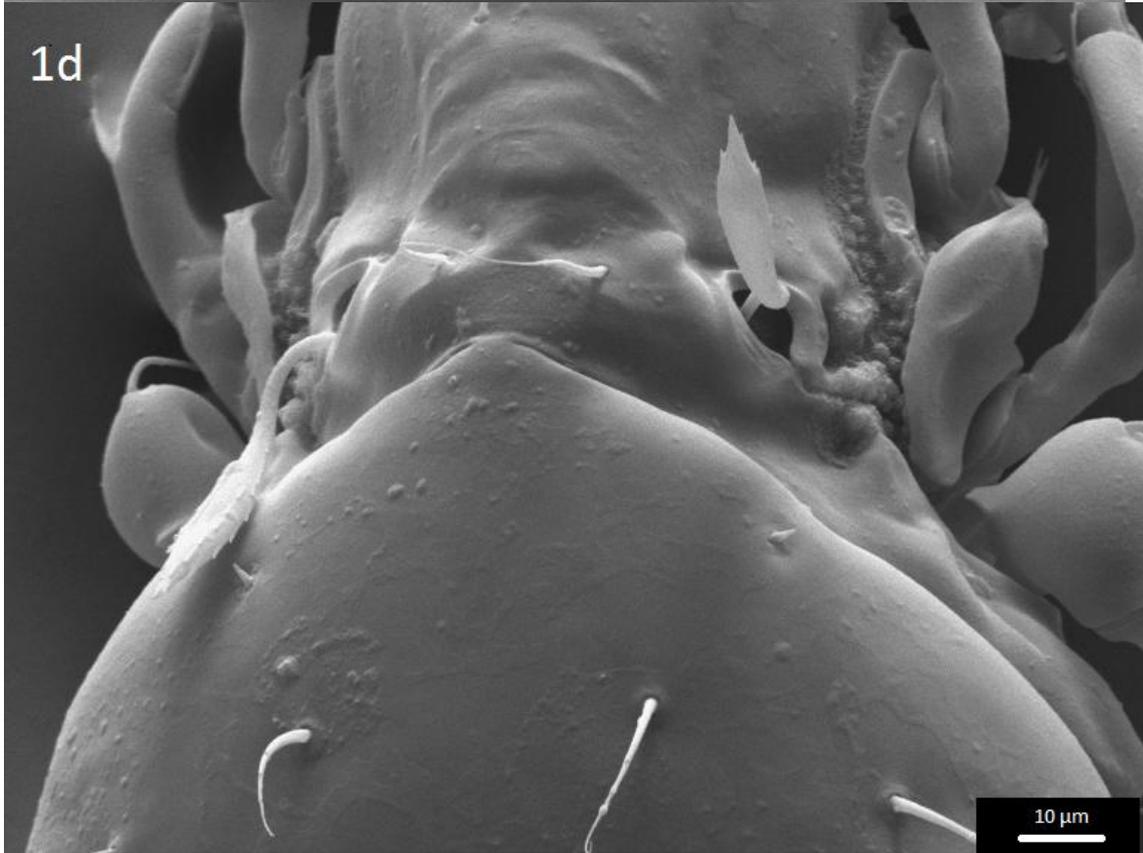
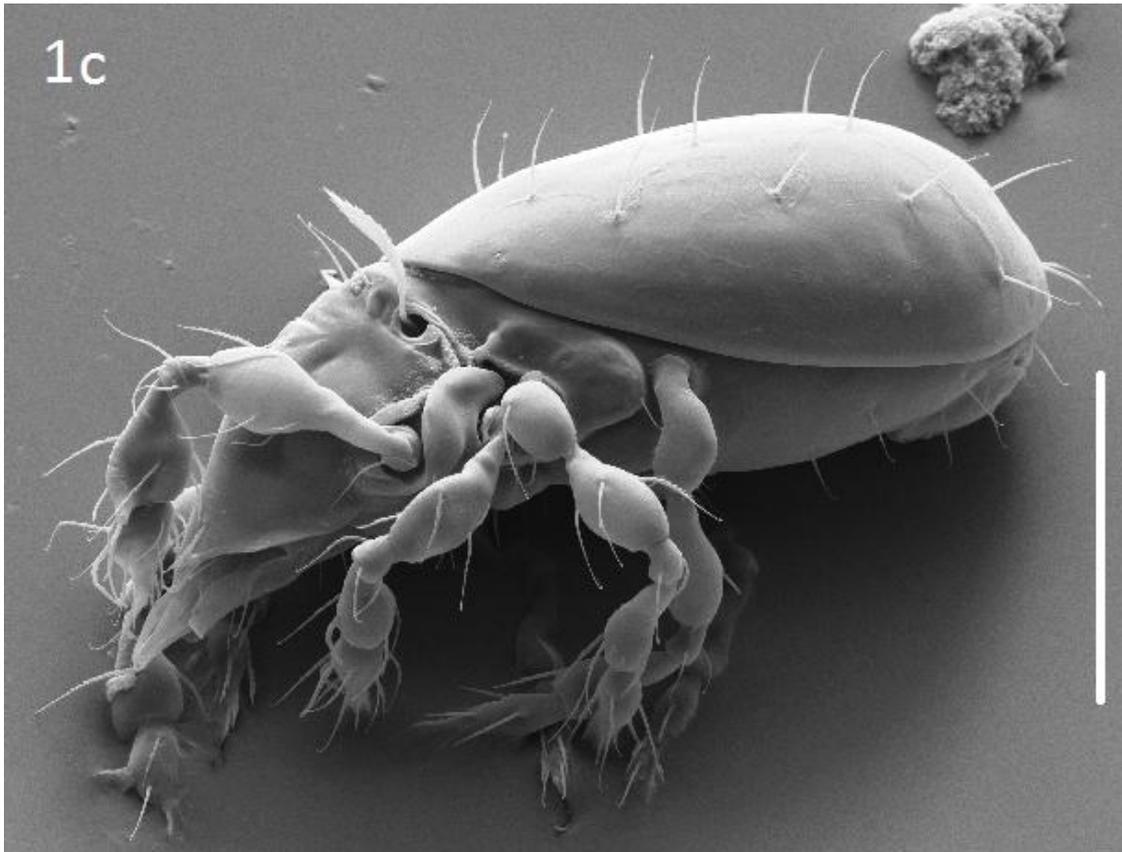
Rostro levemente estrecho con labio hialino, seta *c2* presente, sensilo cortamente aciculado, cabeza alargadamente fusiforme con la base ensanchada con el extreme distal puntiagudo, cuatro pares de sigilas entre las setas interlamelares, cuatro pares de setas genitales, lirifisuras *iad* en posición paraanal, setas *ad3* en posición preanal, notogaster sin crista, solenidio $\phi 2I$ acicular baculiforme.

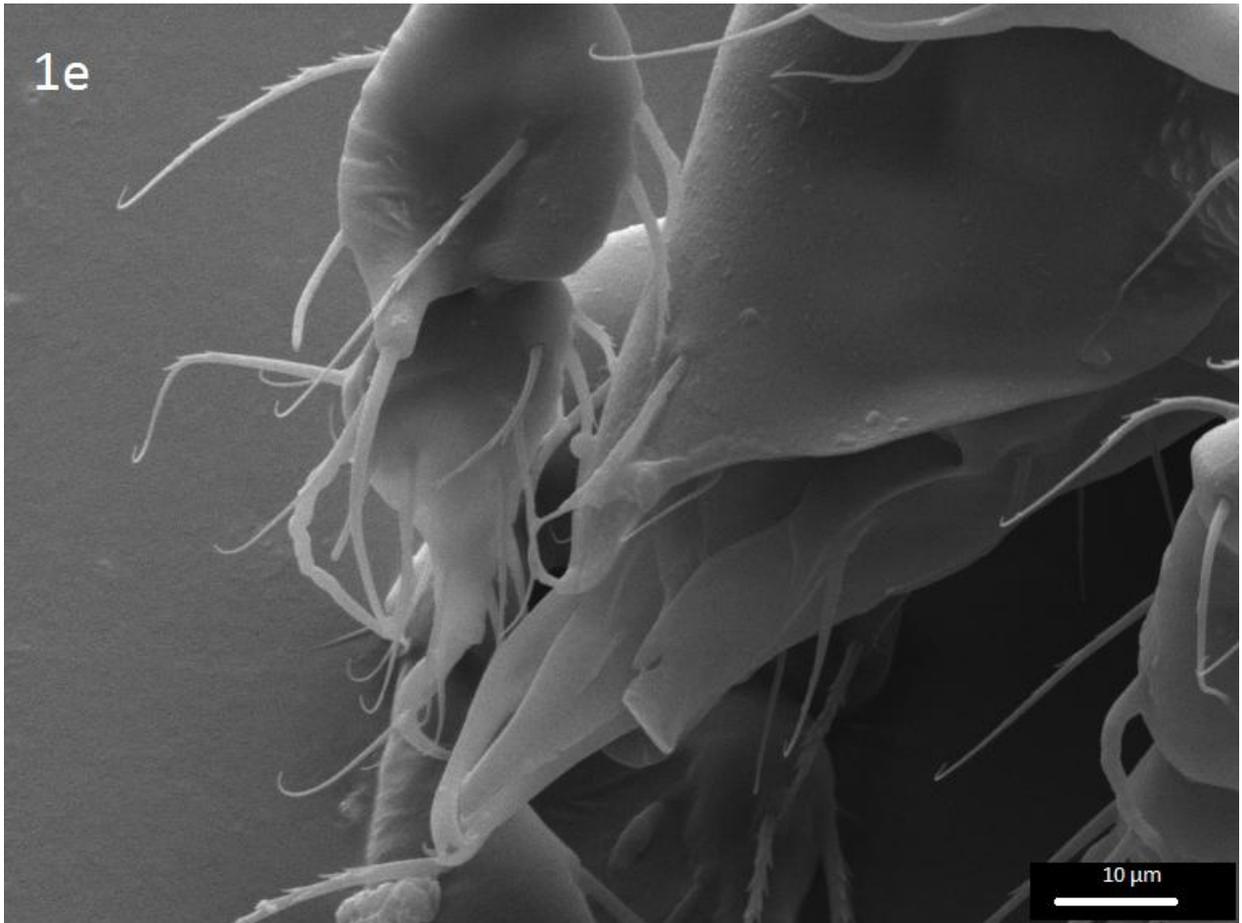
Medidas. – Longitud: 262-294 μm , Ancho 126-149 μm

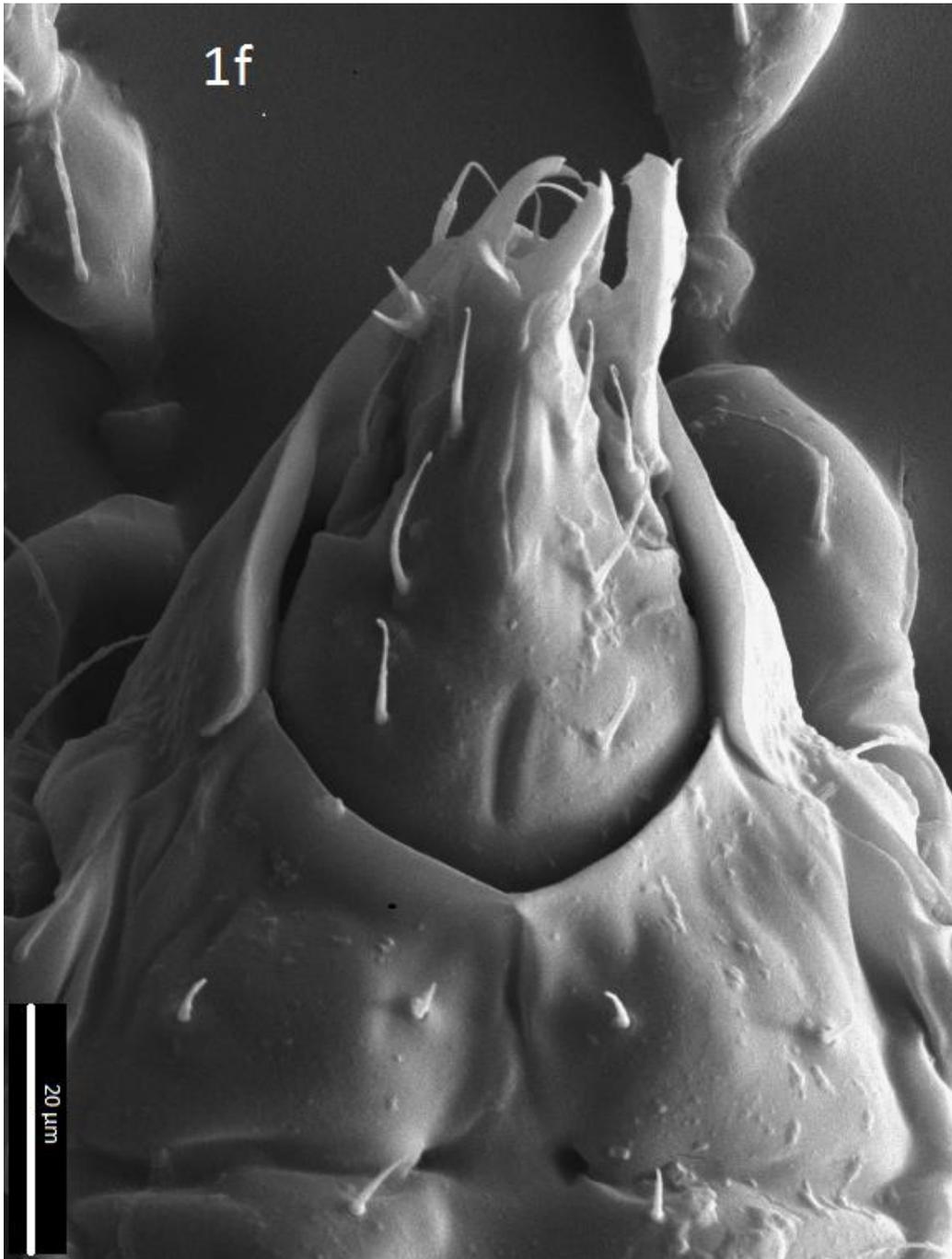
Prodorso (Figs. 4.1a,d,e,g, 4.2a):

Rostro ancho, redondeado, con un labio hialino, setas rostrales cortas y barbuladas, más largas que su distancia mutua, excediendo por un tercio de su longitud la punta del rostro; sus alvéolos están unidos por una pequeña cresta transversal. Las setas lamelares están localizadas en el medio del prodorso. No existen líneas lamelares. La longitud de las setas disminuye en el orden: rostrales, lamelares, interlamelares. Las setas lamelares tienen casi la longitud de las rostrales y son más largas que su distancia mutua. Las setas interlamelares son tan largas como dos tercios de las setas lamelares y más cortas que su distancia mutua. Las setas exobotridiales son microsetas gruesas de menos de un quinto de la longitud de las setas interlamelares. La superficie exobotridial está cubierta con gránulos. Cuatro pares paralelos de sigilas se observan solamente al microscopio óptico entre las setas interlamelares. El primer par anterior y externo es el más pequeño, el segundo par es interno y es el más grande, el tercero y el cuarto son intermedios en tamaño. El conjunto adquiere la forma de una “T”. Los bordes de los botridios están provistos de dos a tres estrías subparalelas incompletas y menos definidas anteriormente y se interrumpen posteriormente formando una hendidura que se continúa hacia afuera del botridio en una curva que se dirige lateralmente, alejándose del eje longitudinal del cuerpo. La hendidura es bordeada anteriormente por una región provista de granulaciones (Fig. 4.1g). Una apófisis postbotridial (Grandjean, 1960) se opone a la región posterior de la hendidura (Fig. 4.1c). El sensilo posee una cabeza alargada y fusiforme terminada en punta y provista de cortas acículas parcialmente decumbentes.









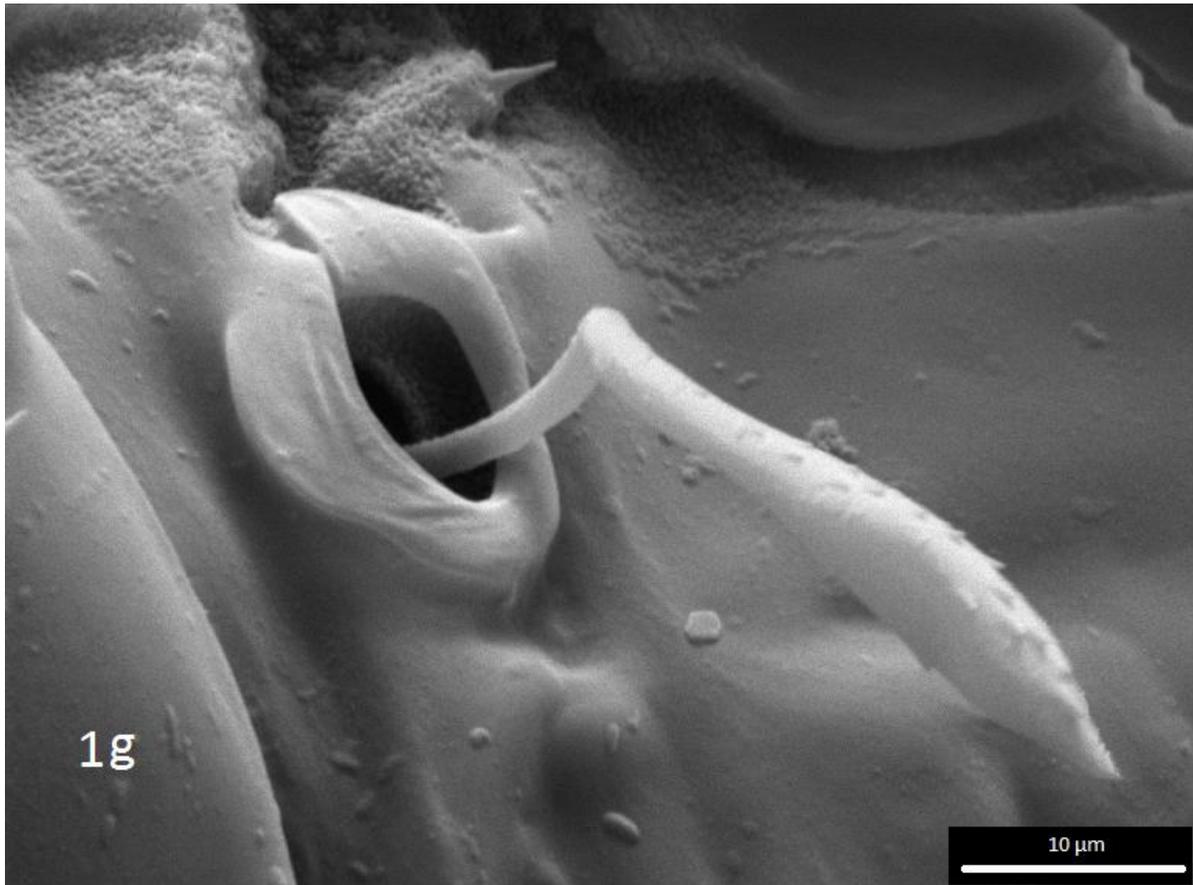


Figura 4.1. *Paroppia patagonica n. sp.*, adulto a. hembra vista dorsal, b. macho vista ventral, c. vista lateral, d. vista parcial del prodorsum, e. vista lateral del camerostoma, f. vista ventral del camerostoma, g. órgano pseudostigmático (salvo indicado, barra=100 μm)

Notogáster (Fig. 4.1b; 4.2a):

Notogáster oval, liso, sin esculturación conspicua, margen anterior con mayor esclerotización con sutura dorsosejugal en la zona media terminada en punta roma avanzando sobre el prodorso. Margen posterior del macho terminado en punta, en la hembra redondeado. Diez pares de setas de las cuales nueve son escasamente barbuladas, aproximadamente similares en longitud, con *p1* algo más largas y apuntando hacia afuera del eje longitudinal del cuerpo y el décimo par son setas *c2* tan largas como un sexto la longitud de las restantes setas internas a las lirifisuras *ia*. La inserción de las setas *lm*, *lp* y *h2* es anterior a las correspondientes inserciones de las setas *la*, *h3* y *p3* respectivamente. La lirifisura *im* es oblicua y se ubica anterior a las setas *h3* solo puede observarse claramente a través del microscopio óptico (Fig. 4.3b).

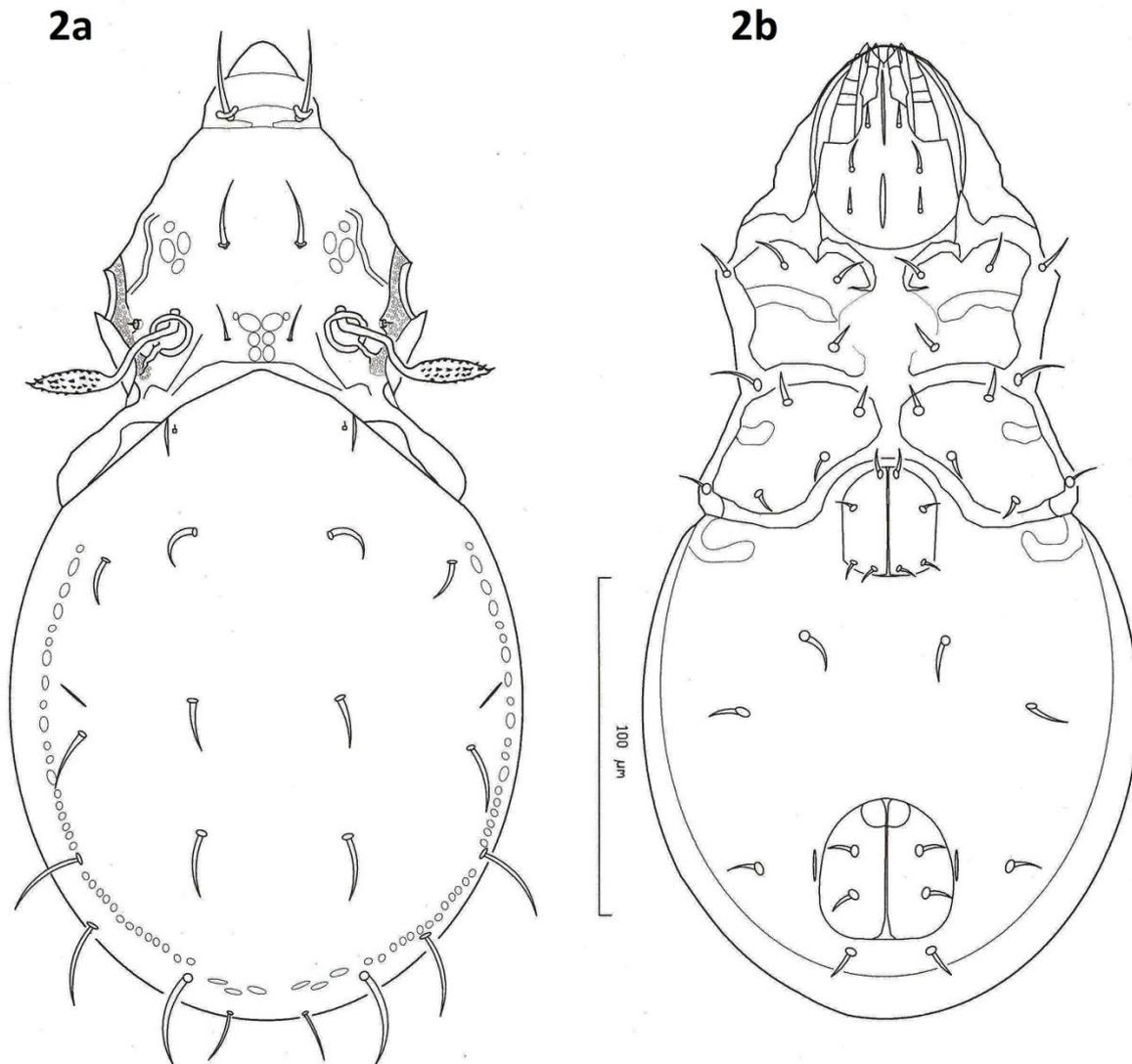


Figura 4.3. *Paroppia patagonica* n. sp. , adulto. a. vista dorsal, b. vista ventral

Región ventral (Figs. 4.1b, 4.1e, 4.1f, 4.2b):

Subcapítulo anátrico, con articulación labiogenal incompleta, rutelos panteleleebásicos (Grandjean, 1957), alargados, imperfectamente protegidos por el tectum rostral cuando están retraídos, sin dientes, forma rectangular formando láminas distalmente alargadas con una muesca dorsal profunda, ángulo ventrodistal con pequeña muesca (Fig. 4.1e). Quelíceros alargados con ambos dedos fijo y móvil provistos cada uno con al menos un par de dientes agudos incurvados en forma de gancho, la incurvación es opuesta entre dedos permitiendo una posición firme en reposo (Fig. 4.1e y 4.1f).

Apodema III ausente, epímeros III y IV fusionados. Los epímeros exhiben esculturación alveolar débil. La fórmula epimeral es 3-1-3-3. El espacio entre los epímeros II es cóncavo debido a la depresión existente entre ellos, las setas epimerales son lisas y delgadas, setas *Ic* y

4c más largas que las restantes. Placas anales más pequeñas que las genitales, 4 pares de setas genitales, separadas en tres grupos: un par anterior cerca de la línea media, un par medio y dos pares posteriores alineados perpendicularmente al eje longitudinal del cuerpo cerca del margen distal.

Los dos pares de setas anales poseen una o dos bárbulas como así también las adanales, las setas *ad3* son preanales mientras que las *ad1* son postanales. Las lirifisuras *iad* son paraanales y están flanqueadas por las setas *ad2*, la superficie de esta región es lisa sin esculturación distinguible.

Patatas_(Figs. 4.3, 4.4):

Patatas delgadas, monodáctilas, fórmula quetotáxica I: 1-5-2(1)-4(2)-18(2)-1, II: 1-5-2(1)-4(1)-13(2)-1, III 2-4-1(1)-3(1)-13-1, IV 1-2-2-3(1)-10-1.

La clasificación de los solenidios se realizó de acuerdo con Grandjean (1935). Solenidios táctiles: σI , ϕII , ϕIV ; solenidios baculiformes: ωII , $\phi 2I$, σII , σIII , ϕIII ; solenidios ceratiformes: $\omega 2I$, ωaII , ωpII , ϕII . La tibia I como en otras *Paroppia* es alargada formando un proceso largo abultado que sobresale antiaxialmente, donde se ubica el solenidio táctil ϕII y en la base de este proceso se inserta el solenidio baculiforme $\phi 2I$. Salvo *Taiwanoppia senegalensis*, ningún otro Oppiidae exhibe esta característica que fue usada por Hammer (1968) para erigir *Paroppia* como un nuevo género.

Material tipo: Holotipo hembra y dos paratipos, una hembra y un macho, del Cerro Padre Laguna, Parque Nacional Nahuel Huapi, Provincia de Río Negro, Argentina, 18-X-2006. Los especímenes fijados y montados en el medio de Hoyer sobre portaobjetos serán depositados en la colección de ácaros del Museo de La Plata, La Plata, Argentina.

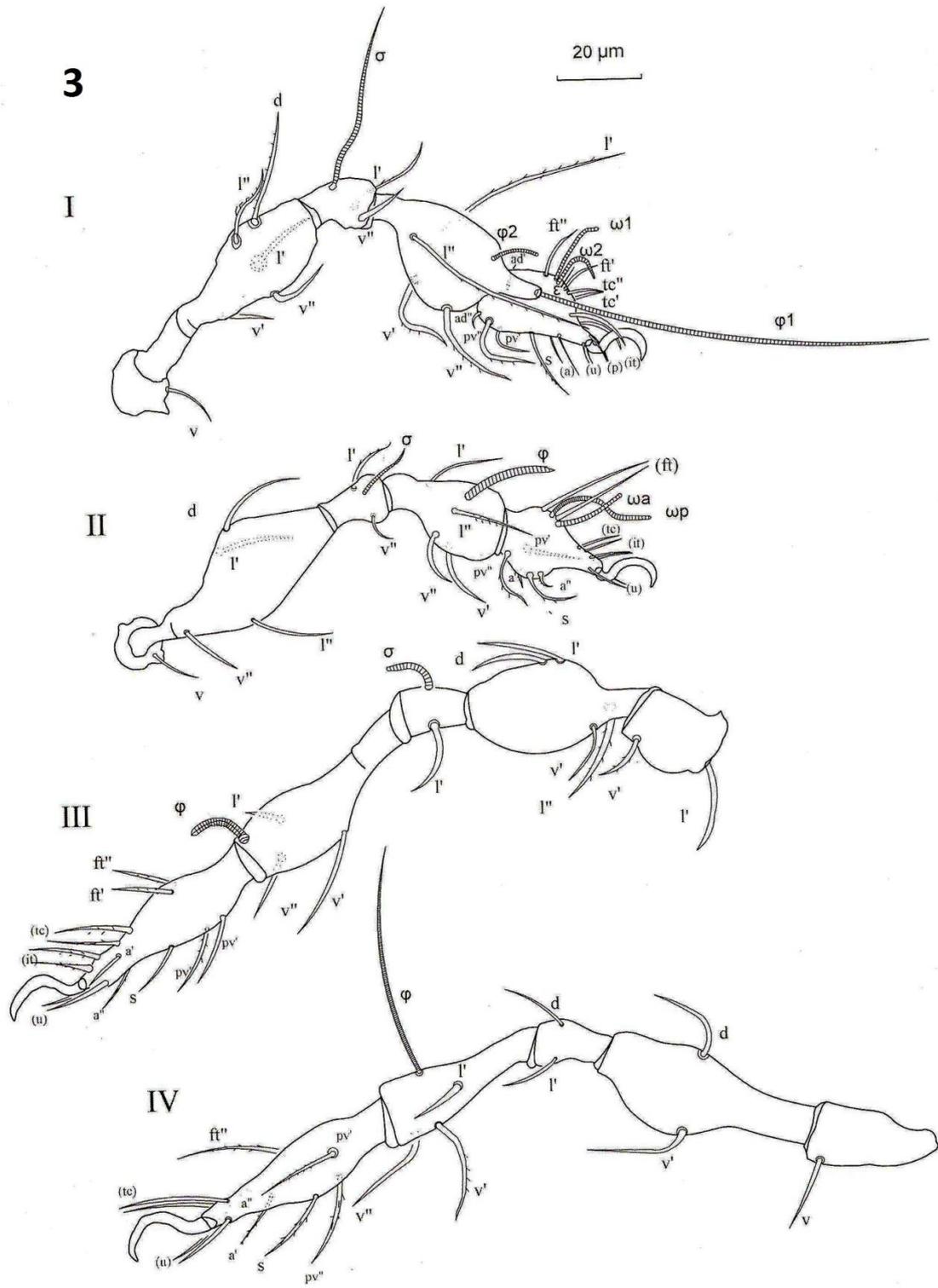


Figura 4.3. Patas derechas de la hembra en vista antiaxial.

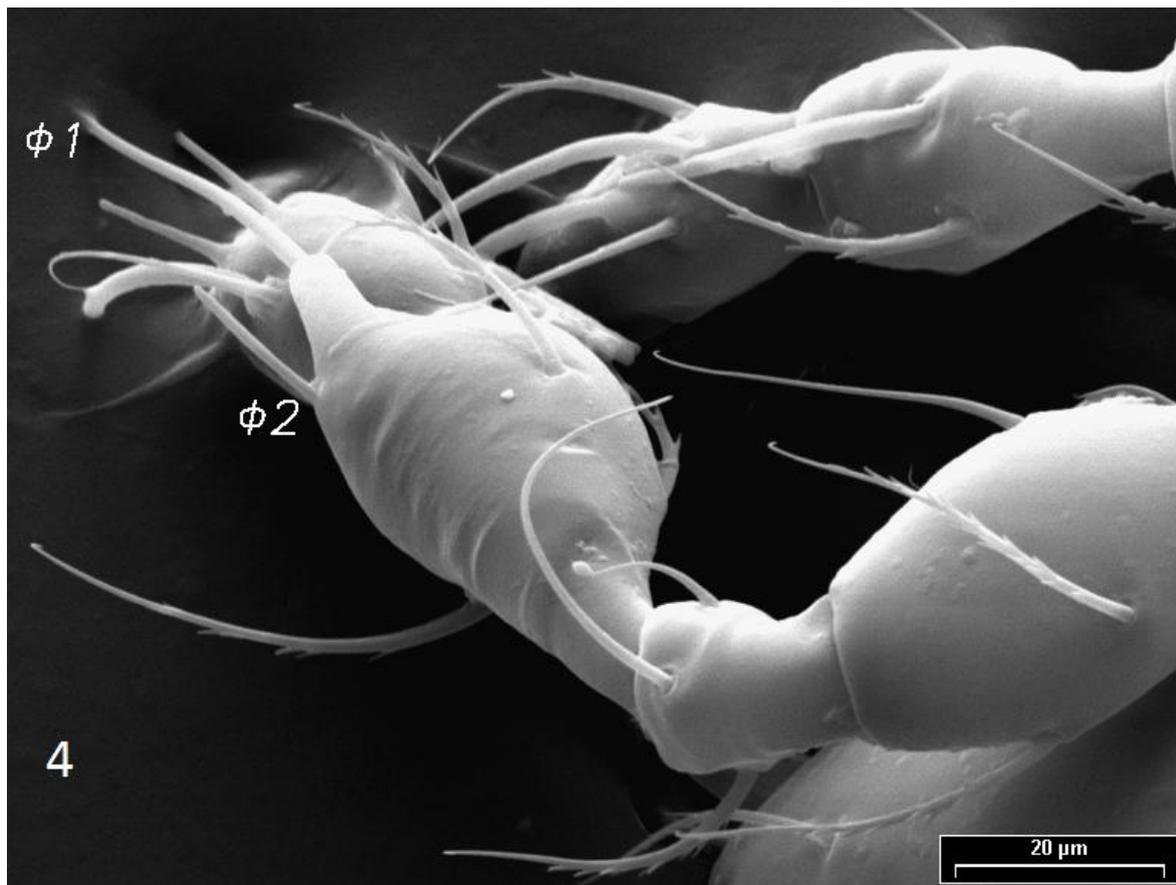


Figura 4.4. Proceso tibial de la pata I izquierda, vista antiaxial

4.1.4 Clave para las especies de *Paroppia*

1.	Alveolos de las setas <i>c2</i> ausentes, bordes epímerales IV rectos.	<i>Paroppia hawaiiensis</i>
	Alveolos de las setas <i>c2</i> presentes, bordes epímerales IV arqueados.	2
2.	Setas <i>c2</i> cortas, sensilo aciculado, distalmente puntiagudo.	<i>Paroppia patagonica</i>
	Setas <i>c2</i> ausentes, sensilo glabro; alargado o flageliforme.	3
3.	Sensilo débilmente curvo, flagelado distalmente puntiagudo, setas notogastrales largas con extremo distal flagelado, setas genitales cortas.	<i>Paroppia flagellata</i>

	Sensilo alargado no distalmente puntiagudo, cortamente acuminado, setas notogastrales no flageladas, setas genitales largas.	4
4.	Setas notogastrales cortas, sensilo geniculado, moderadamente largo, débilmente fusiforme.	<i>Paroppia breviseta</i>
	Setas notogastrales de mediana longitud, sensilo alargado con forma de hoz, tercio distal gruesamente aserrado principalmente sobre el borde posterior.	<i>Paroppia lebruni</i>

4.1.5 Notas

Esta especie puede ser claramente separada de las otras *Paroppia* por la siguiente combinación de caracteres: punta del rostro con labio hialino, sensilo aciculado alargadamente fusiforme puntiagudo, cuatro pares de sigilas entre las setas interlamelares formando un arreglo en forma de T, seta *c2* presente pero muy corta, cuatro pares de setas genitales, lirifisura *iad* en posición paraanal, setas *ad3* en posición preanal, notogaster sin crista. *Taiwanoppia* (*Paragloboppia*) *senegalensis* (Mahunka 1975), antiguamente incluida en el género *Paroppia* (Mahunka, 1992), comparte con *P. patagonica* y *P. lebruni*, cuatro pares de setas genitales y la tibia I estirada en un largo proceso globoso en cuyo extremo se inserta el solenidio táctil $\varphi 1I$ acompañado en la base del proceso por el solenidio $\varphi 2I$, que en *P. patagonica* es grueso y baculiforme, mientras que en *P. lebruni* y *T. senegalensis* es piliforme. El sensilo de tallo corto, con acículas erectas y con la cabeza ensanchada subglobosa y distalmente puntiaguda, setas exobotridiales más largas que *c2* separan *T. senegalensis* de *P. patagonica*. De acuerdo con las claves genéricas de la subfamilia Oppinae (Subías & Balogh, 1989; Balogh & Balogh, 1992), el subgénero *Vietoppia* (*Paragloboppia*) hoy (Subías 2011) *Taiwanoppia* (*Paragloboppia*) tiene cinco pares de setas genitales, por lo tanto las claves que llevan al subgénero *Taiwanoppia* (*Paragloboppia*) deberían corregirse ya que *T. senegalensis* posee solamente cuatro pares de setas genitales o esta especie debería ser transferida de vuelta a *Paroppia senegalensis* a pesar de su corto sensilo globoso. A pesar de que los quelíceros no son pelopsiformes, la forma poco común del subcapítulo anártrico con rutelos pantelebásicos angostos sugiere una transición hacia el tipo suctorial (Grandjean,

1957). La distribución bastante disyunta del género *Paroppia* sugiere que sería un taxón antiguo de origen gondwánico.

Bionimia: el nombre hace alusión a la región en donde los especímenes fueron encontrados.

4.2 *Oxyoppia mustaciata n. sp.*

4.2.1 Resumen

Durante la tría de oribátidos de este estudio se encontraron ejemplares que pertenecían al subgénero *Oxyoppia* (*Oxyoppiella*) Subías & Rodríguez, 1986. Si bien se podían separar por las características de las claves existentes (Balogh & Balogh, 1992) como *Oxyoppia* (*Oxyoppiella*) *suramericana* (Hammer, 1958), del análisis morfológico surgen diferencias suficientes para declarar la existencia de una nueva especie *Oxyoppia mustaciata n.sp.*

4.2.2 Introducción

El género *Oxyoppia* Balogh & Mahunka 1969, contiene tres subgéneros según se destaca en la revisión de Subías & Rodríguez (1986). En este estudio se detectó la presencia de varios ejemplares de una *Oxyoppia* (*Oxyoppiella*), diferentes de *Oxyoppia* (*Oxyoppiella*) *suramericana* (Hammer 1958) extensamente distribuida en las muestras de suelo y hojarasca de todos los bosques estudiados. El subgénero *Oxyoppia* (*Oxyoppiella*) *s. str.*, agrupa a las once especies más pequeñas del género y se caracteriza por poseer un sensilo fusiforme unilateralmente ciliado, que presenta además fisuras *iad* directas apoanales 5 o 6 pares de setas genitales y habitualmente, quilla translamelar. Si bien los ejemplares se pueden separar naturalmente de otros *Oxyoppia* (*Oxyoppiella*) por la forma característica de la quilla translamelar, del análisis morfológico surge que no se pueden asignar unívocamente a ninguno de los grupos propuestos (Subías & Rodríguez, 1986), ya que estos ejemplares presentan fisuras *iad* paraanales y 5 pares de setas genitales.

Oxyoppia* (*Oxyoppiella*) *mustaciata n. sp.

4.2.3 Diagnosis:

Rostro redondeado, translamela sinuosa adelgazándose y enrollándose hacia su unión con el extremo anterior de las lamelas en cuya confluencia se halla la inserción de las setas lamelares sin formar apófisis pero uniéndose en cada lado a dos quillas que se curvan hasta llegar al borde lateral del propodosoma, notogáster con procesos humerales leves cortos, setas *c2* presentes, cortas y orientadas lateralmente, sensilo unilateralmente 11-aciculado, cabeza fusiforme, dos pares de sigilas entre las setas interlamelares, apófisis redondeadas enfrentadas con las setas interlamelares cortas, cinco pares de setas genitales, lirifisuras *iad* en posición paraanal, setas *ad3* preanales, *ad1*.

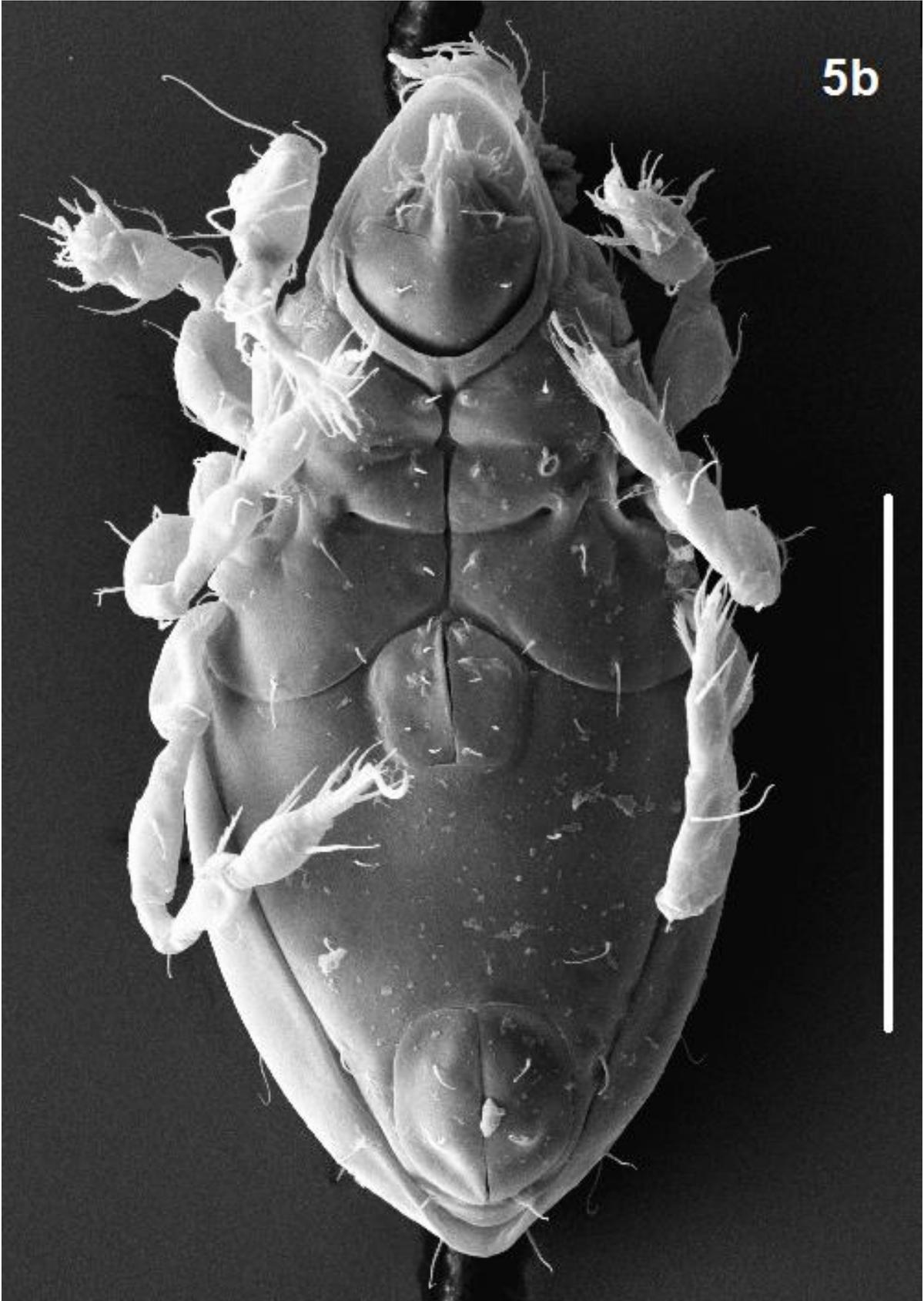
Medidas: Longitud 205 a 235 µm, Ancho 101 a 119 µm.

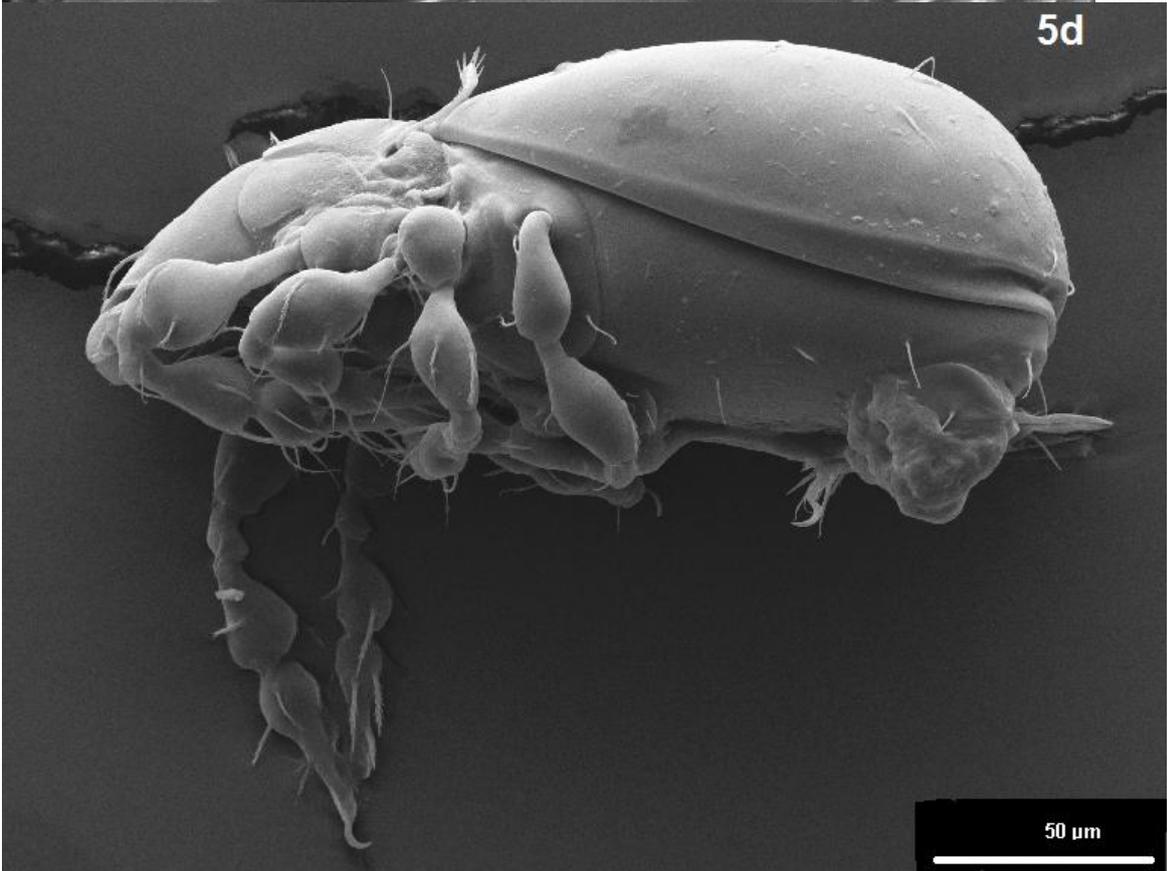
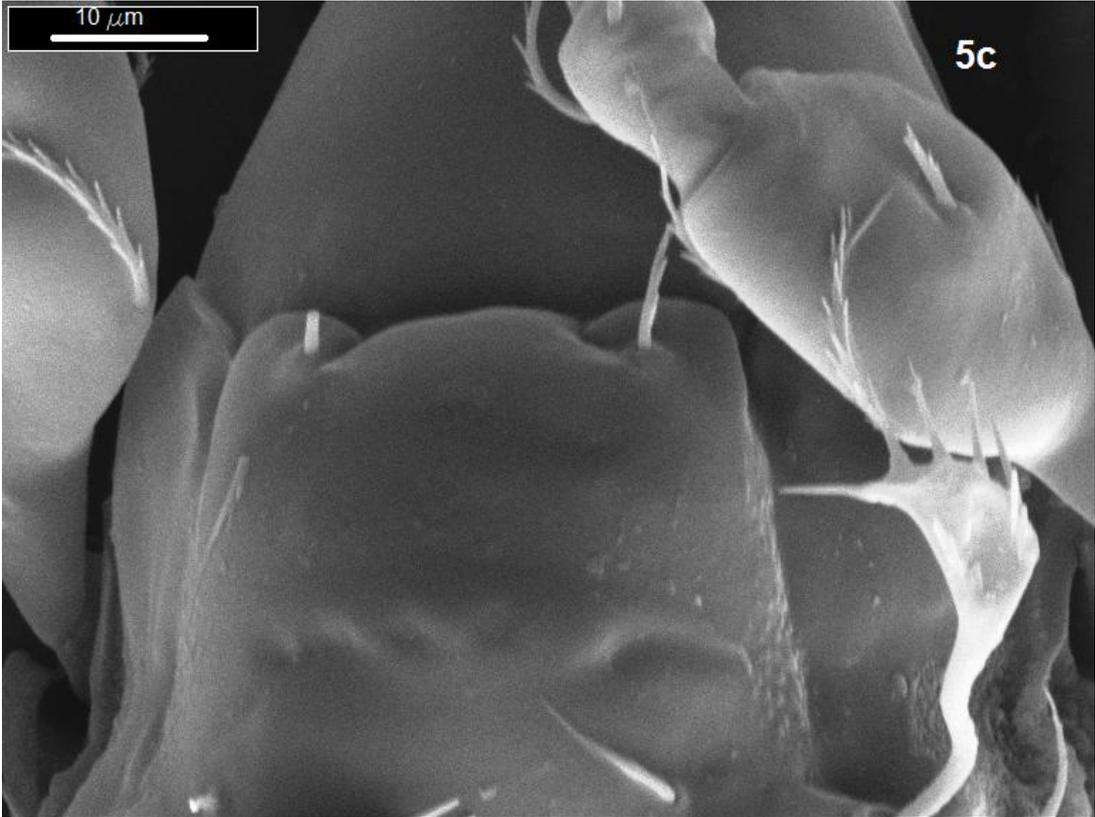
Prodorso (Figs. 4.5a, d, e, f, 4.6a):

Rostro redondeado, setas rostrales barbuladas tan largas como su distancia mutua, más próximas del rostro que del centro del propodosoma. Translamela algo sinuosa adelgazándose y enrollándose hacia su unión con las lamelas levemente convergentes, en cuya confluencia se halla la inserción de las setas lamelares sin formar apófisis pero uniéndose en cada lado a dos quillas transversales que se curvan hasta llegar al borde lateral del propodosoma acompañadas de granulaciones, setas lamelares tan largas como su distancia mutua, setas interlamelares más cortas que su distancia mutua, más cortas que las exobotridiales y éstas más cortas que las rostrales y las lamelares. Dos apófisis redondeadas posteriores a las setas interlamelares se ubican sobre el borde anterior del histerosoma. Dos pares de sigilas interlamelares, el primer par anterior de forma circular y el par posterior ovalado alargado transversalmente, de mayor tamaño que el primero.

Sensilo unilateralmente 11-aciculado, cabeza fusiforme. Los bordes de los botridios (Fig. 4.5c y 4.5e) están provistos de varias estrías paralelas y bien definidas anteriormente y se alargan posteriormente formando un haz que cierra el anillo del botridio y que se continúa por fuera formando una curva que se dirige posteriormente hacia el notogáster. Una apófisis postbotridial (Grandjean, 1960) se opone al lóbulo posterior giboso del botridio y bordea la zona anterolateral del notogáster frente a los procesos humerales (Fig. 4.5d).







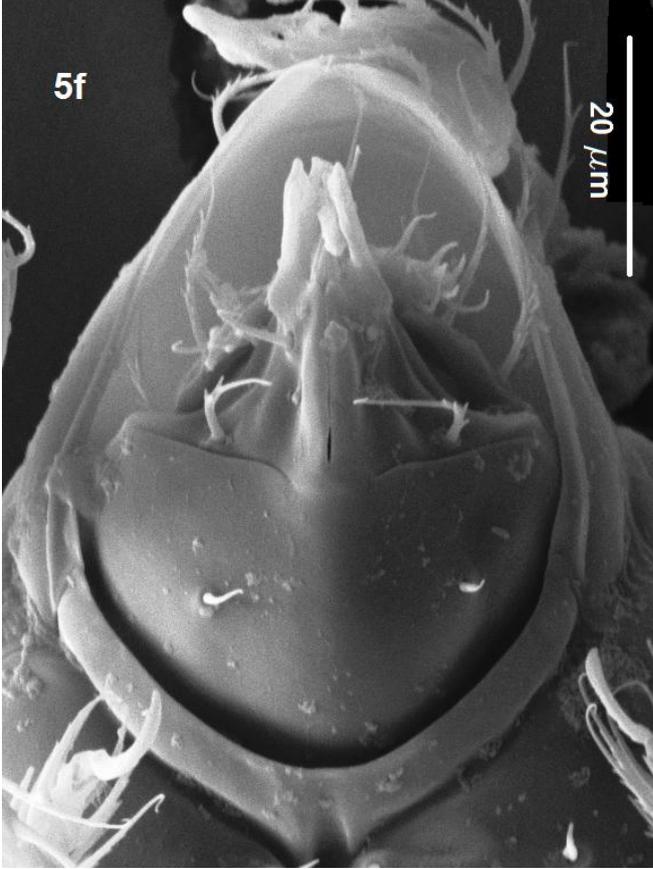
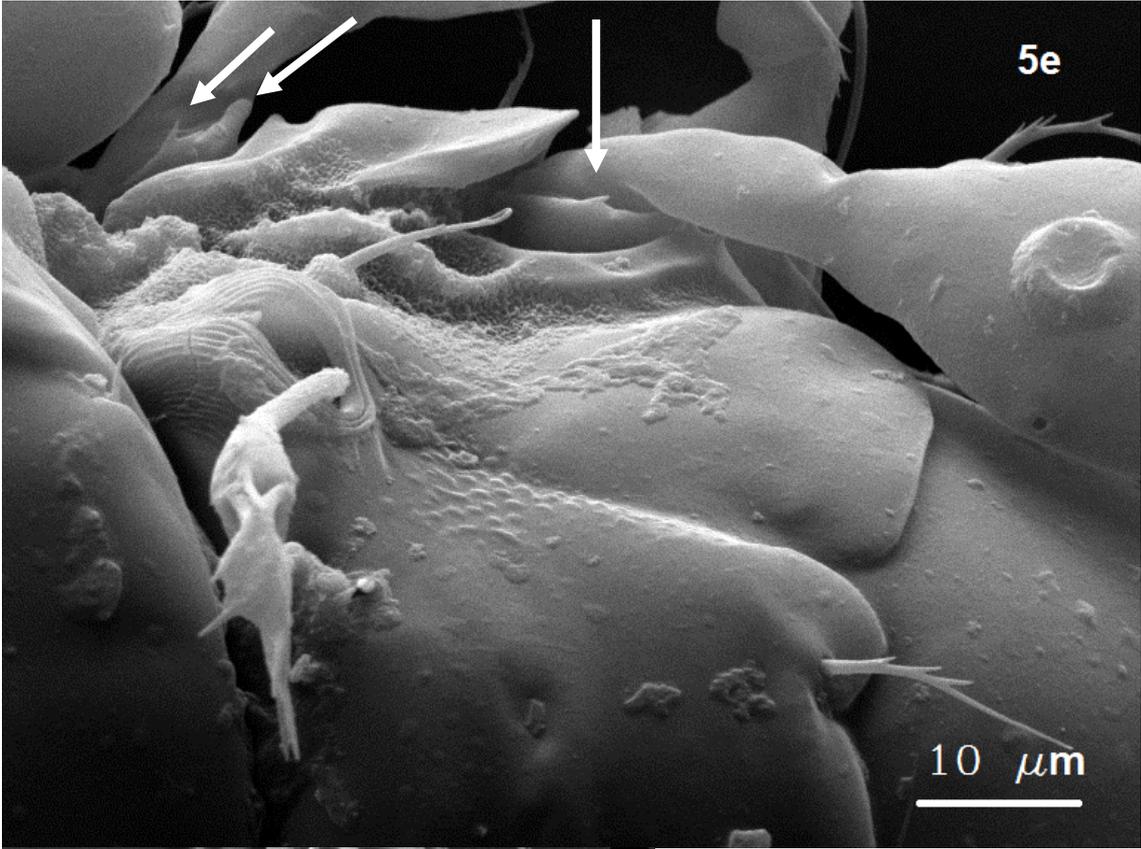


Figura 4.5. *Oxyoppia (Oxyoppiella) mustaciata n. sp.*, adulto, a. vista dorsal, b. vista ventral, c. vista parcial del prodorsum, d. vista lateral, e. órgano pseudostigmático, f. vista ventral del camerostoma, (salvo indicado barra=100 μm)

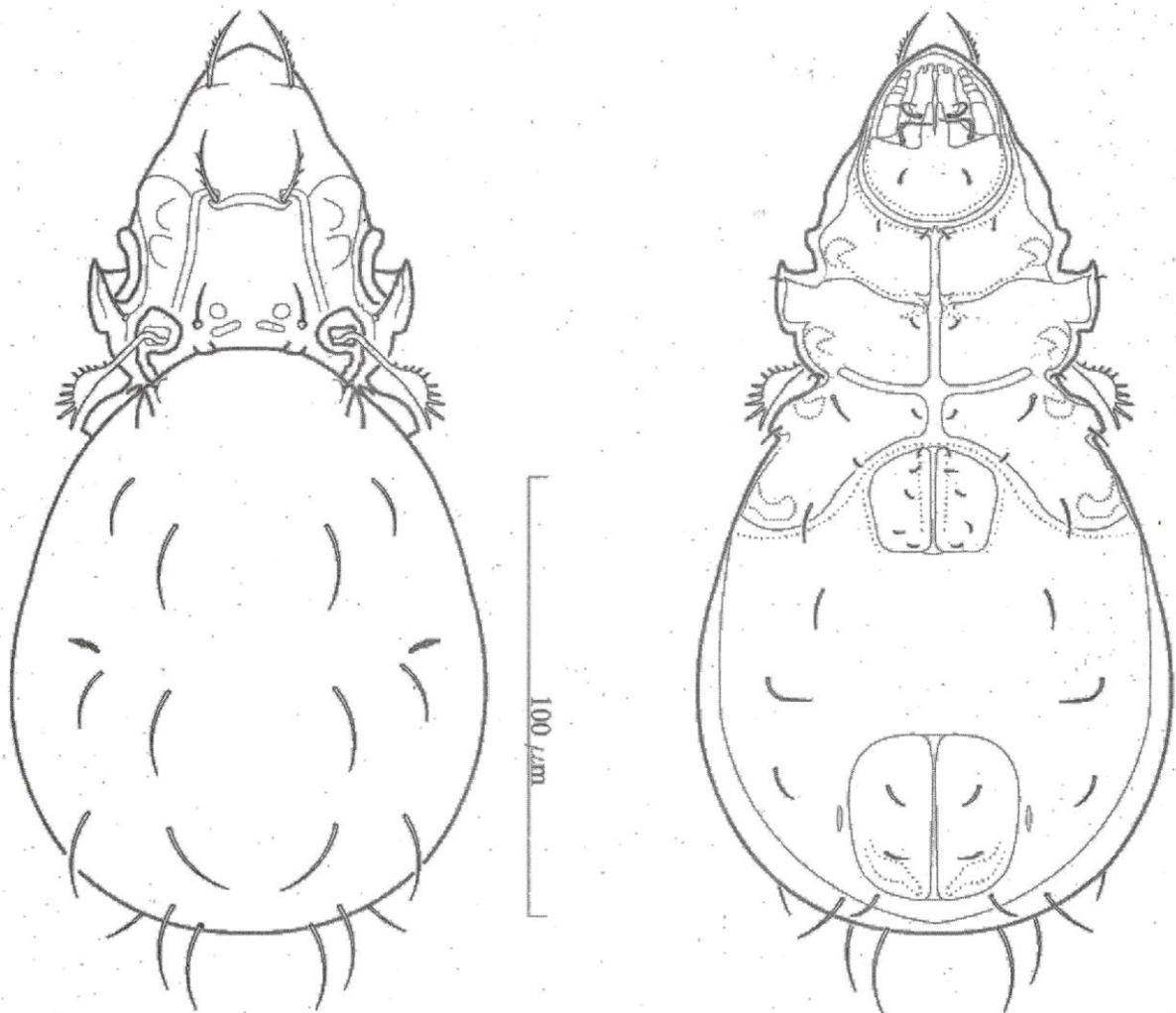


Figura 4.6. *Oxyoppia (Oxyoppiella) mustaciata n. sp.*, adulto, a vista dorsal, b. vista ventral

Notogáster (Figs 4.5a y 4.6a):

Notogáster oval, liso, sin esculpturación conspicua, margen anterior con mayor esclerotización con sutura dorsosejugal en la zona media redondeada enfrente a las apófisis interlamelares del prodorso (Fig. 4.6a). Zona humeral provista de dos procesos leves y cortos que se enfrentan por su región frontal al botridio y lateralmente a la apófisis postbotridial del prodorsum por su región lateral. Margen posterior redondeada. Diez pares de setas de las cuales nueve son escasamente barbuladas, aproximadamente similares en longitud, setas *p2* apuntando hacia afuera del eje longitudinal del cuerpo. El décimo par son las microsetas *c2*

orientadas lateralmente, cuya longitud es aproximadamente entre como un quinto y sexto la longitud de las setas exobotridiales. Las lirifisuras *ia* se abren internamente a las setas *c2*. La inserción de las setas *lm*, *lp* y *h2* es posterior a las correspondientes inserciones de las setas *la*, *h3* y *p3* respectivamente. La lirifisura *im* es oblicua y se ubica anterior a las setas *h3*. (Figs. 4.5a y 4.6a).

Región ventral (Figs. 4.5b, 4.6b y 4.5d):

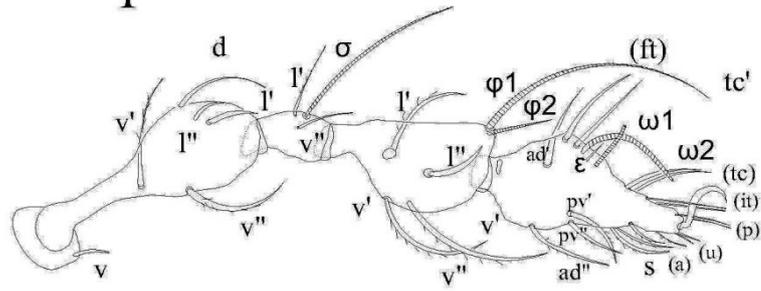
Subcapítulo diátrico, rutelos atelebásicos (Grandjean, 1957), alargados, protegidos por el tectum rostral cuando están retraídos, de forma rectangular formando láminas distalmente alargadas con dos muescas dorsales profundas. Quelíceros ovales con dos setas barbuladas y órgano de Trägårdh, con ambos dedos fijo y móvil provistos con dientes.

Apodemata 1 y 2 delgadas, apodemata sejugales más gruesas que las anteriores, apodemata III ausentes (epímeros III y IV fusionados), bordes de los epímeros IV curvos no tan esclerotizados como los anteriores. Los epímeros exhiben esculturación alveolar débil. La fórmula epimeral es 3-1-3-3. El surco esternal entre los epímeros II es angosto, las setas epimerales son lisas y delgadas, setas *3c*, *4b* y *4c* más largas que las restantes. Placas anales más pequeñas que las genitales cinco pares de setas genitales cortas, separadas en dos grupos: tres pares anteriores cerca de la línea media, dos pares posteriores alineados oblicuamente al eje longitudinal del cuerpo cerca del margen distal.

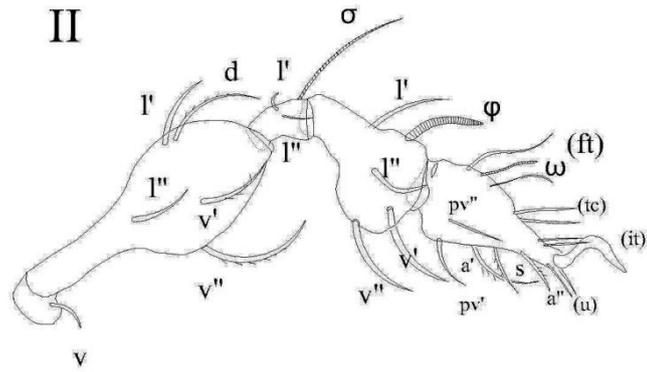
Los dos pares de setas anales poseen una o dos bárbulas como así también las adanales, las setas *ad3* son preanales mientras que las *ad1* son postanales. Las lirifisuras *iad* son paraanales y están flanqueadas por las setas *ad2*, la superficie de esta región es lisa sin esculturación distinguible.

7

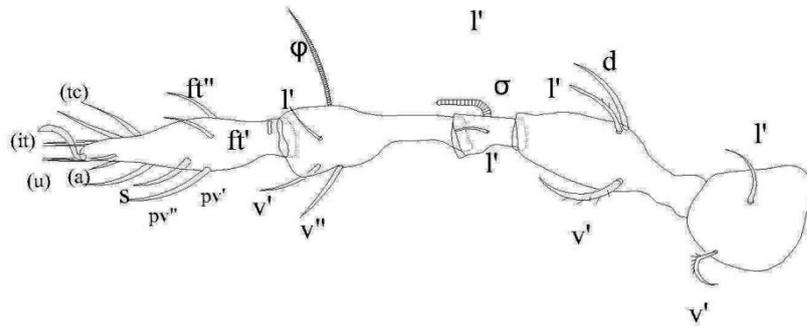
I



II



III



IV

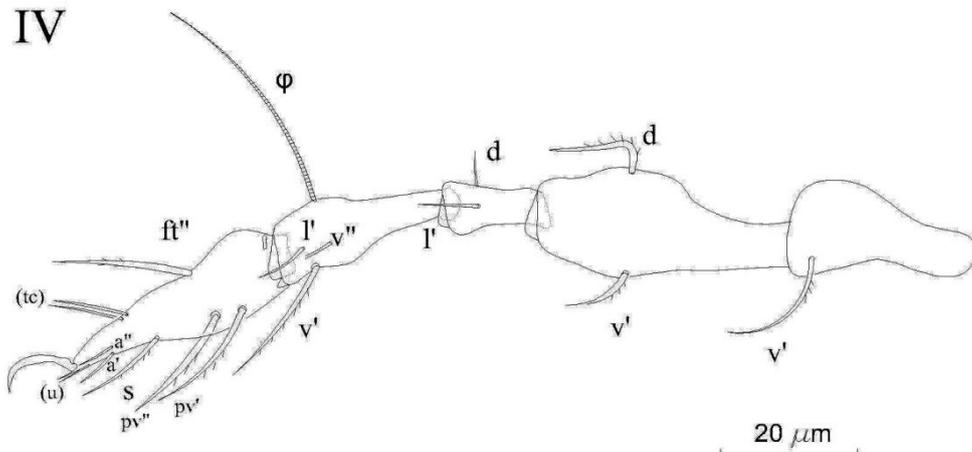


Figura 4.7. *Oxyoppia (Oxyoppiella) mustaciata n. sp.*, adulto, patas derechas en vista antiaxial.

Patás (Fig. 4.7):

Patás delgadas, monodáctilas, fórmula quetotáxica I: 1-5-2(1)-4(2)-18(2)-1, II: 1-5-2(1)-4(1)-13(1)-1, III 2-4-1(1)-3(1) -13-1, IV 1-2-2-3(1)-10-1.

En el trocánter de la pata I existe una pequeña apófisis dirigida dorsalmente, asimismo en la base del fémur de la pata II se observan dos apófisis adyacentes una aguzada y otra roma dirigidas lateralmente (Fig. 4.5e).

La clasificación de los solenidios se realizó de acuerdo con Grandjean (1935). Solenidios táctiles: σI , ϕII , σII , ϕIII , ϕIV ; solenidios baculiformes: $\omega 2I$, σIII ; solenidios ceratiformes: ωII , ϕII y solenidios piliformes: $\phi 2I$, ωII .

Material tipo: Holotipo hembra del Cerro Padre Laguna, Parque Nacional Nahuel Huapi, Provincia de Río Negro, Argentina, 18-X-2006 y dos paratipos, hembras del Cerro LLao LLao 12-IV-2007, Parque Municipal LLao LLao, Provincia de Río Negro, Argentina. Los especímenes fijados y montados en el medio de Hoyer sobre portaobjetos serán depositados en la colección de ácaros del Museo de La Plata, La Plata, Argentina.

4.2.4 Notas

Esta especie es afín a *O. (Oxyoppiella) suramericana* con quien comparte los mismos biotopos y se la ha hallado en convivencia simpátrica; difiere de ella en las siguientes características: cuspis o apófisis lamelares ausentes, quillas laterales a las lamelas curvas en vez de rectas, confluencia entre las lamelas y la translamela característica formando un rulo en el cual están insertas las setas lamelares, un par de sigilas interlamelares alargadas ovals, las apófisis interlamelares son de margen redondeado, las setas $c2$ son más cortas que en *O. suramericana*, los procesos humerales son redondeados en lugar de aplanados distalmente, la disposición de las setas notogastrales es diferente ya que las setas *la* son francamente anteriores a las *lm*, estando casi al mismo nivel en *O. suramericana*, y las apófisis femorales basales de la pata 2 tienen diferente forma mientras que en *O. suramericana* son similares.

Bionimia: el nombre hace alusión al aspecto que exhibe la translamela que en conjunto con las setas lamelares se asemeja a un bigote.

Capítulo 5

5 Abundancia, distribución y densidad

5.1 Introducción

La utilización de los ácaros oribátidos como un grupo indicador de los cambios ambientales ha sido señalada por distintos autores desde hace mucho tiempo. Varias características de este grupo consideradas solas o en conjunto pueden ser útiles para indicar diferentes cambios en su ambiente. Son microartrópodos detritívoros habitantes del suelo que ocupan una variedad de microhábitats asociados a turbas húmedas, líquenes, musgos, hojarasca, suelos y pastizales. Su abundancia es frecuentemente controlada por factores externos estacionales, que incluyen la temperatura, la humedad relativa, la precipitación y los niveles de humedad del suelo (Norton, 1990; Behan-Pelletier, 1999; Culvik, 2007); por ejemplo, se ha visto que la mayor humedad en el suelo resulta en una mayor densidad de ácaros oribátidos (Nieuwenhuizen *et al.*, 1994; Noti *et al.*, 2003; Lindo & Winchester, 2006).

Para obtener información básica sobre la fauna de ácaros oribátidos que vive en los bosques muestreados se estudiaron las diferencias en la densidad y en la distribución en la hojarasca y en el suelo de los seis sitios de bosques naturales considerados. Esto permitió ver qué taxones de oribátidos estaban presentes y cuáles eran los más representativos o importantes en cuanto a su presencia numérica y a su distribución en las muestras. Para averiguar en qué sitio y en qué momento la fauna de oribátidos se hace más numerosa, se comparó también la densidad entre estaciones, sitios, bosques y sustratos tanto para adultos como para inmaduros.

5.2 Materiales y métodos

Los ácaros se muestrearon en hojarasca y en suelo, utilizando los muestreadores para el suelo y palas para la recolección de la hojarasca descritos en el capítulo 2. La extracción de los ácaros se realizó con los extractores modificados de Berlese-Tullgren según se describe en el capítulo 2.

Los especímenes encontrados en cada sitio se detallan a continuación agrupados por estación de muestreo. Los grupos de muestras se denominaron de la siguiente forma:

1. Primera letra: P (primavera)

2. Segunda letra: es un número que indica el año de muestreo, 1 (primer año de muestreo), 2 (segundo año de muestreo).
3. Tercera letra: es la inicial de la especie arbórea dominante en cada sitio, A (Ñire), C (Ciprés) y D (Coihue).
4. Cuarta letra: es un número que indica el sitio junto con la tercera letra, A1 (Cerro Padre Laguna), A2 (Arroyo Challhuaco), C1 (Cerro Otto), C2 (Cerro LLao LLao), D1 (LLao LLao), D2 (Lago Gutiérrez).
5. Quinta letra: indica el hábitat dentro del bosque, H (hojarasca) y S (suelo).

Los datos se agruparon además por especie o morfoespecie, teniendo en cuenta la abundancia decreciente.

La densidad total en todo el estudio por m^2 de superficie de bosque natural se calculó dividiendo el número de ejemplares por la superficie del muestreador (25 cm^2) y para la hojarasca dividiendo el número de ejemplares por la superficie barrida (aproximadamente 200 cm^2).

Para evaluar si existen diferencias entre sitios, sustratos, estaciones y años de muestreo al considerar la densidad de adultos por un lado y de inmaduros por otro, se buscaron diferencias significativas a través de la prueba de Kruskal-Wallis debido a que en ningún caso las distribuciones de la densidad son normales.

Para analizar cómo evolucionan las especies entre los dos años de muestreo y entre las estaciones del año se graficaron las densidades para las tres especies con mayor número de individuos por cada 250 cm^3 .

Para analizar si los sitios poseen taxocenosis de oribátidos correspondientes a matorrales, bosques, pastizales o sitios alterados, se analizó la composición específica de los 6 sitios a través de los bioindicadores de Aoki (Shimano, 2011) utilizando la abundancia relativa de especies (MGP I) o de individuos (MGP II) entre los tres grupos de oribátidos: Macropylina, Gymnonota y Poronota. Si bien estos grupos no son reconocidos actualmente como taxones (Norton & Behan-Pelletier, 2009) se han usado últimamente para evaluar las taxocenosis de oribátidos (Salazar Martínez *et al.*, 2010). Macropylina, son los oribátidos inferiores, que incluyen a todos los taxones que se opone a la cohorte Brachypilina. Poronota son los taxones de Brachypilina que poseen sistema octotáxico y Gymnonota aquellos que no lo poseen.

De acuerdo con este análisis las taxocenosis se categorizan en base a los siguientes criterios (Shimano, 2011):

	Proporciones MGP	Ambiente característico MGP I	Ambiente característico MGP II
TIPO M	50% o más de las especies o de la abundancia relativa son Macropylina	Matorrales	Matorrales
TIPO G	50% o más de las especies o de la abundancia relativa son Gymnonota	Bosques, plantaciones forestales de más de 7 años de crecimiento	Bosques
TIPO P	50% o más de las especies o de la abundancia relativa son Poronota	Pastizales, suelos de bosques talados o incendiados o con pisoteo, plantaciones forestales de 1 a 5 años de crecimiento	Pastizales, suelos de bosques talados o incendiados o con pisoteo
TIPO O	las especies o la abundancia relativa de cada uno de los tres grupos se encuentra entre 20% y 50%:	Pastizales, zonas alpinas, suelos de bosques talados o incendiados o con pisoteo	-
TIPO MG	las especies o la abundancia relativa de cada uno de los dos grupos se encuentra entre 20% y 50% y grupo P menor a 20 %	Zonas alpinas	-
TIPO GP	las especies o la abundancia relativa de cada uno de los dos grupos se encuentra entre 20% y 50% y grupo M menor a 20 %	Zonas alpinas y plantaciones urbanas	-

5.3 Número de individuos recolectados

En los apéndices A.1 al A.6 se detallan las abundancias absolutas encontradas en cada bosque por especie, por sustrato y por estación en cada año de muestreo. Las seis especies más

recolectadas en la hojarasca y en el suelo para cada sitio y para cada hábitat se han ordenado en función de su abundancia decreciente (tabla 5.1).

Tabla 5.1. Orden decreciente de abundancia de las 6 especies más recolectadas por sitio y por sustrato.

	C1	C2	D1	D2	A1	A2
Hojarasca	<i>T.velatus</i>	<i>T.velatus</i>	<i>G.minor</i>	<i>P.monttensis</i>	<i>T.velatus</i>	<i>P.minutus</i>
	<i>P.minutus</i>	<i>L.granulatus</i>	<i>H.biangulatus</i>	<i>T.velatus</i>	<i>M.breviporosus</i>	<i>Oribatula sp 2</i>
	<i>N.peruensis</i>	<i>M.breviclava</i>	<i>T.velatus</i>	<i>G.minor</i>	<i>L.hexapili</i>	<i>T.velatus</i>
	<i>L.kovacsi</i>	<i>P.monttensis</i>	<i>N.peruensis</i>	<i>L.kovacsi</i>	<i>G.minor</i>	<i>C.argentinensis</i>
	<i>D.tenuis</i>	<i>G.minor</i>	<i>T.elegans</i>	<i>M.breviporosus</i>	<i>P.neuquinus</i>	<i>P.spinipes</i>
	<i>L.hexapili</i>	<i>C.argentinensis</i>	<i>P.spinipes</i>	<i>M.breviclava</i>	<i>Perscheloribates sp 2</i>	<i>G.minor</i>
Suelo	<i>P.minutus</i>	<i>T. velatus</i>	<i>G.minor</i>	<i>P.monttensis</i>	<i>B.pepitensis</i>	<i>A.dispariseta</i>
	<i>L.granulatus</i>	<i>O.mustaciata n. sp.</i>	<i>N.peruensis</i>	<i>O.mustaciata n. sp.</i>	<i>C.argentinensis</i>	<i>L.kovacsi</i>
	<i>N.peruensis</i>	<i>A.dispariseta</i>	<i>B.periculosa</i>	<i>T.velatus</i>	<i>A.dispariseta</i>	<i>P.spinipes</i>
	<i>O.mustaciata n. sp.</i>	<i>C.argentinensis</i>	<i>O.nova</i>	<i>L.kovacsi</i>	<i>O.nova</i>	<i>Oppiidae sp 30</i>
	<i>D.tenuis</i>	<i>E.minutissimus</i>	<i>T.velatus</i>	<i>Oppiidae sp 31</i>	<i>T.velatus</i>	<i>T.velatus</i>
	<i>T.velatus</i>	<i>N.peruensis</i>	<i>T.elegans</i>	<i>G.minor</i>	<i>A.multipilosa</i>	<i>M.argentinensis</i>

En la hojarasca se observa que la mayoría de las especies más abundantes poseen la mayor abundancia de especies de tamaño mayor a 300 micrones, salvo para el caso de *D. tenuis*.

Además se observa que las especies más abundantes en los sitios C1 y C2, son especies que poseen abundante cerotegumento (*T. velatus*, *P. minutus* y *L. granulatus*) y especies pertenecientes a géneros típicos de bosques (*N. peruensis*)

En el suelo se observan que priman larvas y ninfas de *T.velatus* y *N.peruensis*. Tanto en hojarasca como en suelo se observa la presencia de distintas especies de la familia Oppiidae.

5.4 Distribución

Para tener una idea de la distribución de las especies en los sitios y en los sustratos de suelo y hojarasca se calculó la frecuencia muestral como el porcentaje de presencia de cada especie y morfoespecie en las muestras (Apéndice 7)

Las 3 especies con mayor frecuencia muestral en cada sustrato y cada sitio se resumen en la tabla 5.2, en la primera fila de cada sustrato se ubica la especie más frecuente, para la hojarasca y el suelo respectivamente.

Tabla 5.2. Ordenamiento de las especies más frecuentes en las muestras de hojarasca

	A1	A2	C1	C2	D1	D2
Hojarasca	<i>T.velatus</i>	<i>T.velatus</i>	<i>T.velatus</i>	<i>T.velatus</i>	<i>H.biangulatus</i>	<i>T.velatus</i>
	<i>M.breviporosus</i>	<i>A.magellanicus</i>	<i>N.peruensis</i>	<i>C.australis</i>	<i>G.minor</i>	<i>P.monttensis</i>
	<i>P.neuquinus</i>	<i>L.hexapili</i>	<i>P.minutus</i>	<i>N.peruensis,</i> <i>N.dentatus,</i> <i>L.granulatus,</i> <i>G.minor,</i> <i>M.translamellatus</i>	<i>S.angustopili</i>	<i>L.kovacsi</i>
Suelo	<i>T.velatus</i> <i>C.argentinensis</i>	<i>T.velatus</i>	<i>T.velatus</i>	<i>T.velatus</i>	<i>G.minor</i>	<i>P.monttensis</i>
	<i>A.dispariseta</i>	<i>G.minor,</i> <i>Oppidae sp 5,</i> <i>L.kovacsi</i> <i>L.granulatus</i>	<i>P. minutus</i>	<i>P.monttensis</i>	<i>N.peruensis</i>	<i>T.velatus</i>
	<i>O.mustasciata</i>	<i>G.minor,</i> <i>Oppidae sp 5,</i> <i>L.kovacsi,</i> <i>L.granulatus</i>	<i>O.mustasciata</i> <i>n.sp.</i>	<i>O.mustasciata</i>	<i>T.velatus</i>	<i>G.minor,</i> <i>O.mustasciata</i> <i>n.sp.</i>

Se observa que las especies más frecuentes son de nuevo especies con abundante cerotegumento como *T.velatus*, dos especies del género *Pheroliodes* y *L.granulatus*, varias

especies de la familia Oppiidae, y dos especies pertenecientes a géneros típicos de bosques como *Camisia australis*, *N. peruensis* y *H. biangulatus*.

5.5 Densidad de oribátidos

En la tabla 5.3 se comparan las densidades encontradas en la bibliografía con las halladas en este estudio. Se observa que la densidad más elevada en el bosque de Coihue del Parque municipal LLao LLao se ubica por encima de la medida para un hayedo europeo y por debajo de una alameda de Canadá.

Tabla 5.3. Densidades comparadas con estudios anteriores (Wallwork 1983)

Densidad (oribátidos m ²)	Hábitat	Localidad	País	Autor	Año
425.000	bosque de Pino	Jädraås	Suecia	Persson y col	1980
212.000	bosque de Abeto	Harviala	Finlandia	Huhta	1975
122.900	bosque de Alamo	Kananaskis	Canadá	Mitchell	1977
63.950	bosque de Coihue	LLao LLao	RA	Este estudio	2012
61.500	bosque de Haya	Tyrol	Alemania	Wunderle	1992
55.600	bosque mixto de Roble	Coweeta	EEUU	Cornaby et al	1975
44.500	bosque mixto de Roble	Coweeta	EEUU	Lamoncha & Crossley	1998
37.135	bosque de Roble	Bergamo	Italia	Migliorini et al	2003
35.582	bosque de Ciprés	Co LLao LLao	RA	Este estudio	2012
34.625	bosque de Coihue	Lo Gutiérrez	RA	Este estudio	2012
25.769	bosque de Ñire	Challhuaco	RA	Este estudio	2012
24.118	bosque de Ñire	Co laguna	RA	Este estudio	2012
15.818	bosque de Ciprés	Co Otto	RA	Este estudio	2012

En la tabla 5.4 se resumen las densidades para cada sitio, sustrato, estación y año muestreados. Para este estudio se detectó una densidad general de 33524 individuos por m² teniendo en cuenta tanto la hojarasca como el suelo. La desviación estándar resulta ser de 25701 ind/m² y se debe fundamentalmente a la distribución apiñada que manifiestan en general los microartrópodos edáficos. La densidad mayor se observó en D1 en otoño del año 1 de 113.333 individuos/m², en segundo lugar C2 con 91.800 individuos/m² en otoño del año 1 (Ver tabla 5.4).

En las figuras 5.1 y 5.2 se comparan los valores de densidad encontrados para todos los sitios en hojarasca y suelo respectivamente. En los gráficos se apilaron las densidades correspondientes a los distintos sitios para poder visualizar las diferencias más fácilmente. Se observa que en la hojarasca las densidades mayores se dan para ambos D1 y D2, aunque

mayor para el caso D1. La estación con mayores densidades es el otoño, datos que se repiten en general aproximadamente para cada año. Cabe destacar que se decidió no muestrear en los sitios C2 y A2 en otoño del 2008 debido a intensas precipitaciones nievales en el Cerro Padre Laguna y luego deposición de ceniza volcánica en C2 proveniente del volcán Chaitén, por lo cual las autoridades de la universidad suspendieron las actividades de investigación y docencia a campo.

Tabla 5.4. Densidades expresadas en número de individuos (n) por cada m² para cada sitio, sustrato, año y estación del año. P1=primavera año 1, V1=Verano año 1, O1=Otoño año 1; P2=primavera año 2, V2=Verano año 2, O2=Otoño año 2.

Densidad	n/m2	A1	A2	C1	C2	D1	D2
Hojarasca	P1	19000	21167	15020	19667	50950	7333
	V1	7667	24833	11125	10000	30125	29250
	O1	21167	9500	9389	24333	92000	38500
	P2	11357	8167	21000	19500	30333	8167
	V2	16667	3000	7667	4917	7833	16167
	O2	--	40000	13700	--	76667	28500
Suelo	P1	31400	8800	1459	15600	16457	3600
	V1	3867	3000	1500	2400	10800	4400
	O1	7200	6667	6450	67467	21333	9700
	P2	533	5800	2267	11467	9600	7467
	V2	1733	10080	933	2560	26133	27333
	O2	--	13600	4400	--	11467	27333
Total	P1	50400	29967	16479	35267	67407	10933
	V1	11533	27833	12625	12400	40925	33650
	O1	28367	16167	15839	91800	113333	48200
	P2	11890	13967	23267	30967	39933	15633
	V2	18400	13080	8600	7477	33967	43500
	O2	--	53600	18100	--	88133	55833

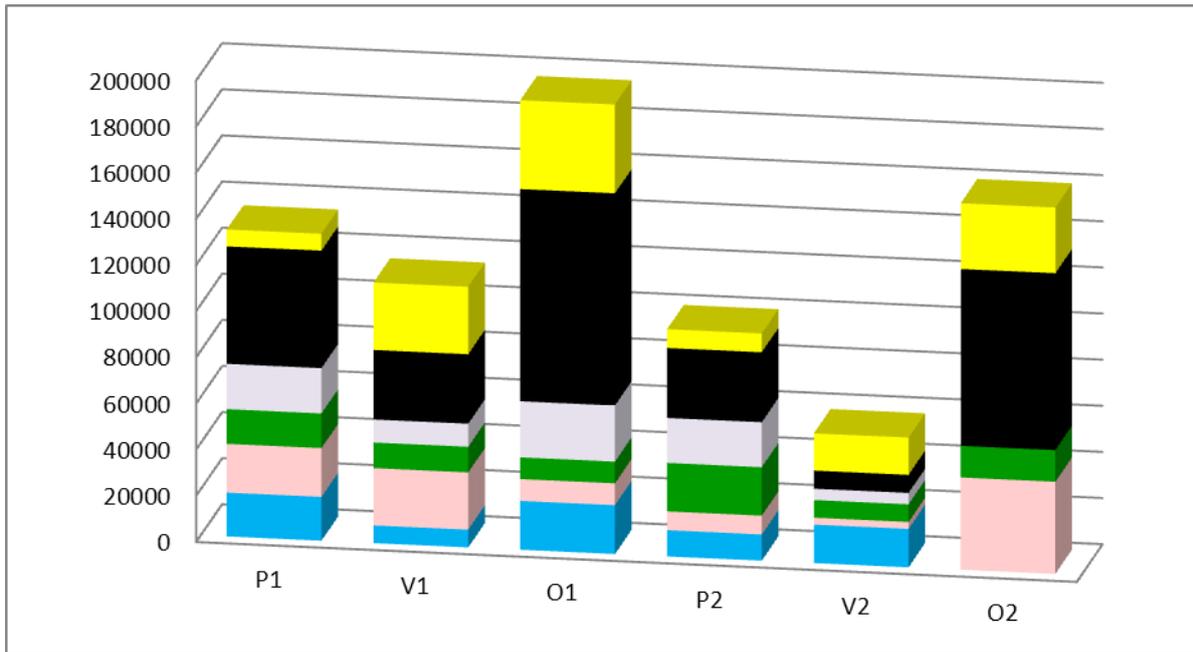


Figura 5.1. Densidad en la hojarasca (oribátidos/m²). ■ D2, ■ D1, ■ C2, ■ C1, ■ A2, ■ A1.

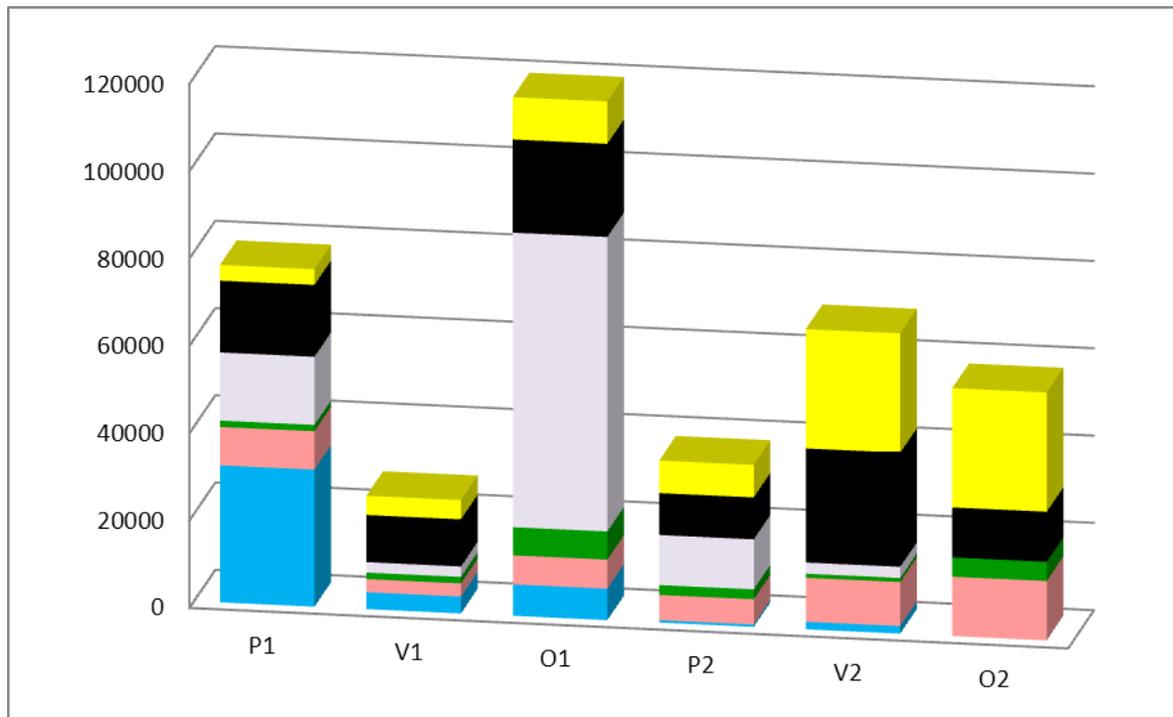


Figura 5.2. Densidad en suelo (oribátidos/m²). ■ D2, ■ D1, ■ C2, ■ C1, ■ A2, ■ A1.

La disponibilidad de esos datos habría sin duda ampliado la diferencia estacional a favor del otoño que ya manifestaba una importante densidad para el resto de los sitios si se comparan estos datos con las densidades para la primavera y el verano. Para el caso del suelo en la

figura 5.2 se puede observar que también la densidad es mayor para el caso de D1, salvo para el caso de C2 del otoño del año 1, cuya densidad fue la mayor para todo el estudio. Aún dada la ausencia de los datos correspondientes al año 2 para C2 y A1, resulta apropiado estimar que la densidad del otoño del año 2 acumulada para todos los sitios hubiera sido mayor que en las otras estaciones salvo para el caso de los valores hallados en la primavera del año 1.

Tabla 5.5. Pruebas de Kruskal-Wallis para las diferencias en la densidad

Diferencias en la densidad acumulada	Sitios	Especies arbórea dominante	Año de muestreo	Entre cada estación muestreada
Entre:				
Hojarasca	H = 29,68; GL=5; P < 0,001 D1>D2=A1=A2=C1=C2	H = 27,02; GL=2; P < 0,001 D>C=A	H=3,39; GL=1; p=0,5	H = 12,16; GL=5; p = 0,033 O2>V1=O1=P1=P2=V2
Suelo	H = 46,54; GL=5; P < 0,001 D1=D2=C2>A2>A1>C1	H = 20,41; GL=2; P < 0,001 D>C=A	H=0,34; GL=1; p=0,56	H = 13,25; GL=5; p = 0,021 O2>V1=O1=P1=P2=V2
Hojarasca + Suelo	H = 60,00; GL=5; P < 0,001 D1>A1=C1>D2=C2=A2	H = 41,95; GL=2; P < 0,001 D>C=A	H=0,46; GL=1; p=0,5	H=16,27; GL=5; p=0,006 O2>V1=O1=P1=P2=V2

5.3.1 Diferencias entre años de muestreo

En cuanto a la densidad acumulada para los dos sustratos combinados, para hojarasca y para suelo, no surgen diferencias significativas entre los dos años de muestreos (Tabla 5.5).

5.3.2 Diferencias entre estaciones

En todos los casos las diferencias son significativas. Las mayores densidades surgen en otoño del año 1. Para los sustratos combinados aparecen tres grupos diferentes, el de mayor densidad es O2, seguido por O1, y finalmente P1, P2, V1 y V2 (Tabla 5.5).

Para el caso de la hojarasca y del suelo existen diferencias entre estaciones, se forman dos grupos: uno contiene a O2 y el otro a todas las restantes estaciones. Si se extrae del análisis el

O2 las diferencias entre las estaciones restantes se hacen no significativas. El O2 es la estación de mayor densidad promediando la densidad de todos los sitios (Tabla 5.5).

5.3.3 Diferencias entre sitios

Las diferencias entre sitios para los sustratos combinados son significativas. Las diferencias dejan de ser significativas si se extraen del análisis los sitios A1, C1 y D1 (prueba de Kruskal-Wallis $H = 0,88$; $GL=2$, $P=0,644$). El análisis repetido para estos tres sitios arroja diferencias significativas (Prueba de Kruskal-Wallis $H = 52,32$; $GL=2$, $P<0,001$). Las diferencias dejan de ser significativas si se extrae el sitio D1 del análisis (prueba de Kruskal-Wallis $H = 2,63$; $GL=1$, $P=0,104$). La densidad en D1 es mayor a las correspondientes en A1 y C1 y a su vez estas son mayores que las de A2, C2 y D2 (Tabla 5.5)

Hay diferencias significativas entre sitios para la hojarasca. Las diferencias dejan de ser significativas si se extrae del análisis al sitio D1 (prueba de Kruskal-Wallis $H = 3,34$; $GL=4$, $P=0,503$).

Hay diferencias significativas entre sitios para el suelo. Las diferencias desaparecen si se extraen del análisis los sitios A1, A2 y C1 (prueba de Kruskal-Wallis $H = 2,42$; $GL=2$, $P=0,299$). Existen diferencias significativas entre C1, A1 y A2 (prueba de Kruskal-Wallis $H = 14,78$, $GL=2$; $P < 0,001$). Al extraer A2 del análisis las diferencias significativas persisten (prueba de Kruskal-Wallis $H = 4,26$, $GL=1$; $P=0,039$), por lo tanto los sitios D1, D2 y C2 tienen mayor densidad que A2 y esta mayor que A1 y esta mayor que C1.

5.3.4 Diferencias entre sustratos

Al considerar todos los sitios existen diferencias significativas entre la densidad de oribátidos entre sustratos, siendo mayor la densidad de los oribátidos en la hojarasca (Prueba de Kruskal-Wallis $H = 18,04$; $GL = 1$, $P < 0,001$).

5.3.5 Diferencias en la densidad de inmaduros

Las densidades de inmaduros expresadas como número de estaseos inmaduros por unidad de volumen para cada sitio, sustrato, año y estación del año se detallan en la tabla 5.6

Tabla 5.6. Densidades de inmaduros.

Densidad	n/cm ³	A1	A2	C1	C2	D1	D2
Hojarasca	P1	8,38	4,00	0,28	14,33	21,50	2,00
	V1	8,67	8,67	12,25	4,33	16,00	5,75
	O1	12,33	5,00	4,78	4,67	81,00	6,67
	P2	8,43	4,50	8,67	13,67	13,67	2,33
	V2	23,67	2,00	5,33	2,50	9,00	13,00
	O2			14,67	13,60		53,33
Suelo	P1	2,50	2,33	0,06	10,33	5,57	5,00
	V1	0,00	0,50	1,00	1,00	0,50	0,67
	O1	2,00	0,67	2,25	33,33	17,00	4,75
	P2	0,17	1,00	3,33	6,67	3,67	3,67
	V2	2,67	2,40	0,33	0,60	13,67	11,67
	O2			3,00	1,00		3,33
Total	P1	10,88	6,33	0,34	24,67	27,07	7,00
	V1	8,67	9,17	13,25	5,33	16,50	6,42
	O1	14,33	5,67	7,03	38,00	98,00	11,42
	P2	8,60	5,50	12,00	20,33	17,33	6,00
	V2	26,33	4,40	5,67	3,10	22,67	24,67
	O2			17,67	14,60		56,67

Realizando la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 5.7) con el promedio de los valores de densidad (Tabla 5.6) se observa que no existen diferencias significativas en la densidad de inmaduros entre estaciones, ni entre los dos años de muestreo, tanto para la hojarasca sola, para el suelo solo o para los sustratos combinados.

Con respecto a la densidad de inmaduros en bosques con distinta especie arbórea dominante se observa que las diferencias no son significativas para la hojarasca ($H=3,25$; $GL=2$; $P=0,197$) y significativas para el suelo ($H=8,41$; $GL=2$; $P=0,015$), siendo el ordenamiento de mayor a menor Coihue (23.88) > Ciprés (15.91) > Ñire (12.14).

Para los sustratos combinados existen diferencias significativas entre bosques con distinta especie arbórea dominante (H=7,15; GL=2; P=0,028) siendo el ordenamiento de mayor a menor Coihue (43,08) > Ciprés (31,00) > Ñire (28,64).

Tabla 5.7. Prueba de Kruskal-Wallis para la densidad de inmaduros. Las diferencias significativas se marcan en negrita.

Diferencias en la densidad acumulada					
Entre:	Sitios	Hábitats	Especies arbórea dominante	Año de muestreo	Entre cada estación muestreada
Hojarasca	H=11,40; GL=5; P=0,044	H=3,25; GL=2; P=0,197	H=0,84; GL=1; P=0,36	H=6,30; GL=5; P=0,278
Suelo	H=11,85; GL=5; P=0,037	H=8,41; GL=2; P=0,015	H=0,75; GL=1; P=0,388	H=8,31; GL=5; P=0,140
Hojarasca + Suelo	H=11,43; GL=5; P < 0,043	H=15,41; GL=1; P < 0,001	H=7,15; GL=2; P=0,028	H=0,65; GL=1; P=0,421	H=5,53; GL5; P=0,355

Existen diferencias significativas de la densidad entre hábitats siendo mayor la densidad de la hojarasca (43,91) que la del suelo (25,09). Lo mismo se observa al comparar la densidad entre sitios, siendo el ordenamiento de mayor a menor:

para el suelo D2 (24,33) > D1 (23,42) > C2 (21,90) > A2 (13,08) > A1 (11,00) > C1 (10,917),

para la hojarasca D1 (28,75) > A1 (20,60) > C2 (14,70) > D2 (14,42) > C1 (14,33) > A2 (12,25),

para los sustratos combinados D1 (48,38) > D2 (37,79) > C2 (37,75) > A1 (31,65) > A2 (26,13) > C1 (25,38).

5.6 Densidad específica estacional

En A1 se observa casi siempre la presencia de *T. velatus* en todos los muestreos (Fig. 5.3) aunque en los muestreos de primavera y verano del año 1 aparece rezagado detrás de *O. mustaciata n. sp.*, *B. pepitensis* y *C. argentinensis*.

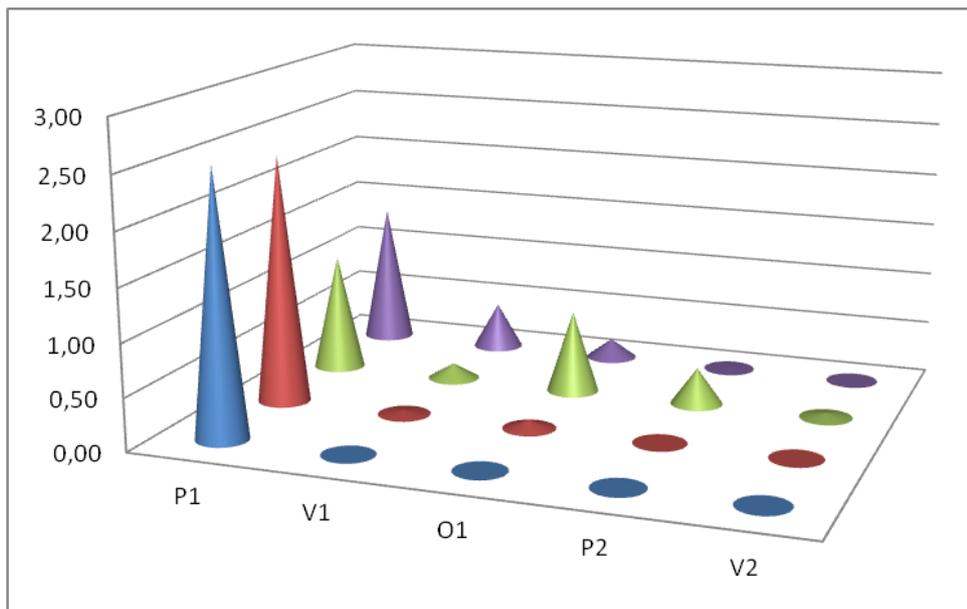


Figura 5.3. Especies con mayor densidad (número de oribátidos / cm²) en A1 por estación. ■ *B. pepitensis*, ■ *O. mustaciata n. sp.*, ■ *T. velatus*, ■ *C. argentinensis*.

Para el caso de A2 se observa la constancia en la presencia de *T. velatus* en todos los muestreos si bien su densidad es excedida en en primavera y otoño del año 2 por *P. spinipes* y *A. dispariseta* (Fig. 5.4).

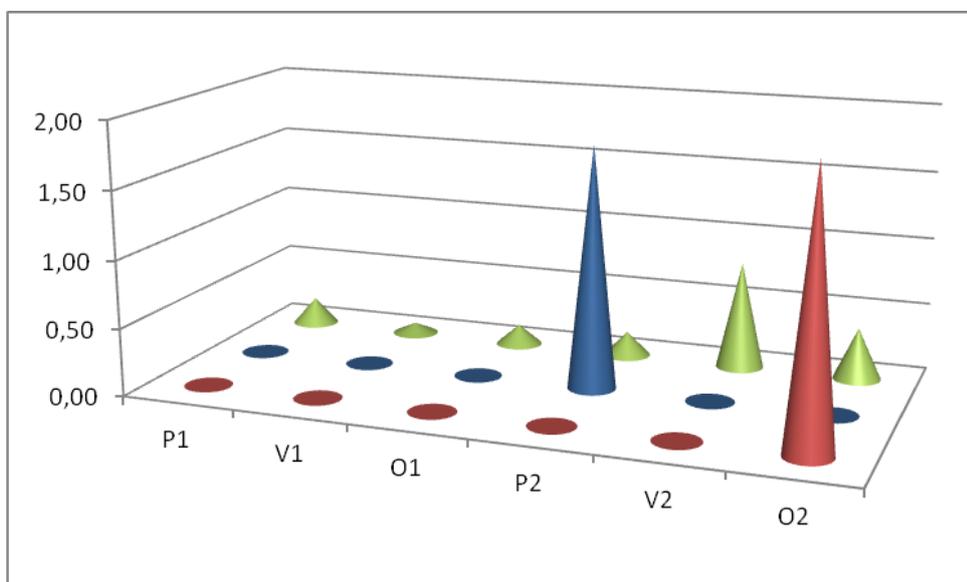


Figura 5.4. Especies con mayor densidad en A2 por estación. ■ *A. dispariseta*, ■ *P. spinipes*, ■ *T. velatus*.

Para el caso C1 tres especies se disputan la mayor densidad en las muestras: *T. velatus*; *P. minutus* y *N. peruensis* (Fig. 5.5). La densidad de *T. velatus* es superada más frecuentemente que en los casos anteriores en forma alternada por *P. minutus* y *N. peruensis*. En otoño del año 1 *A. dispariseta* genera un pico de densidad.

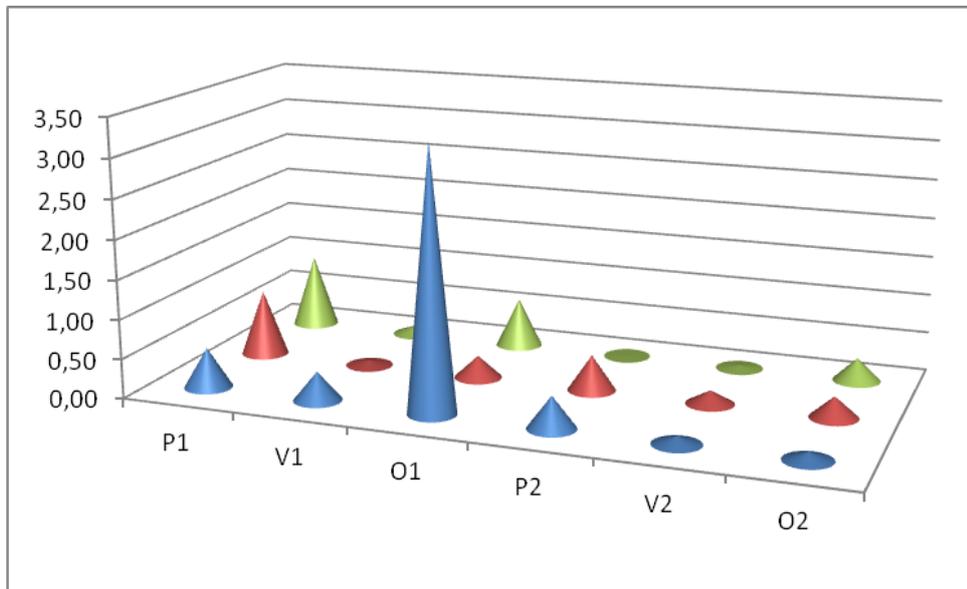


Figura 5.5. Especies con mayor densidad en bosque de C1 por estación. ■ *P. minutus*, ■ *T. velatus*, ■ *N. peruensis*.

En C2, *T. velatus*, si bien manifiesta una presencia constante, su densidad es la mayor en todos los casos. Las especies que la secundan en densidad son *O. mustaciata n. sp.* y *A. dispariseta* (Fig. 5.6). Pero es superada en los veranos de los dos años de muestreo por *Perscheloribates monttensis*, a los fines de clarificar, los datos no se exhiben aquí porque fueron representadas solo las tres especies que tenían los mayores promedios de densidad.

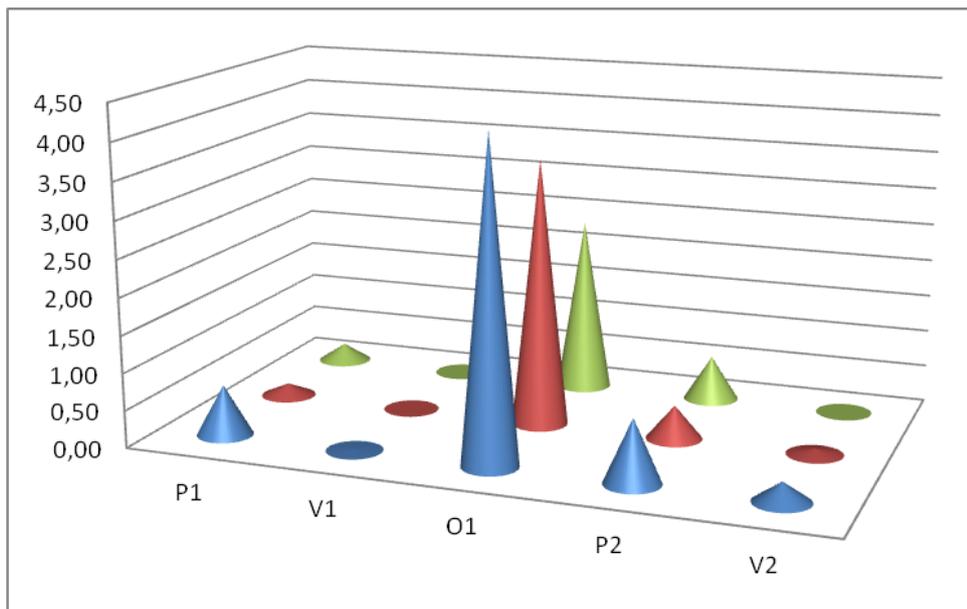


Figura 5.6. Especies con mayor densidad en C2 por estación. ■ *T. velatus*, ■ *O. mustaciata n. sp.*, ■ *A. dispariseta*.

En D1, *T. velatus* queda fuera del elenco de las tres especies con mayor densidad y es superado por *G. minor*, *N. peruensis*, *H. biangulatus* y *B. periculosa*.

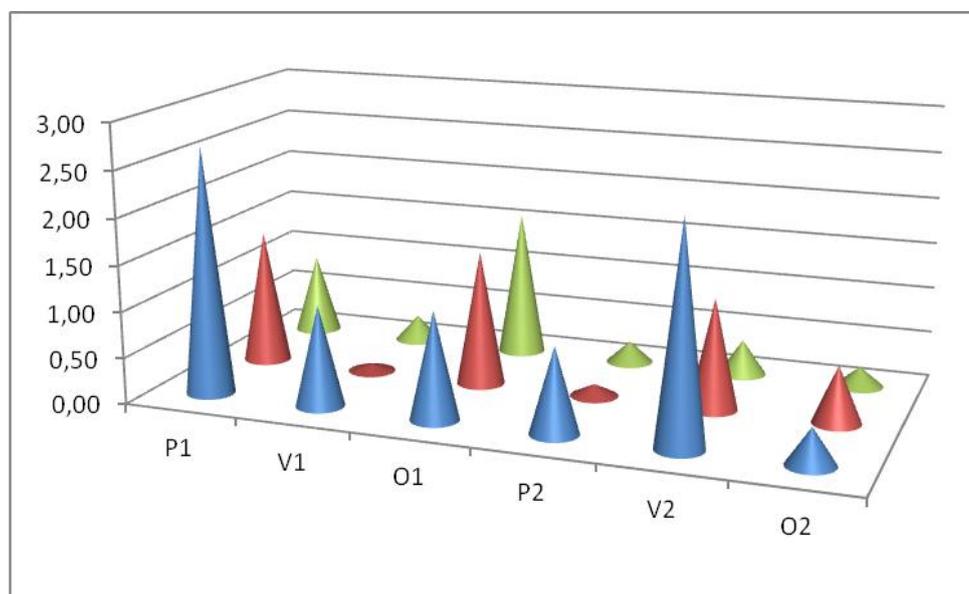


Figura 5.7. Especies con mayor densidad en D1 por estación. ■ *G. minor*, ■ *N. peruensis*, ■ *H. biangulatus*.

En D2, menos especies que en D1 superan la densidad promedio de *T. velatus* (Fig. 5.8): *P. monttensis* en primavera y en otoño de ambos años de muestreo de muestreo; *Oxyoppia mustaciata n. sp.* la supera en verano del año 2.

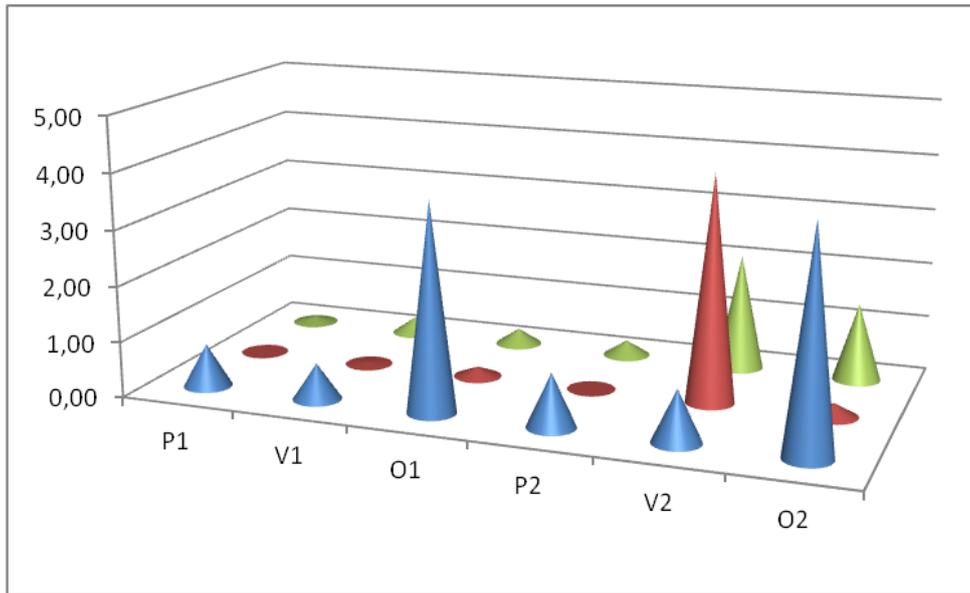


Figura 5.8. Especies con mayor densidad en D2 por estación. ■ *P. monttensis*, ■ *O. mustaciata n.sp.*, ■ *T. velatus*.

5.7 Análisis MGP

El cálculo de los índices bioindicadores de AOKI rindió que todos los bosques corresponden a una estructura de comunidad del tipo G, tanto con el MGP I como con el MGP II. Se ha comprobado que la comunidaes G corresponden a ambientes de bosques (Shimano, 2010)

Los resultados se exhiben en las figuras (5.9 y 5.10).

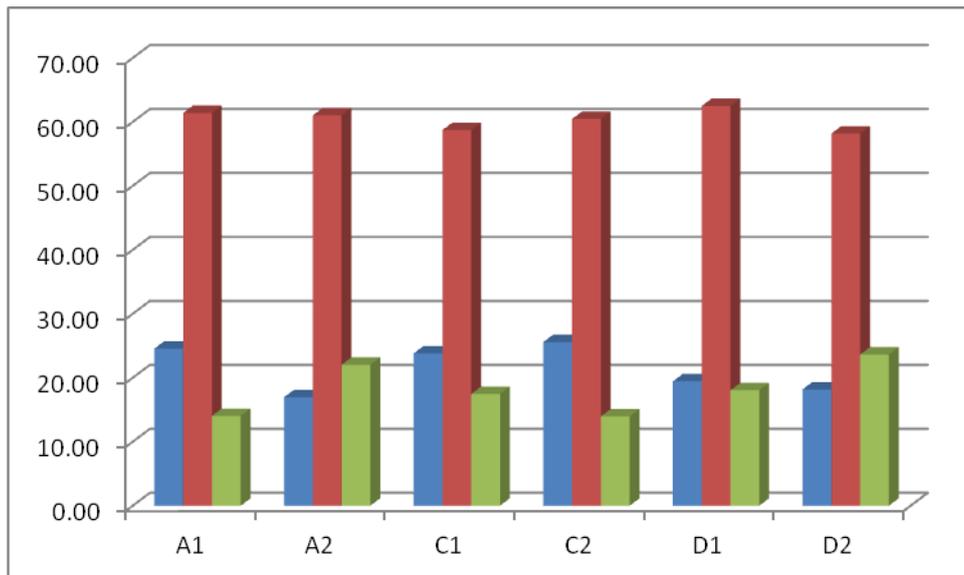


Figura 5.9. Análisis MGP I. ■ % Macropylina, ■ % Gymnonota, ■ % Poronota.

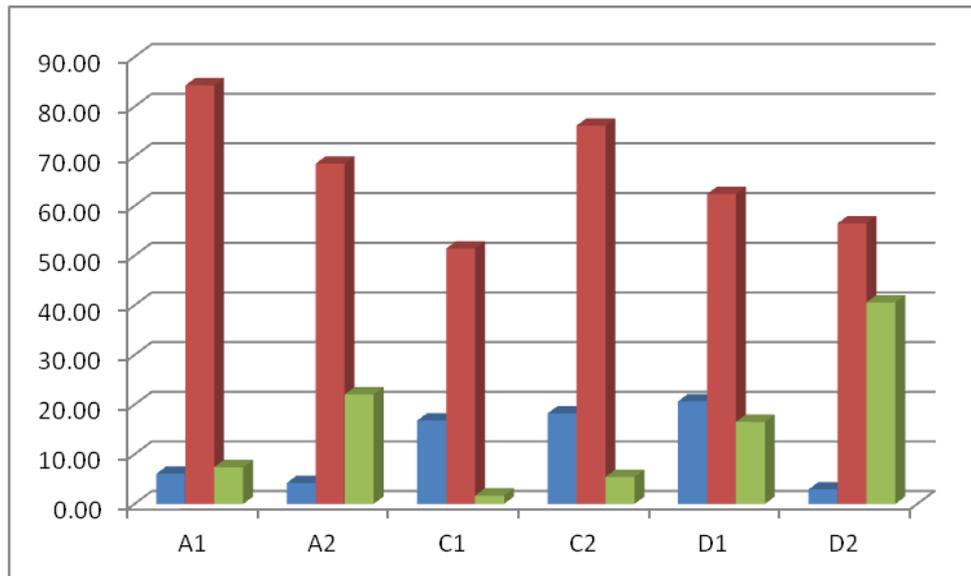


Figura 5.10. Análisis MGP II. ■ % Macropylina, ■ % Gymnonota, ■ % Poronota.

Se observa que todos los sitios muestreados predominan los oribátidos Gymnonota alcanzando porcentajes mayores al 50 %.

Los índices bioindicadores de Aoki (Shimano, 2011) son por lo tanto todos sitios del tipo G que corresponden a bosques naturales.

5.8 Discusión

La elevada diversidad de los ácaros en suelos forestales se debe a que está relacionada positivamente con la complejidad de los microhábitats del suelo de los bosques y de las capas de hojarasca (Anderson, 1978), por ejemplo se ha visto que las mezclas de hojarasca soportan comunidades de ácaros más diversas de ácaros que las hojarasca provenientes de una sola especie arbórea (Hansen 2000). La heterogeneidad no solo sería espacial sino también temporal y promovería un importante potencial para la partición del nicho, de los recursos o de la especialización al hábitat, lo que a su vez permite la reducción de la competencia interespecífica y coexistencia de las especies (Bardgett *et al.*, 2005).

Se admite actualmente que los ensamblajes apiñados saturados de especies en un ambiente heterogéneo que promueven la redundancia funcional al nivel específico (Setälä *et al.*, 2005).

La alta diversidad de ácaros oribátidos observada estaría relacionada con un elevado grado de redundancia funcional ya que en general las especies de oribátidos del suelo y de la hojarasca son polífagas y omnívoras comiendo lo que se encuentra a su paso. Estudios anteriores sobre taxocenosis de oribátidos realizados sobre bosques urbanos revelaron índices bioindicadores MGP I y II, que los sitúan como sitios del tipo O o P, en los cuales existe efecto antrópico

debido al deterioro por el uso recreativo (Salazar Martínez *et al.*, 2010), o bosques suburbanos o urbanos con uso recreativo como sitios del tipo O y bosques naturales como sitios del tipo MG y G (Lee *et al.*, 2000). En nuestro caso los dos análisis dan como resultado sitios del tipo G que coinciden con bosques naturales según la clasificación de Aoki (Shimano, 2011), siendo por lo tanto ambientes prístinos.

Tectocephus velatus es una de las seis especies dominantes encontrándose para esta especie el mayor número de ejemplares capturados, tanto en hojarasca como en suelo, excepto en la hojarasca de D1. Su presencia constante se debe a que se trata de una especie cosmopolita y ampliamente reconocida como oportunista (Norton & Behan-Pelletier 2009). En el suelo de D1 se encontró entre las 6 especies más capturadas a *Oppiella nova*, otra especie cosmopolita y oportunista y lo mismo ocurrió con *Eniochthonius minutissimus* que aparece en el suelo de C2 (ver capítulo 3).

Si bien fueron capturadas otras especies cosmopolitas como *Micropoppia minus* y semicosmopolitas como *Camisia segnis*, *Malaconothrus translamellatus*, *Sellnickochthonius elsosneadensis*, no alcanzan la importancia de *O. nova* y *T. velatus*.

No obstante se observa que para cada sitio las especies dominantes no siempre coinciden y se presentan sin un patrón definido. Las especies que le siguen en cantidad de capturas a *T. velatus* son especies encontradas solamente en América austral como *Globoppia minor* y *Perscheloribates monttensis*, y de distribución más amplia neotropical andina como *Nothrus peruensis*.

Solo unas pocas especies de oribátidos se hallaron solamente en un sitio: *Membranoppia wallworki*, *Ramusella puertomonttensis* y dos especies del género *Pseudotocephus* en D1; *Phauloppia topali*, *Glanderemaeus hammerae* y *Suctobelbila pulchella* en el bosque de Ciprés del Cerro LLao LLao e *Hypovortex transversalis* en el bosque de Ñire del Arroyo Challhuaco. Mientras que las primeras están ligadas a bosques húmedos, *S. transversalis* también ha sido encontrada en matorral de Ñire y en vegetación rala en el borde de los bosques sobre *Acaena splendens*.

En este estudio se ha podido observar que muchas de las especies encontradas eran solo conocidas hasta ahora para Chile en los bosques lluviosos andinopatagónicos por lo tanto constituyen nuevas citas para la Argentina, como *P. puertomonttensis*, *B. peullaensis* y *B. petrohuensis*.

En los sitios muestreados en LLao LLao, tanto en el bosque de Coihue como en el bosque de Ciprés del Cerro LLao LLao, se observa una importante cantidad de especies de la familia Ophiidae, algunas han podido reconocerse pero otras han quedado como diferentes morfoespecies, las que podrán ser estudiadas en un futuro, así como investigar más exhaustivamente la península del LLao LLao y otras regiones similares de los bosques lluviosos andinopatagónicos debido a que es probable que se hallen nuevos taxones de oribátidos. Esto es coincidente con lo sugerido por Hammer (1962) cuando admite que en esta región sin duda es posible encontrar muchas especies nuevas.

En cuanto a la frecuencia muestral se puede observar que la especie con mayor distribución es *T. velatus* en la hojarasca salvo para el caso del sitio D1, en el que desaparece de los primeros puestos desplazada por *H. biangulatus*, *G. minor* y *S. angustopili*. Se observa que *Camisia australis*, una especie con pocos especímenes capturados, tiene una amplia distribución entre las muestras de C2. Este género es considerado arborícola lo que justifica su baja presencia en la hojarasca. Su presencia en la hojarasca se debe a la caída de trozos de corteza y ramas de árboles durante los eventos de vientos fuertes y precipitaciones. Las grandes especies capturadas con trampas de caída como *Edwardzetes dentifer*, *Furcobates hastatus* y *N. spinulosa* no pudieron ser encontradas en las extracciones con filtros de Berlese-Tullgren, aunque si lo hicieron especímenes más grandes de *Pseudotocepheus*. Esto podría deberse a que resultan capturas accidentales o a que viven en un microhábitat diferente. La única forma de dilucidar este dilema resultará en aplicar extracciones con el método de Berlese-Tullgren en los microhábitats donde se detectan esas grandes especies.

En cuanto a la distribución, *T. velatus* también fue la especie con mayor frecuencia muestral en casi todas las muestras de suelo de todos los sitios investigados salvo para el caso de D1, en el cual es superada por *G. minor* y *N. peruensis*, que suelen estar también entre las tres primeras más frecuentes en la hojarasca de los sitios C1 y C2 (*N. peruensis*) y en el bosque de Coihue del LLao LLao (*G. minor*). Esta especie también exhibió la mayor frecuencia muestral en el suelo de D1, y la tercera en el D2.

La densidad de oribátidos encontrada, si bien no es de las más elevadas con respecto a las ya registradas en otros estudios, es sin duda importante especialmente para los bosques de Coihue estudiados (Tabla 5.3).

La mayor densidad en otoño podría deberse a dos causas 1) es la estación muestreada de mayor humedad, 2) las muestras de Berlese-Tullgren no permiten detectar todos los oribátidos inmaduros como larvas y algunas ninfas de poca movilidad que abundan en primavera.

Coincidiendo con lo aquí observado, en otros bosques se ha detectado mayor abundancia de oribátidos durante las estaciones más húmedas comparadas con estaciones con períodos secos (Maribie *et al.*, 2011). Este hecho está de acuerdo con la literatura en que la humedad del suelo es uno de los factores más decisivos que afectan la vida de las comunidades de oribátidos (Norton, 1990; Nieuwenhuizen *et al.*, 1994; Behan-Pelletier, 1999; Noti *et al.*, 2003; Lindo & Winchester, 2006; Culvik, 2007). En nuestro estudio el otoño fue una estación húmeda tanto en el año 2007 como en el 2008 para D1 y para D2. Esto justifica la mayor densidad encontrada para D1 en los muestreos de otoño para la hojarasca. D1 y C2 son los que presentan mayor precipitación anual comparada con los otros bosques analizados.

La mayor densidad en la hojarasca se debería a que atesora espacios de extensión variable, disponibles para albergar a muchos ácaros oribátidos, en cambio en el suelo la existencia de poros pequeños solo permite la supervivencia de especies de menor tamaño. La mayor densidad de inmaduros en primavera revela que existe una estacionalidad en la abundancia de oribátidos inmaduros y estaría relacionada con que esta estación es un momento del año en el que habría oviposición y desarrollo de larvas y ninfas. En cambio el otoño sería el momento del año relacionado con el apareamiento dada la abundancia de adultos en detrimento de los inmaduros.

La densidad de los inmaduros fue menor en el suelo que en la hojarasca y esto no era esperable ya que el tamaño de espacios vacíos en el suelo debería permitir que oribátidos inmaduros de pequeño tamaño puedan estar más protegidos mientras alcanzan el estadio adulto; por otro lado se puede pensar que los inmaduros que se logran capturar con el método de Berlese-Tullgren tienen una movilidad mayor que los inmaduros que quedan en las muestras. Esta movilidad les permitiría trasladarse a través de la hojarasca en forma más eficiente que en el suelo dada la mayor cantidad de espacio disponible.

Se admite que los muestreos estándar con Berlese-Tullgren en los estudios de biodiversidad de hojarasca rinden valores de abundancia y riqueza comparables a través de distintos sitios (Norton & Behan-Pelletier, 2009). Ya ha sido visto que en el suelo y en la hojarasca de los bosques, los ácaros oribátidos son el grupo de artrópodos numéricamente dominante y más rico en especies (Norton & Behan-Pelletier, 2009). En general el examen expeditivo del suelo mediante el muestreo estándar de Berlese-Tullgren de suelo y de la hojarasca rinde entre 40 a 160 especies y sus densidades pueden alcanzar varios cientos de miles de especímenes por metro cuadrado (Norton, 1990). En el bosque experimental de H. J. Andrews de coníferas en Oregon, EEUU, se han hallado densidades que varían entre 15.000 a 200.000 oribátidos

adultos por m² (Moldenke & Fichter, 1988); en un hayedo en Alemania, 82 especies de ácaros oribátidos, con una densidad promedio de 61.500 adultos por m², fueron recolectados a partir de hojarasca (Wunderle, 1992); en hojarasca y suelo de un bosque de roble en los EEUU, 96 especies de oribátidos, con una densidad promedio de 44.500 especímenes por m², fueron recolectados (Lamoncha & Crossley, 1998); otros registros de elevadas densidades en bosques (Tabla 5.3) permiten observar que las densidades de oribátidos en bosques de Coihue obtenidas en este trabajo se aproximan a las de un hayedo en Europa (Wunderle, 1992). Las densidades restantes han sido menores probablemente debidas a las características de los bosques muestreados. Los bosques poco densos de Ñire contenían en su mayoría árboles jóvenes con DAP (diámetro a la altura del pecho) pequeños de alrededor de 12 cm y 20 cm, en cambio en los casos de los bosques de Ciprés, el DAP osciló entre 30 a 60 cm (Co Otto) o fue mayor a 60 cm (Co LLao LLao). El lugar de mayor densidad de oribátidos (bosque de Coihue del Lao LLao) contenía árboles viejos con DAP grandes, mayores a 70 cm de diámetro, creciendo en un bosque climácico.

Por lo tanto bosques de mayor DAP, con árboles más antiguos, o con mayor densidad de árboles, contendrían mayor cantidad de oribátidos, en especial ácaros Gymnonota. Esta observación sería apoyada por la literatura que indica que los bosques con esas características poseen más cantidad de microhábitats en la hojarasca y en el suelo, los que son adecuados para la supervivencia y el desarrollo de una numerosa fauna de oribátidos (Wallwork, 1983; Scheu & Schulz, 1996).

5.9 Conclusiones

Los sitios elegidos son ambientes prístinos donde la mayor cantidad de oribátidos epigeos y edáficos se halla en los sitios con mayor cantidad de precipitaciones, pudiéndose capturar en grandes números en las estaciones húmedas del año, en los bosques climácicos, más antiguos, más umbrosos, más densos, y con abundante hojarasca.

Los sitios estudiados corresponden a taxocenosis de oribátidos del tipo G. La existencia de una elevada proporción de ácaros oribátidos Gymnonota coincide con que son los grupos de oribátidos colonizadores intermedios y últimos dentro del proceso de sucesión de los bosques (Lee *et al.*, 2000).

Se observa además que muchas especies son compartidas entre los bosques y existen pocas especies que se encuentran solo en un sitio; la mayor cantidad de especies no compartidas aparece en el bosque de Ciprés del Cerro LLao LLao.

Existen muchos grupos animales y vegetales de los bosques andinopatagónicos que son compartidos con el vecino país Chile. Citaremos insectos coleópteros como *Ceroglossus valdiviae*, *Frickius variolosus*, *Aegorhinus vitulus*, *Hylamorpha elegans*, *Epistomentis pictus*, *Calydon submetallicum*, *Cheloderus childreni*, *Achenoderus octomaculatus* y lepidópteros como *Ormiscodes cinnamomea* y *Chilecomadia valdiviana* por solo nombrar algunos (Gentili & Gentili 1988). Varias de las especies de oribátidos recolectadas en este estudio que no se conocían para la Argentina, tanto en el bosque de Ciprés del Cerro LLao LLao como en el bosque de Coihue del LLao LLao, se han encontrado previamente en Chile.

En los bosques de Ciprés y de Ñire se observa la presencia de *T. velatus* como la especie con mayor número de especímenes capturados en la hojarasca. En los bosques de Coihue también está presente pero toma una importancia menor frente al número de capturas de especies de distribución regional. En los suelos muestreados solo para el sitio de bosque de Ciprés del Cerro LLao LLao, deja de tener importancia para este parámetro. En los dos sustratos muestreados (hojarasca y suelo) tiene una amplia distribución salvo para los bosques de Coihue del sitio LLao LLao y del sitio Lago Gutiérrez. A pesar de que es una especie que siempre es recolectada, su densidad es superada en todas las estaciones del año en los bosques de Coihue por *G. minor*, *T. elegans*, *H. biangulatus*, *P. monttensis*, *O. mustaciata n. sp.* y *N. peruensis* (Figs. 5.7 y 5.8) y en casi todas las estaciones en los bosques de Ñire por *M. breviporosus*, *P. minutus*, *Oribatula sp.*, *L. kovcasi* y *C. argentinensis* (Fig. 5.4 y 5.3) y de Ciprés por *N. peruensis*, *P. minutus*, *P. monttensis*, *L. granulatus* (Fig. 5.5 y 5.6). Estas características permiten comprobar que es una especie cosmopolita, oportunista y euritópica, que utiliza la hojarasca para trasladarse y distribuirse en forma epigea por lo menos en los bosques más jóvenes, además no muestra preferencia por ningún sitio ni sustrato. En los bosques más antiguos, si bien está presente, tanto su abundancia como su distribución y su densidad por estación disminuyen, dejando el lugar para otras especies cuya distribución geográfica es regional.

Capítulo 6

6 Estimación de la riqueza específica

6.1 Introducción

La riqueza específica es una medida importante de la biodiversidad ya que resulta fácil de medir, se puede comparar su valor entre distintas comunidades y es un aspecto bien entendido por los investigadores, administradores y el público en general. Además, la riqueza específica es un punto esencial a considerar para el desarrollo y la implementación de un plan eficaz de conservación y en general se coincide en que maximizar la riqueza específica total debería ser un componente de los objetivos de la conservación (Hellmann & Fowler, 1999). Dado que es difícil censar en forma exhaustiva todas las especies de una comunidad se requiere el uso de estimadores para conocer la riqueza específica.

Los escasos estudios pioneros realizados sobre ácaros oribátidos en Argentina, se han avocado al descubrimiento de nuevas especies (Hammer, 1958; Hammer, 1962b; Balogh & Csiszár, 1963; Mahunka, 1980). Estudios recientes están dedicados a la evaluación de la diversidad en sitios con distinto grado de uso antrópico (Salazar Martínez *et al.*, 2010). En la región en estudio no existen trabajos dedicados a la determinación de la riqueza y a su apreciación. Uno de los propósitos de este estudio fue evaluar y estimar la riqueza de ácaros oribátidos que está ligada al suelo y a la hojarasca de los bosques andino-patagónicos para disponer de datos básicos adecuados para realizar futuras comparaciones con zonas que exhiban diferentes impactos ambientales. Una de las preguntas que surgen es en cuál de los bosques existe la mayor riqueza y en qué sustrato, hojarasca o suelo; la segunda pregunta es cuántas especies quedarán sin censar, y la última es dónde existe la mayor cantidad de especies raras.

6.2 Materiales y Métodos

El censo de especies se realizó en los 6 sitios de bosques elegidos para este estudio descriptos en el capítulo 2 y analizados con extractores de Berlese-Tullgren, agrupándose los datos para suelo y hojarasca separados y luego combinando los datos para los dos sustratos.

Se graficaron las curvas de rarefacción reescaladas al número de individuos acumulados y no a través del número de muestras acumuladas ya que el número de individuos promedio por muestra es muy variable.

Para evaluar la exhaustividad del muestreo, es decir la proporción de especies capturadas a partir de un total posible si el esfuerzo de muestreo hubiese sido infinito, la riqueza esperada fue estimada mediante métodos no paramétricos a partir de todo el ensamble de especies de oribátidos mediante extrapolación basada en todas las muestras obtenidas (Colwell & Coddington, 1994). Debido a que ningún estimador resulta el mejor para cada conjunto de datos, varios estimadores fueron analizados comparando la desviación de la curva de acumulación de especies observada (Palmer, 1990). Se buscó el mejor estimador entre Chao 1, Chao 2, Jack 1, Jack 2, ICE, ACE y MMMean (Colwell, 2005) de la riqueza de especies para el conjunto de datos obtenido.

Dado que el método de Berlese-Tullgren no permite extraer individuos inmaduros como larvas y ninfas o adultos con escasa movilidad se calculó la proporción de especies que faltaría encontrar restando del valor de riqueza calculado para el mejor estimador, el valor de la riqueza observada, considerándose al mejor estimador como aquel menos sesgado, tomando como una medida del sesgo la desviación estándar y la desviación media promedio y de mayor precisión a aquel que exhibe la menor desviación cuadrada media (Palmer, 1990). Los cálculos de estimadores de la riqueza fueron realizados usando el programa EstimateS 7.0 (Colwell, 2005).

Para tener una medida de la exhaustividad del muestreo se construyeron curvas de acumulación de especies raras para cada sustrato y para los sustratos combinados. El número de especies con un solo individuo por muestra (*singletons*) y las especies que aparecen en solo una muestra (*únicos*) para la hojarasca, el suelo y los hábitats combinados se usaron para tener una estimación de la cantidad de especies raras.

Para comparar la riqueza de especies estimada de las muestras para cada sitio y en conjunto de hojarasca y de suelo con la riqueza de los hábitats combinados (Sackmann *et al.*, 2006) se graficaron las curvas de rarefacción basadas en las muestras reescaladas al número de individuos usando EstimateS 7.0 (Colwell, 2005) para computar todos los cálculos.

6.3 Resultados

6.3.1 Riqueza observada

En la tabla 6.1 se exhiben los datos de riqueza encontrada por cada sitio, además del número de ejemplares encontrados en cada bosque.

Todos los bosques tienen una elevada riqueza específica y todas las hojarasca exhiben mayor riqueza que los suelos bajo de ellas.

El bosque con mayor riqueza específica total es C2, le sigue D1, y luego C1. El sitio con menor riqueza específica total corresponde a D2.

Tabla 6.1 Número de especies y de ejemplares encontrados.

	C1	C2	D1	D2	A1	A2	Total
N_T	1570	1259	3357	1506	1154	1121	9967
S_T	63	87	74	56	57	59	158
N_H	1318	500	2501	883	736	689	6627
S_H	49	64	61	42	51	44	133
N_S	252	759	856	623	418	432	3340
S_S	34	53	49	36	37	42	103
$S_{H \times S}$	20	30	36	22	31	27	78
S_{He}	29	34	25	20	20	17	55
S_{Se}	14	23	13	14	6	15	25

N_T : número total de oribátidos hallados, S_T : riqueza específica total, N_H : número de oribátidos encontrados en la hojarasca, S_H : riqueza específica en hojarasca, N_S : número de oribátidos encontrados en suelo (5 cm de profundidad una vez quitada la hojarasca), S_S : riqueza específica en suelo, $S_{H \times S}$: Riqueza específica encontrada en hojarasca y suelo, S_{He} : número de especies exclusivamente encontradas en hojarasca y S_{Se} : número de especies exclusivamente encontradas en suelo.

La hojarasca con mayor riqueza específica corresponde C2 y la de menor riqueza corresponde a A1.

El sitio con mayor cantidad de especies compartidas entre hojarasca y suelo es D2.

El suelo con mayor riqueza específica corresponde a C2 y los de menor riqueza específica a A1 y D2. El sitio con mayor cantidad de especies exclusivas es C2.

6.3.2 Curvas de acumulación de especies

Luego de preparar las matrices con los datos para cada sitio y sustrato en función de las muestras que tenían ejemplares y de las especies halladas, se realizaron 1000 iteraciones del programa EstimateS usando el método de rarefacción reescalando para el número de individuos acumulados. Luego se graficaron las especies encontradas en función de los individuos acumulados.

6.3.3 Riqueza total para todos los sitios muestreados

Se observa que la curva de riqueza, si bien tiende a estabilizarse, no manifiesta una asíntota franca, casi alcanzando o superando las 160 (Hábitats combinados), 133 (Hojarasca) y 100 (Suelo) especies para los hábitats combinados, hojarasca y suelo respectivamente. No obstante, la exhaustividad de muestreo puede verse en la obtención de una asíntota para los especímenes *únicos* y los *singletons* al llegar a los 10000 y 6000 especímenes capturados para los hábitats combinados y la hojarasca respectivamente mientras que para el suelo la curva sigue siendo creciente para los especímenes *únicos* (Fig. 6.1) y los *singletons*.

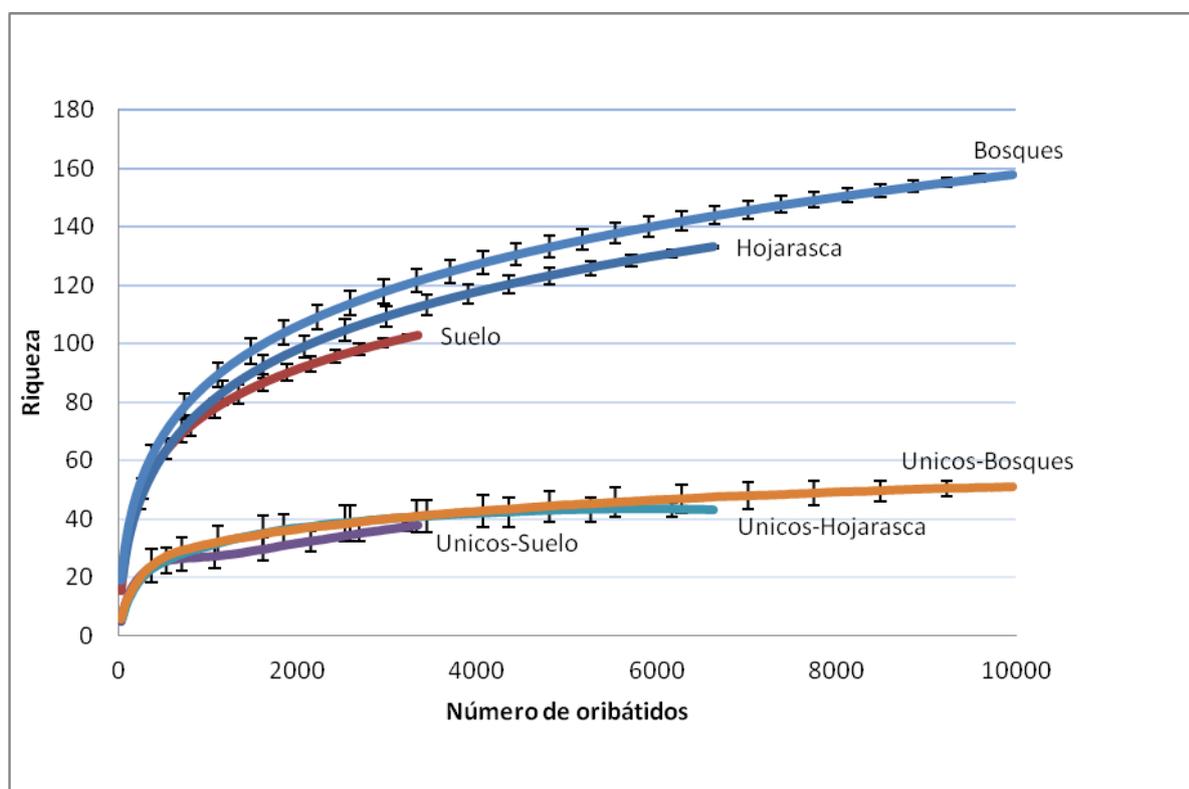


Figura 6.1. Curvas de rarefacción para todos los sitios. Las barras de error solo se grafican cada diez puntos.

En C1 se observa que la curva de riqueza, si bien tiende a estabilizarse, no manifiesta una asíntota franca, casi alcanzando las 63, 50, y 33 especies para los hábitats combinados, hojarasca y suelo respectivamente; no obstante la exhaustividad de muestreo puede verse en la obtención de una asíntota para los especímenes *únicos* y los *singletons* al llegar a los 1400, 650 y 250 especímenes capturados para los hábitats combinados, hojarasca y suelo respectivamente (Figs. 6.2, 6.3 y 6.4).

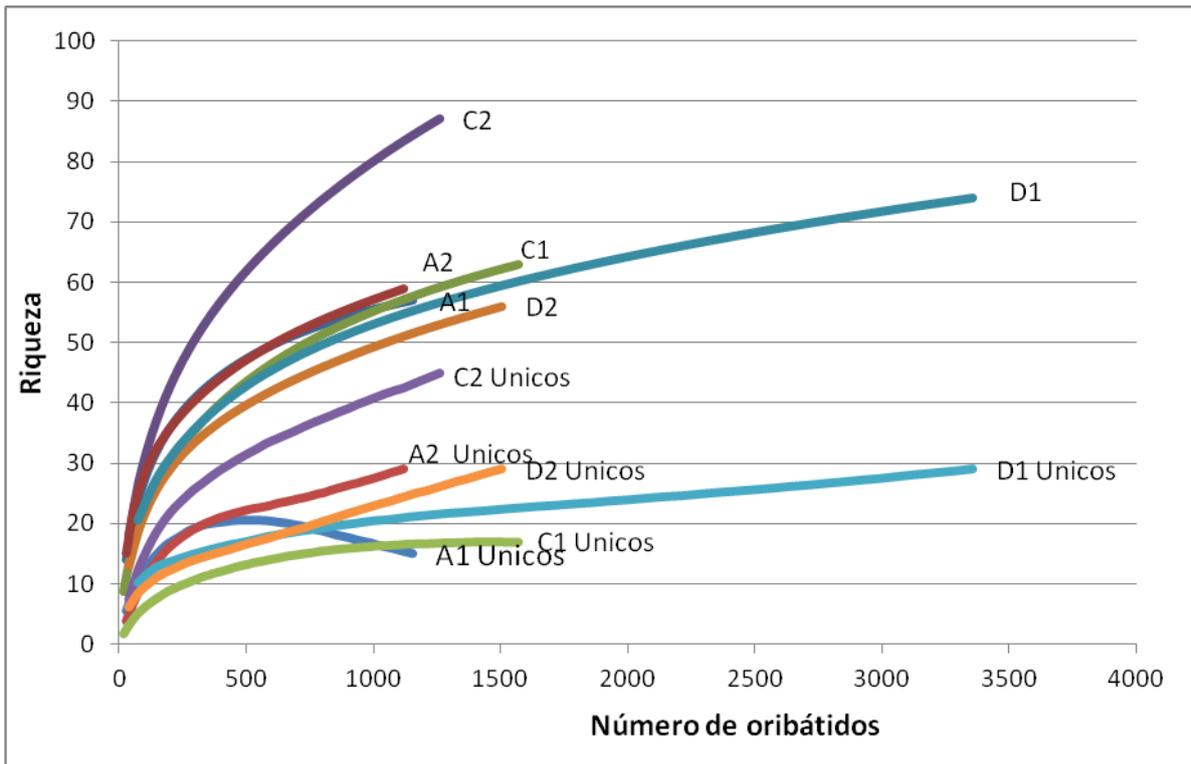


Figura 6.2. Curvas de rarefacción para los hábitats combinados por sitio.

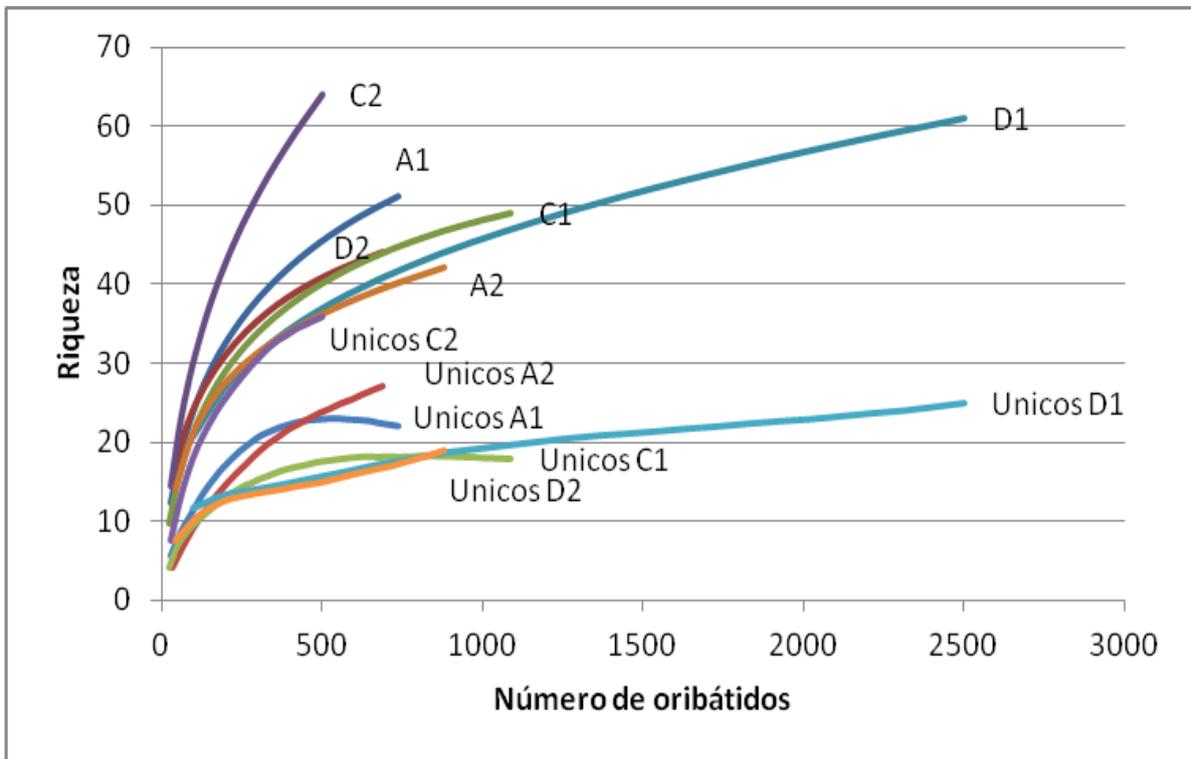


Figura 6.3. Curvas de rarefacción para hojarasca por sitio.

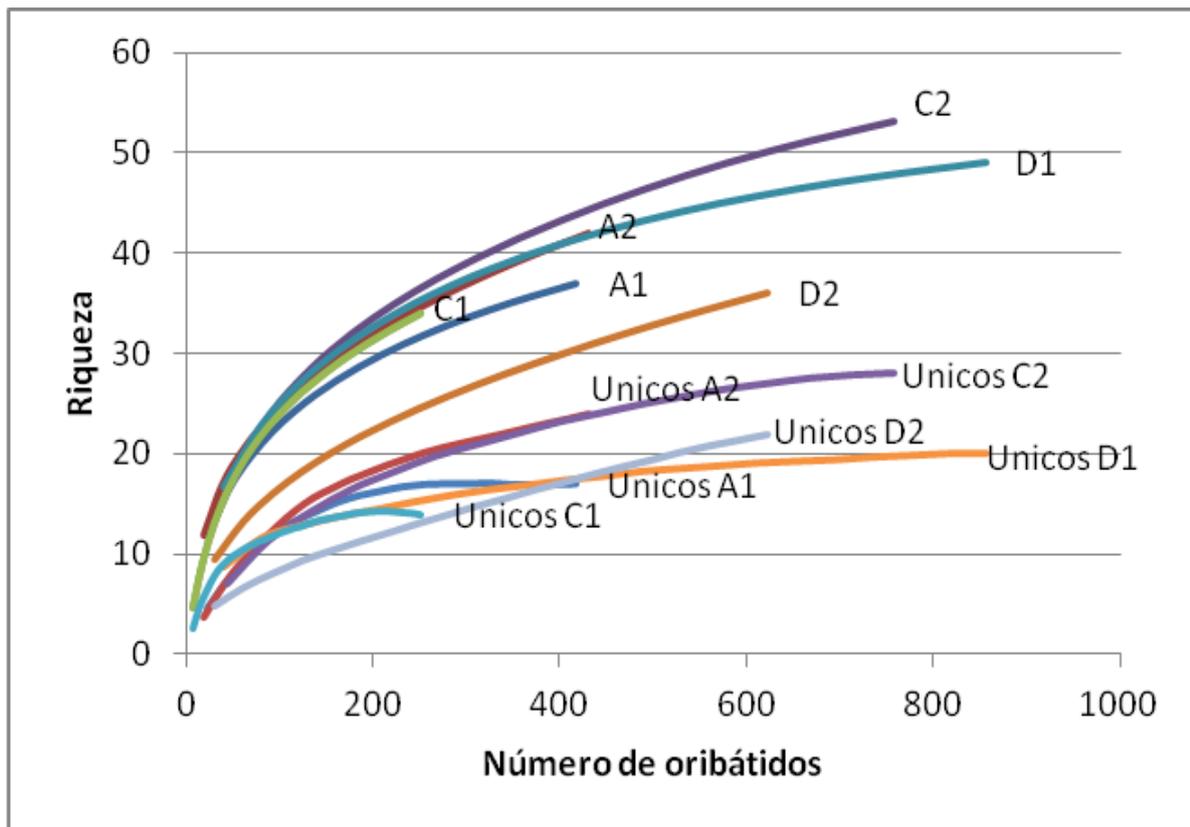


Figura 6.4. Curvas de rarefacción para el suelo por sitio.

En C2 se observa que la curva de riqueza si bien tiende a estabilizarse no manifiesta una asíntota franca, superando las 85 y 60 especies para los hábitats combinados y para la hojarasca respectivamente o casi alcanzando las 33 especies para el suelo. La exhaustividad de muestreo no se alcanzó aún luego de capturar 1200 y 500 especímenes para los hábitats combinados y para la hojarasca respectivamente, en el caso del suelo se obtiene una asíntota para los especímenes *únicos* luego de 750 capturas y para los *singletons* al llegar a 650 especímenes capturados (Figs. 6.2, 6.3 y 6.4).

En D1 se observa que la curva de riqueza si bien tiende a estabilizarse no manifiesta una asíntota franca, casi alcanzando más de 70, 60 y las 50 especies para los hábitats combinados, la hojarasca y el suelo respectivamente, no obstante la exhaustividad de muestreo no se alcanza aún luego de 3300 y 2500 capturas para los hábitats combinados y la hojarasca mientras que para el suelo se alcanza una primer asíntota para los *singletons* y una segunda para los ejemplares *únicos* (Figs. 6.2, 6.3 y 6.4).

En D2 se observa que la curva de riqueza si bien tiende a estabilizarse no manifiesta una asíntota franca, alcanzando 56, 42 y 35 especies para los hábitats combinados, la hojarasca y

el suelo respectivamente, no obstante la exhaustividad de muestreo no se alcanza aún luego de 1500, 900 y 600 capturas (Figs. 6.2, 6.3 y 6.4).

En A1 se observa que la curva de riqueza casi logra estabilizarse en 57 y 50 especies para los hábitats combinados y la hojarasca respectivamente y la exhaustividad de muestreo se alcanza ya que las curvas de *únicos* y *singletons* adquieren pendiente negativa. Para el caso del suelo se observa que la curva de riqueza si bien tiende a estabilizarse no manifiesta una asíntota franca, alcanzando 37 especies, no obstante la exhaustividad de muestreo se alcanza luego de más de 250 capturas (Figs. 6.2, 6.3 y 6.4).

En A2 se observa que la curva de riqueza si bien tiende a estabilizarse no manifiesta una asíntota franca, alcanzando 59, 44 y 42 especies, no obstante la exhaustividad de muestreo no se alcanza aún luego de más de 1100, 650 y 425 capturas (Figs. 6.2, 6.3 y 6.4).

6.3.4 Especies raras

En la tabla 6.2 se detalla la riqueza específica, riqueza por ejemplares *únicos* y riqueza por ejemplares *singletons* para cada sitio y sustrato además del porcentaje de la riqueza estimada. Además se detalla si las curvas de rarefacción alcanzan una asíntota o pendiente negativa.

Tabla 6.2 Comparación de especies raras encontradas en todos y cada uno de los sitios y sustratos.

	C1		C2		D1		D2		A1		A2		Total								
	R	%R	A	R	%R	A															
H+S	63		no	87		no	74		no	56		no	57		si	59		no	158		no
UN	25	40	si	45	52	no	29	39	no	29	52	no	15	26	si	29	49	no	51	32	si
SG	17	27	si	30	34	no	20	27	no	17	30	no	10	18	si	16	27	no	36	23	si
H	49		no	64		no	61		no	42		no	51		no	44		no	133		no
UN	18	37	si	36	56	no	25	41	no	19	45	no	22	43	si	27	61	no	43	32	si
SG	10	20	si	27	42	no	20	33	no	11	26	no	14	27	si	10	23	no	31	23	si
S	34		no	53		no	49		no	36		no	37		no	42		no	103		no
UN	14	41	si	28	53	si	20	41	si	22	61	no	17	46	si	24	57	no	38	37	no
SG	12	35	si	14	26	si	9	18	si	15	42	no	10	27	si	15	36	no	23	22	no

R: número de especies. A: llegada a una asíntota o pendiente negativa, H+S: sustratos combinados, H: hojarasca, S: suelo, UN: *únicos* y SG: *singletons*.

Se observa que solo para el sitio A1 se llega una asíntota sugiriendo un muestreo completo o un ambiente más homogéneo, no así para el resto de los sitios en los que a lo sumo para la

mayoría se alcanza una asíntota para los *únicos* y los *singletons*. Para los datos agrupados se observa que solo para suelo de todos los sitios no se obtienen asíntotas para *únicos* y *singletons*, este resultado está relacionado con la falta de asíntotas en los sitios D2 y A2.

El sitio C2 presenta la mayor cantidad de *únicos* y de *singletons* tanto para los sustratos combinados, como para hojarasca y suelo, salvo para los *singletons* que fueron máximos para el suelo del sitio A2. Se observa que existen muchos ejemplares *únicos*, la mayor cantidad se observó en la hojarasca del Sitio A2 y el suelo del sitio D2. El menor valor de *únicos* se observó en hojarasca del sitio C1 (37).

El porcentaje de *únicos* con respecto a la riqueza estimada por el estimador menos sesgado y más preciso (ver tablas 6.3, 6.4 y 6.5) fue mayor en los hábitats combinados del sitio D2 y C2 (52 %). Para la hojarasca el mayor porcentaje de *únicos* se observó en el sitio A2 (61 %) y para suelo el mayor porcentaje se observó en el sitio D2 (61 %). Los mayores porcentajes para *singletons* se observaron en el sitio C2 para hábitats combinados (34 %) y para hojarasca (42 %) y para suelo el mayor porcentaje de *singletons* se observó para el sitio D2 (42 %).

6.3.5 Estimación de la riqueza por métodos no paramétricos

Se computaron los estimadores de riqueza mediante el programa EstimateS, comprobándose cuales logran la mejor estimación (tablas 6.3, 6.4 y 6.5). El mejor estimador de la riqueza resultó Bootstrap en la mayoría de los muestreos salvo para:

- el caso de hábitats combinados para el sitio A1 (Cerro Padre Laguna) en que el estimador menos sesgado y más preciso fue el Chao 1(DM=6.81; DCM=48.76) (Tabla 6.3)
- el caso de hojarasca del sitio A2 (Arroyo Challhuaco) en que el estimador menos sesgado y más preciso fue el ACE (DM=5.97; DCM=38.46) (Tabla 6.4).
- si bien el estimador MMMean puede resultar un estimador bueno para los sitios analizados en conjunto, pero arroja un DCM muy elevado (estimador de baja precisión), por lo tanto se prefirió descartar su uso.

El valor de riqueza estimado para este estudio por métodos no paramétricos correspondiente a los hábitats combinados resulta de 180 especies, la estimación no paramétrica resultó un 18 % superior al valor de riqueza observada (158).

Las cantidad estimada de especies que permanecen sin detectar oscila entre 8.03 % y 17.39 % para los hábitats combinados (ver PR tabla 6.3), entre 12.83 % y 18.74 % (ver PR tabla 6.4) para hojarasca y entre 13.31% y 19.35 % (ver PR tabla 6.5) para suelo. Por lo tanto la cantidad de especies de oribátidos que no habría detectado el muestreo es menor al 20 %.

Tabla 6.3 Número de especies estimado por extrapolación y rendimiento de estimadores no paramétricos para los hábitats combinados (Hojarasca + Suelo).

Sitio	Sustrato	Estimador	RE	DM	DCM	PR
Todos	Hábitats Combinados Zs= 158 Zi= 9967 Nm= 297 Sobs= 158±6.55	Chao 1	207.85 ± 22.74	34.62	1277.80	23.98
		Chao 2	217.11 ± 22.18	52.33	2781.74	27.23
		ICE	219.73 ± 9.05	53.40	2895.33	28.09
		ACE	195.14 ± 0.00	28.35	848.42	19.03
		Jack 1	208.83 ± 0.01	42.12	1849.47	24.34
		Jack 2	237.71 ± 0.00	67.04	4682.71	33.53
		Bootstrap	180.44 ± 0.00	18.58	360.00	12.44
		MMMean	161.05	26.27	2112.16	1.89
C1	Hábitats Combinados Zs= 63 Zi= 1570 Nm= 89 Sobs= 63±4.28	Chao 1	79.06 ± 10.26	21.00	465.99	20.31
		Chao 2	89.04 ± 13.82	32.78	1101.42	29.25
		ICE	95.01 ± 0.02	32.86	1094.37	33.69
		ACE	78.84 ± 0.00	16.58	285.83	20.09
		Jack 1	87.72 ± 5.26	19.82	423.55	28.18
		Jack 2	100.56 ± 0.00	31.68	1078.50	37.35
		Bootstrap	74.14 ± 0.00	8.65	80.83	15.03
		MMMean	75.54	16.23	286.87	16.60
C2	Hábitats Combinados Zs= 87 Zi= 1259 Nm= 35 Sobs= 87±6.5	Chao 1	123.96 ± 17.84	31.37	1037.59	29.82
		Chao 2	171.38 ± 36.20	64.73	4287.58	49.24
		ICE	161.18 ± 0.04	65.28	4420.53	46.02
		ACE	127.96 ± 0.00	26.34	771.94	32.01
		Jack 1	130.71 ± 9.31	30.04	1019.67	33.44
		Jack 2	162.16 ± 0.00	49.94	2878.38	46.35
		Bootstrap	105.32 ± 0.00	12.79	183.46	17.39
		MMMean	202.71	177.37	78469.36	57.08
D1	Hábitats Combinados Zs= 74 Zi= 3357 Nm= 47 Sobs= 74±5.72	Chao 1	99.00 ± 15.10	19.09	390.23	25.25
		Chao 2	134.07 ± 32.76	38.85	1593.99	44.80
		ICE	109.92 ± 0.03	32.32	1105.35	32.68
		ACE	94.32 ± 0.00	13.92	208.68	21.54
		Jack 1	102.38 ± 5.34	20.58	456.49	27.72
		Jack 2	123.59 ± 0.00	33.42	1244.45	40.12
		Bootstrap	85.87 ± 0.00	8.91	84.75	13.82
		MMMean	80.07	29.44	3520.55	7.58
D2	Hábitats Combinados Zs= 56 Zi= 1506 Nm= 41 Sobs= 56±5.77	Chao 1	74.06 ± 11.65	18.23	345.80	24.39
		Chao 2	140.10 ± 49.74	52.56	3187.53	60.03
		ICE	108.77 ± 0.05	36.08	1366.01	48.52
		ACE	79.17 ± 0.00	14.11	223.28	29.27
		Jack 1	84.29 ± 8.05	18.38	382.50	33.56
		Jack 2	107.24 ± 0.00	31.45	1161.45	47.78
		Bootstrap	67.40 ± 0.00	7.72	66.27	16.91
		MMMean	69.52	41.34	3301.59	19.45
A1	Hábitats Combinados Zs= 57 Zi= 1154 Nm= 42 Sobs= 57±2.71	Chao 1	62.00 ± 4.31	6.81	48.70	8.06
		Chao 2	64.32 ± 5.12	18.67	415.44	11.38
		ICE	67.19 ± 0.02	30.30	1162.00	15.17
		ACE	64.94 ± 0.00	9.17	86.04	12.23
		Jack 1	71.64 ± 4.15	16.07	274.45	20.44
		Jack 2	73.85 ± 0.00	22.52	555.06	22.82
		Bootstrap	64.72 ± 0.00	7.50	59.82	11.93
		MMMean	84.66	107.02	20897.11	32.67
A2	Hábitats Combinados Zs= 59 Zi= 1121 Nm= 43 Sobs= 59±5.42	Chao 1	79.00 ± 13.50	14.41	229.40	25.32
		Chao 2	119.07 ± 32.76	43.09	1946.52	50.45
		ICE	92.82 ± 0.02	38.12	1584.57	36.44
		ACE	74.22 ± 0.00	11.47	141.36	20.51
		Jack 1	87.33 ± 6.05	20.02	445.62	32.44
		Jack 2	108.46 ± 0.00	33.13	1238.67	45.60
		Bootstrap	70.84 ± 0.00	8.55	81.21	16.71
		MMMean	116.05	143.24	31453.49	49.16

Zs número de especies observadas, Zi número de oribátidos capturados, Nm número de muestras analizadas, Sobs promedio del número de especies observadas después de 1000 reordenamientos de las muestras, RE media de la riqueza estimada ± una desviación estándar de la media, las estimaciones son el promedio de los resultados en el último paso (aquel correspondiente al mayor número de individuos acumulados), MD desviación media, DCM desviación cuadrada media y PR % de especies que quedan sin detectar.

Tabla 6.4 Número de especies estimado por extrapolación y rendimiento de estimadores no paramétricos para Hojarasca.

Sitio	Sustrato	Estimador	RE		DM	DCM	PR
Todos	Hojarasca Zs= 133 Zi= 6627 Nm= 160 Sobs= 133±5.45	Chao 1	165.03	± 15.26	32.33	1079.34	19.41
		Chao 2	171.52	± 15.44	49.91	2509.76	22.46
		ICE	178.00	± 0.01	49.70	2499.65	25.28
		ACE	161.53	± 0.00	23.80	592.46	17.66
		Jack 1	175.73	± 9.43	36.90	1427.36	24.32
		Jack 2	194.64	± 0.00	57.83	3492.74	31.67
		Bootstrap	152.57	± 0.00	16.27	278.83	12.83
		MMMean	144.43		48.41	8415.75	7.91
		C1	Hojarasca Zs= 50 Zi= 1318 Nm= 50 Sobs= 49±3.54	Chao 1	54.63	± 4.82	21.05
Chao 2	62.63			± 8.53	33.37	1144.63	21.76
ICE	67.90			± 0.03	30.82	974.03	27.84
ACE	56.72			± 0.00	14.54	228.82	13.61
Jack 1	66.64			± 4.59	15.32	265.90	26.47
Jack 2	74.52			± 0.00	25.94	761.53	34.25
Bootstrap	57.23			± 0.00	5.92	41.19	14.38
MMMean	63.80				17.57	333.43	23.20
C2	Hojarasca Zs= 64 Zi= 500 Nm= 18 Sobs= 64±5.1			Chao 1	116.07	± 29.00	40.50
		Chao 2	110.29	± 20.91	58.33	3471.66	41.97
		ICE	130.75	± 0.00	67.98	4903.64	51.05
		ACE	100.57	± 0.00	25.20	720.69	36.36
		Jack 1	98.00	± 11.50	23.03	624.60	34.69
		Jack 2	118.29	± 0.00	37.08	1679.47	45.90
		Bootstrap	78.76	± 0.00	9.88	114.42	18.74
		MMMean	264.76		202.17	56141.98	75.83
		D1	Hojarasca Zs= 61 Zi= 2501 Nm= 26 Sobs= 61±5.02	Chao 1	94.33	± 20.99	22.10
Chao 2	105.64			± 25.46	36.08	1375.93	42.26
ICE	97.26			± 0.04	32.98	1192.21	37.28
ACE	88.85			± 0.00	16.82	329.60	31.34
Jack 1	85.04			± 5.28	17.38	335.35	28.27
Jack 2	101.91			± 0.00	27.60	894.55	40.14
Bootstrap	71.24			± 0.00	7.57	63.20	14.37
MMMean	71.22				25.10	982.28	14.35
D2	Hojarasca Zs= 42 Zi= 883 Nm= 21 Sobs= 42±4.61			Chao 1	57.13	± 12.47	12.94
		Chao 2	87.13	± 31.35	30.24	958.34	51.80
		ICE	66.90	± 0.07	25.96	733.66	37.22
		ACE	53.97	± 0.00	8.80	80.79	22.18
		Jack 1	60.10	± 7.80	12.63	177.54	30.12
		Jack 2	73.85	± 0.00	20.08	482.65	43.13
		Bootstrap	49.52	± 0.00	5.54	33.63	15.19
		MMMean	55.51		31.51	1477.84	24.34
		A1	Hojarasca Zs= 51 Zi= 736 Nm= 24 Sobs= 51±3.54	Chao 1	61.89	± 7.61	10.37
Chao 2	65.76			± 8.36	26.42	749.59	22.45
ICE	75.79			± 0.06	48.25	2557.85	32.71
ACE	64.97			± 0.00	11.00	132.40	21.50
Jack 1	72.08			± 5.52	17.12	330.07	29.25
Jack 2	79.97			± 0.00	26.05	778.71	36.23
Bootstrap	60.97			± 0.00	7.59	65.34	16.35
MMMean	121.32				111.00	16127.25	57.96
A2	Hojarasca Zs= 44 Zi= 689 Nm= 21 Sobs= 44±4.67			Chao 1	53	± 7.62	6.58
		Chao 2	89.56	± 24.75	50.16	2639.05	50.87
		ICE	92.44	± 0.06	57.05	3378.73	52.40
		ACE	50.87	± 0.00	5.97	38.46	13.51
		Jack 1	69.71	± 0.00	16.59	330.40	36.88
		Jack 2	87.27	± 0.00	27.65	939.13	49.58
		Bootstrap	54.88	± 0.00	6.95	58.16	19.83
		MMMean	237.89		170.97	43347.66	81.50

Tabla 6.5 Número de especies estimado por extrapolación y rendimiento de estimadores no paramétricos para Suelo.

Sitio	Sustrato	Estimador	RE	DM	DCM	PR
Todos	Suelo Zs= 103 Zi= 3340 Nm= 137 Sobs= 103±6.15	Chao 1	129.45 ± 14.77	23.19	559.56	20.43
		Chao 2	163.17 ± 27.26	47.16	2332.07	36.88
		ICE	148.25 ± 0.01	35.31	1307.63	30.52
		ACE	125.41 ± 0.00	16.31	276.90	17.87
		Jack 1	140.72 ± 6.42	28.62	864.25	26.81
		Jack 2	166.43 ± 0.00	46.82	2337.47	38.11
		Bootstrap	118.95 ± 0.00	12.33	159.66	13.41
		MMMean	114.66	53.62	8021.29	10.17
C1	Suelo Zs= 34 Zi= 252 Nm= 39 Sobs= 33.69±2.84	Chao 1	52.00 ± 14.39	22.14	548.54	35.21
		Chao 2	44.89 ± 7.61	20.17	432.65	24.95
		ICE	51.10 ± 0.00	18.42	356.86	34.07
		ACE	47.81 ± 0.00	11.68	140.76	29.53
		Jack 1	47.64 ± 3.82	10.95	131.64	29.28
		Jack 2	52.61 ± 0.00	17.08	322.14	35.96
		Bootstrap	40.34 ± 0.00	4.78	25.12	16.48
		MMMean	56.40	87.61	26432.49	40.27
C2	Suelo Zs= 53 Zi= 759 Nm= 17 Sobs= 53±4.41	Chao 1	60.54 ± 5.31	12.12	154.82	12.45
		Chao 2	85.67 ± 16.55	43.34	1906.66	38.13
		ICE	99.61 ± 0.00	49.48	2645.83	46.79
		ACE	69.00 ± 0.00	13.66	195.13	23.19
		Jack 1	79.35 ± 5.81	18.50	396.12	33.21
		Jack 2	94.13 ± 0.00	29.15	1032.96	43.69
		Bootstrap	64.53 ± 0.00	8.12	75.34	17.87
		MMMean	121.11	113.32	17662.16	56.24
D1	Suelo Zs= 49 Zi= 856 Nm= 21 Sobs= 49±3.84	Chao 1	54.79 ± 5.04	7.74	60.84	10.57
		Chao 2	67.10 ± 10.80	21.77	497.56	26.97
		ICE	76.28 ± 0.00	29.57	963.10	35.76
		ACE	55.05 ± 0.00	7.17	52.55	10.99
		Jack 1	68.05 ± 4.25	14.49	233.22	27.99
		Jack 2	78.41 ± 0.00	22.21	580.47	37.51
		Bootstrap	57.46 ± 0.00	6.43	45.67	14.72
		MMMean	68.33	68.85	10433.06	28.29
D2	Suelo Zs= 36 Zi= 623 Nm= 20 Sobs= 36±4.31	Chao 1	54.75 ± 13.08	19.86	445.50	34.25
		Chao 2	76.33 ± 24.64	41.94	1956.18	52.84
		ICE	88.46 ± 0.01	38.21	1534.42	59.30
		ACE	59.80 ± 0.00	15.23	267.52	39.80
		Jack 1	56.90 ± 5.32	12.91	199.51	36.73
		Jack 2	71.58 ± 0.00	21.80	597.27	49.71
		Bootstrap	44.64 ± 0.00	5.36	33.80	19.35
		MMMean	75.39	58.04	5084.02	52.25
A1	Suelo Zs= 37 Zi= 418 Nm= 18 Sobs= 37±3.42	Chao 1	44.14 ± 5.90	9.42	96.28	16.18
		Chao 2	51.27 ± 9.24	19.98	416.62	27.83
		ICE	56.21 ± 0.00	31.78	1143.40	34.18
		ACE	46.97 ± 0.00	9.59	95.95	21.23
		Jack 1	53.06 ± 6.06	12.52	178.05	30.27
		Jack 2	61.47 ± 0.00	18.93	421.81	39.81
		Bootstrap	44.35 ± 0.00	5.63	36.02	16.57
		MMMean	171.95	328.27	933467.47	78.48
A2	Suelo Zs= 42 Zi= 432 Nm= 22 Sobs= 42±4.51	Chao 1	70.13 ± 20.90	18.74	386.05	40.11
		Chao 2	83.14 ± 23.77	40.25	1708.57	49.48
		ICE	80.83 ± 0.00	43.72	2033.98	48.04
		ACE	64.57 ± 0.00	13.44	203.16	34.95
		Jack 1	64.91 ± 7.03	15.65	284.91	35.30
		Jack 2	80.67 ± 0.00	25.55	777.55	47.94
		Bootstrap	51.77 ± 0.00	6.74	52.61	18.87
		MMMean	225.92	155.00	31983.03	81.41

6.4 Discusión

Los ácaros oribátidos son el grupo de artrópodos más rico en especies y numéricamente dominante en el suelo y en la hojarasca de los bosques (Behan-Pelletier & Walter 2000). Los bosques de más edad son más ricos en oribátidos que los más jóvenes; lo que se debe a la mayor heterogeneidad y complejidad del hábitat en etapas más avanzadas de la sucesión (Scheu & Schulz 1996). Además, la riqueza específica en el suelo es normalmente mayor que

la riqueza en otras partes de los bosques (Behan-Pelletier & Walter 2000). En este estudio se hallaron un total de 158 especies, siendo el bosque con mayor riqueza el de Ciprés del Cerro LLao LLao (C2) con 83 especies y el de menor riqueza el de Coihue del Lago Gutiérrez (D2) con 56. Los dos bosques exhiben árboles viejos con un gran diámetro a la altura de pecho y crecen en lugares donde no se puede realizar extracción de madera, siendo parques municipales controlados, por lo tanto exhiben características de heterogeneidad y complejidad del hábitat que permitirían la supervivencia de una mayor cantidad de especies de ácaros oribátidos.

Se necesitan más muestreos para alcanzar asíntotas en las curvas de acumulación, por lo tanto existen todavía especies sin detectar. La estabilización en las curvas de ejemplares únicos y *singletons* sugiere que el muestreo fue exhaustivo y que todo esfuerzo que se realice para hallar más especies sería insuficiente para censar todas las especies que haya en los sitios. Solo para el caso del sitio A1 aparece una curva de acumulación de especies que se acerca más a una asíntota. Esto podría indicar un muestreo muy eficiente o un ambiente más homogéneo.

Estudios comparativos de cuatro estimadores de riqueza han concluido que el estimador Bootstrap está dentro de los estimadores mas apropiados y aconsejables para la estimación de la riqueza específica de una comunidad, siendo uno de los estimadores con mayor exactitud cuando la cantidad de muestras es mayor al 40 o 50 % (Hellmann & Fowler 1999). En este estudio el estimador menos sesgado, más exacto y más preciso resultó ser el Bootstrap.

En estudios anteriores se registró que la diferencia entre el valor observado de riqueza y el calculado fue de alrededor del 15 % de especies de ácaros oribátidos usando Chao 2 (Noti *et al.* 2003) y 11 % usando Chao 1 (Lindo & Stevenson 2007). En este estudio la diferencia fue de 17,87 % para el sitio C2 que exhibe mayor riqueza observada que los otros sitios usando el estimador Bootstrap, no obstante el Chao 1 dió para este sitio 12,45 %, un valor similar a los estudios anteriores.

En un estudio de ácaros oribátidos (Winchester *et al.* 2008) del dosel de bosques de *Abies amabilis* y *Tsuga heterophylla* en Canada las curvas de rarefacción indicaron que la riqueza de oribátidos fue mayor a menor altura para las dos especies de coníferas. En este estudio el lugar más alto (Cerro LLao LLao) rindió una mayor riqueza específica, esto se debe a que probablemente la mayor humedad de este bosque permita la supervivencia de una mayor cantidad de especies de ácaros oribátidos.

Hammer (1962a), en sus investigaciones sobre ácaros de los bosques húmedos patagónicos, sugiere que estudios más exhaustivos rendirán nuevas especies. Dada la gran cantidad de únicos (especies que aparecen en solo una muestra), *singletons* (especies con un solo individuo por muestra), y morfoespecies en los bosques de Coihue (D1 y D2) y de Ciprés (C1 y C2), se concluye que esta consideración resulta valedera y que todavía resta trabajo taxonómico por realizar en estos hábitats esto se refleja en que a este muestreo le resta menos de un 20 % de especies sin detectar a la luz de la estimación de la riqueza específica mediante métodos no paramétricos.

6.5 Conclusiones

- Todos los sitios muestreados tienen una elevada riqueza específica coincidiendo con los ambientes prístinos elegidos y con la bibliografía en cuanto a que el suelo de los bosques habitualmente alberga una gran cantidad de especies y una gran abundancia de ácaros oribátidos.
- El sitio con mayor riqueza detectada tanto en hojarasca como en suelo corresponde al sitio C2 (Bosque de Ciprés del Cerro LLao LLao), además la aparición de una mayor cantidad de ejemplares únicos y *singletons* sugiere que es un sitio que merece una investigación más exhaustiva.
- Las curvas de acumulación de especies si bien tienden a estabilizarse no alcanzan una asíntota franca, sugiriendo que todavía restan especies sin detectar.
- Las curvas de acumulación para ejemplares únicos en los hábitats combinados, hojarasca y suelo solo manifiestan una asíntota franca en los sitios C1 y A1 sugiriendo que el muestreo en esos sitios fue exhaustivo.
- El sitio A1 es el que rinde una curva de acumulación de especies que más se acerca a una asíntota. Esto podría indicar un muestreo muy eficiente o un ambiente más homogéneo.
- El estimador no paramétrico de riqueza menos sesgado y más preciso resultó ser el Bootstrap.
- Las estimaciones de la riqueza específica mediante métodos no paramétricos indican que a este muestreo le quedaría un 20 % de especies sin detectar.

Capítulo 7

7 Estructura de los ensamblajes de oribátidos

7.1 Introducción

Se ha visto que las comunidades de ácaros oribátidos en ecosistemas que han sufrido impactos siguen patrones muy irregulares de distribución de abundancia de especies que se ajustan bien a modelos simples como la serie geométrica en el que pocas especies tienen altas densidades mientras que muchas tienen baja densidad (Hågvar, 1994; Caruso & Migliorini, 2006; Caruso *et al.*, 2009).

En la interpretación biológica del modelo de serie geométrica de distribución de abundancias se admite que cada especie llega a intervalos de tiempo regulares y toma una fracción constante de los recursos restantes (Moreno 2001). En la interpretación estadística de este modelo se admite que corresponde a un muestreo de efectos estocásticos en el que las abundancias de las especies son ordenadas en secuencia y cada una es una fracción al azar de la especie previa (Moreno 2001). En general se pronostica que un modelo de serie geométrica de distribución de abundancia de especies ocurrirá cuando las especies arriben a un hábitat insaturado a intervalos de tiempo regulares y ocupen fracciones remanentes de espacio de nicho (Magurran, 2004).

El modelo de serie logarítmica resulta cuando los intervalos entre la llegada de las especies a un sitio ocurren al azar y no regularmente (Magurran 2004). Además el ajuste al modelo de serie logarítmica, similarmente al de serie geométrica, se relaciona con la presencia de un pequeño número de especies abundantes y una gran proporción de especies raras (Magurran, 1988, Moreno, 2001). En cuanto a la interpretación estadística del modelo de serie logarítmica correspondería a un muestreo de efectos estocásticos, a muestreos de una comunidad log-normal, o a una comunidad con interacciones débiles, con tasas de nacimiento y muerte independientes y una alta tasa de inmigración (Moreno 2001).

En cuanto a la interpretación biológica, el modelo log normal corresponde a la existencia de una subdivisión jerárquica del nicho en la cual la probabilidad de dividirlo es independiente de la longitud del segmento, o a una comunidad especializada en diferentes elementos del hábitat que se subdividen jerárquicamente y caracteriza comunidades grandes o estables en

equilibrio (Moreno 2001). Desde el punto de vista estadístico, este modelo ocurre cuando las poblaciones de las especies crecen exponencialmente y responden independientemente a diferentes factores, o cuando un conjunto de poblaciones está en equilibrio en parches pequeños (Moreno 2001).

En la interpretación biológica del modelo de vara quebrada se asume que un eje de recursos unidimensional se rompe simultáneamente, al azar o de forma secuencial y proporcional a la longitud del segmento del espacio del nicho. Para la interpretación estadística de esta modelo se asume que los individuos se asignan al azar a las especies (Moreno 2001).

Por lo tanto estudiar la distribución de abundancias de los ensambles de oribátidos puede ayudar a ver si los ensambles que se estudian pertenecen a hábitats que están sufriendo perturbaciones o no han alcanzado el clímax.

Para estudiar la estructura de las comunidades de ácaros oribátidos se analizó si la distribución de la abundancia de las especies encontradas se ajustaba al modelo geométrico, logarítmico, de serie logarítmica o de vara quebrada.

7.2 Materiales y Métodos

1) El análisis de la estructura del ensamble de oribátidos en los sitios elegidos se realizó observando si las distribuciones de abundancia de las especies de ácaros oribátidos del suelo y de la hojarasca se ajustaban a los modelos de serie logarítmica, distribución log normal truncada, a la serie geométrica y al modelo de vara quebrada, comprobando la bondad de ajuste mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Chi cuadrado (Magurran 1889, Magurran 2004).

2) Para evaluar la similitud entre sitios y sustratos se usó:

- El índice de Bray-Curtis de disimilaridad (Magurran 2004) para cada par de sitios a través de tres análisis, uno para hojarasca, otro para suelo y un tercero para los hábitats combinados.

$$BC = 1 - \frac{2c}{a + b}$$

donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies compartidas entre el sitio A y el B

- Para cada sitio, el índice de disimilaridad cuantitativa a partir del índice de Sorensen Cuantitativo (Moreno 2001) planteado como:

$$DI_{SCuant} = 1 - \frac{2pN}{aN + bN}$$

donde:

aN = número de individuos en el sitio A

bN = número de individuos en el sitio B

pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios.

Para analizar si los sitios se agrupaban en cuanto a la similaridad, se hizo un análisis de agrupamientos (clúster), las derivaciones se discutieron a partir de un dendrograma creado mediante el programa Minitab 16, usando los datos de abundancia para cada especie y morfoespecie en cada sitio.

7.3 Resultados

7.3.1 Medición de la estructura mediante modelos paramétricos

El resumen de resultados se expone en la tabla 7.1. Se puede observar que todos los sitios cuya especie arbórea dominante era el Ñire, A1 y A2 dieron un ajuste positivo al modelo de serie logarítmica, igual para ambos sitios C1y C2 con Ciprés, hojarasca del sitio D2, suelo de todos los sitios agrupados y suelo del sitio D1. Los demás sitios no se ajustan a este modelo.

Casi todos los sitios se ajustan al modelo log normal salvo en dos casos, el primero cuando se agruparon las abundancias de todos los sitios, el segundo cuando se agrupan los sustratos de suelo y hojarasca para el sitio de Ñire 2.

La distribución de las abundancias de los ensambles de oribátidos no se pudo ajustar al modelo de serie geométrica para ninguno de los sitios, excepto para el suelo del sitio de Ñire 2.

Ningún ensamble de oribátidos se ajustó al modelo de vara quebrada, por lo tanto no habría un factor preponderante que es compartido más o menos equitativamente entre las especies como se ha sugerido que ocurre cuando las distribuciones se ajustan a este modelo (Magurran 2004).

Tabla 7.1 Resultados del test de bondad de ajuste para la distribución de las abundancias de oribátidos por sitio y sustrato

Sitios	Serie logarítmica				Log Normal Truncada				Serie geométrica				vara quebrada			
	Ajuste	Valor crítico	P=0.05	P=0.01	Ajuste	Valor crítico	P 0.05	P 0.01	Ajuste	Valor crítico	P 0.05	P 0.01	Ajuste	Valor crítico	P 0.05	P 0.01
Todos los bosques	no	0.084	>	>	no	0.139	>	>	no	0.296	>	>	no	735.1	>	>
Todos Hojarasca	no	0.415	>	>	si	0.068	<	<	no	0.324	>	>	no	1632.2	>	>
Todos Suelo	si	0.057	<	<	si	0.041	<	<	no	0.215	>	>	no	364.3	>	>
C1	no	0.157	>	>	si	0.052	<	<	no	0.407	>	>	no	9197.8	>	>
C1 Hojarasca	si	0.145	<	<	si	0.051	<	<	no	0.376	>	>	no	228.1	>	>
C1 Suelo	no	0.440	>	>	si	0.061	<	<	no	0.270	>	>	no	154.6	>	>
C2	no	0.150	>	>	si	0.059	<	<	no	0.316	>	>	no	259.8	>	>
C2 Hojarasca	si	0.098	<	<	si	0.071	<	<	no	0.335	>	>	no	415.7	>	>
C2 Suelo	no	0.156	>	>	si	0.057	<	<	no	0.298	>	>	no	391.0	>	>
D1	no	0.145	>	>	si/no	0.108	<	>	no	0.277	>	>	no	2715.5	>	>
D1 Hojarasca	no	0.145	>	>	si	0.074	<	<	no	0.274	>	>	no	307.7	>	>
D1 Suelo	si	0.060	<	<	si	0.038	<	<	no	0.186	>	>	no	89.6	>	>
D2	no	0.141	>	>	si	0.064	<	<	no	0.378	>	>	no	2185.6	>	>
D2 Hojarasca	si	0.062	<	<	si	0.060	<	<	no	0.340	>	>	no	99.8	>	>
D2 Suelo	no	0.238	>	>	si	0.069	<	<	no	0.400	>	>	no	94.9	>	>
A1	si	0.043	<	<	si	0.066	<	<	no	0.229	>	>	no	53.8	>	>
A1 Hojarasca	si	0.092	<	<	si	0.040	<	<	no	0.385	>	>	no	1202.3	>	>
A1 Suelo	si	0.072	<	<	si	0.044	<	<	no	0.196	>	>	no	31.0	>	>
A2	si	0.066	<	<	no	0.153	>	>	no	0.140	>	>	no	72.9	>	>
A2 Hojarasca	si	0.078	<	<	si	0.073	<	<	no	0.185	>	>	no	192.0	>	>
A2 Suelo	si	0.082	<	<	si	0.081	<	<	si/no	0.157	<	>	no	37.4	>	>

7.3.2 Comparación de las distribuciones

Las comparaciones de las distribuciones de abundancias relativas en función de la secuencia de especies en los sustratos combinados, para la hojarasca, y en casi todos los casos para el suelo, entre cada par de sitios, dio como resultado que las distribuciones de abundancia de oribátidos son similares en todos los sitios estudiados (Apéndice 8).

En los gráficos de abundancia relativa en función de las secuencias para los sustratos combinados, y para la hojarasca también se observa que las distribuciones se solapan en mayor proporción (Figs. 7.1, 7.2 y 7.3).

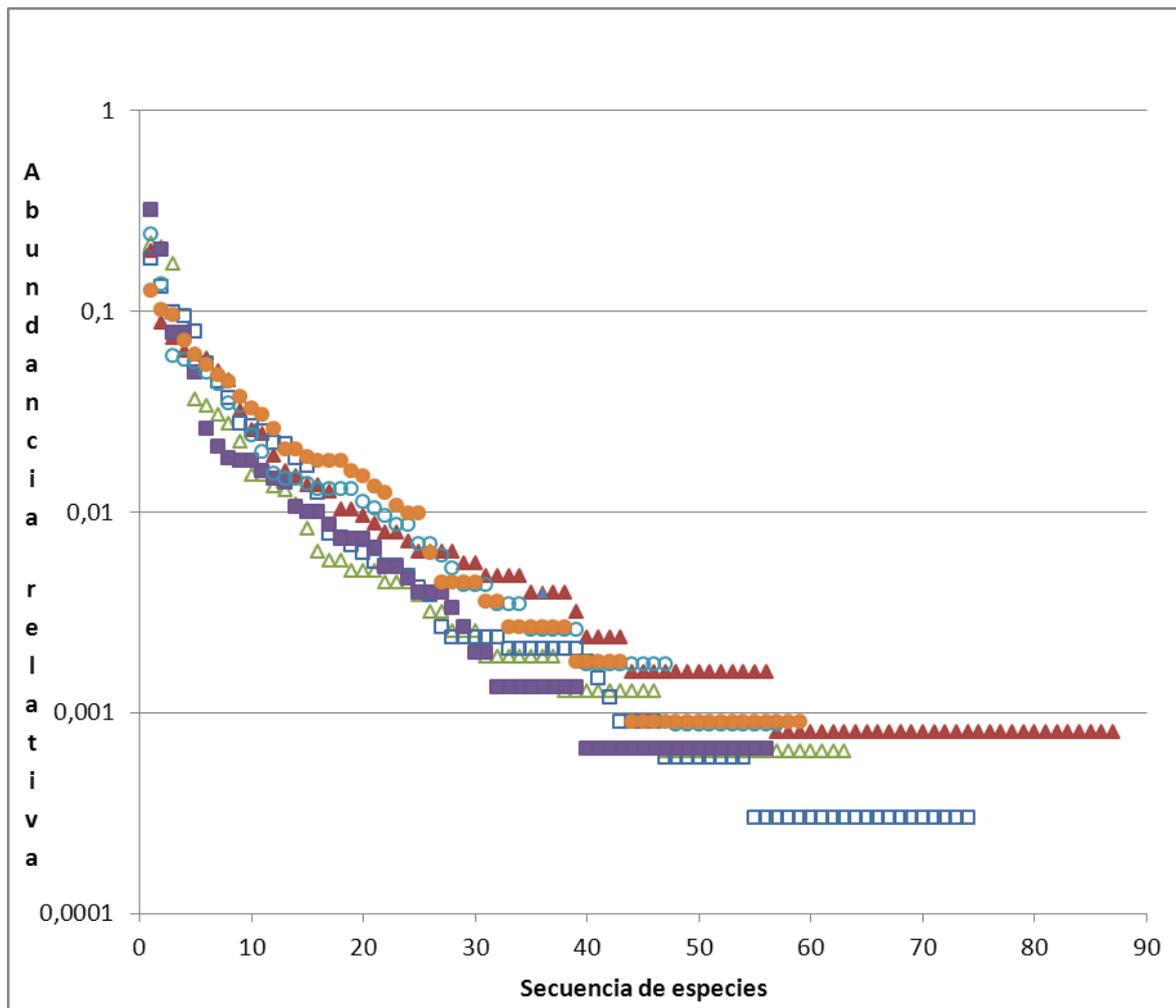


Figura 7.1. Curvas de abundancia relativa en función de la secuencia de especies en hábitats combinados (hojarasca + suelo). Δ Ciprés 1, \blacktriangle Ciprés 2, \square Coihue 1, \blacksquare Coihue 2, \circ Ñire 1; \bullet Ñire 2.

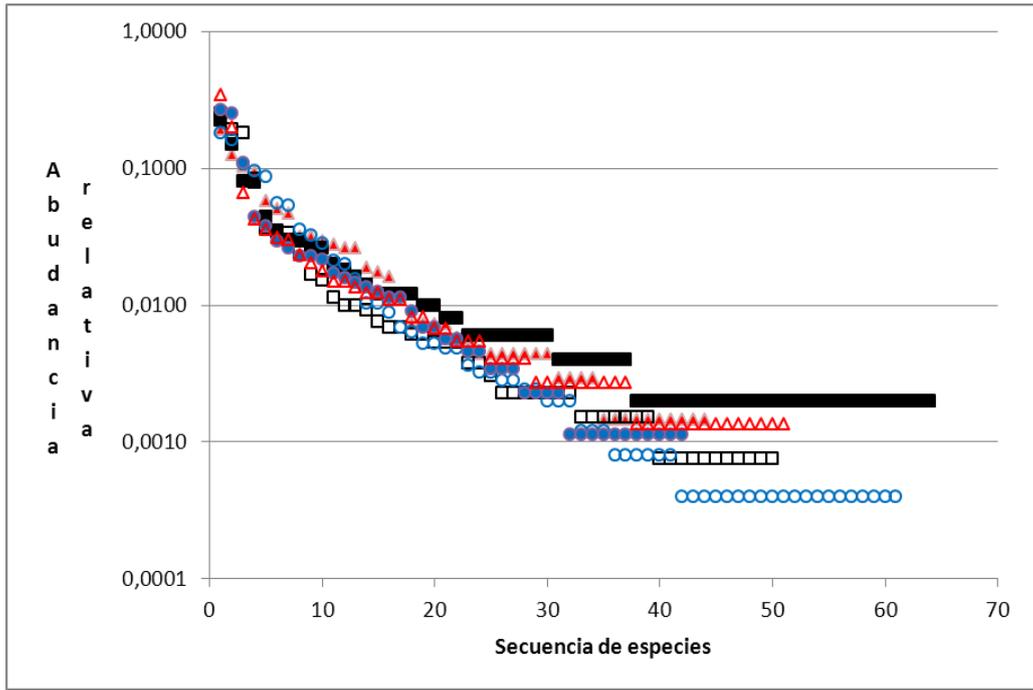


Figura 7.2. Curvas de abundancia en función de la secuencia de especies para la hojarasca. \triangle Ñire 1, \blacktriangle Ñire 2, \square Ciprés 1, \blacksquare Ciprés 2, \circ Coihue 1; \bullet Coihue 2.

En la figura 7.3 en el caso del suelo del sitio D2 hay difenecias significativas con A1 no habiendo diferencias entre los casos restantes (Apéndice 8).

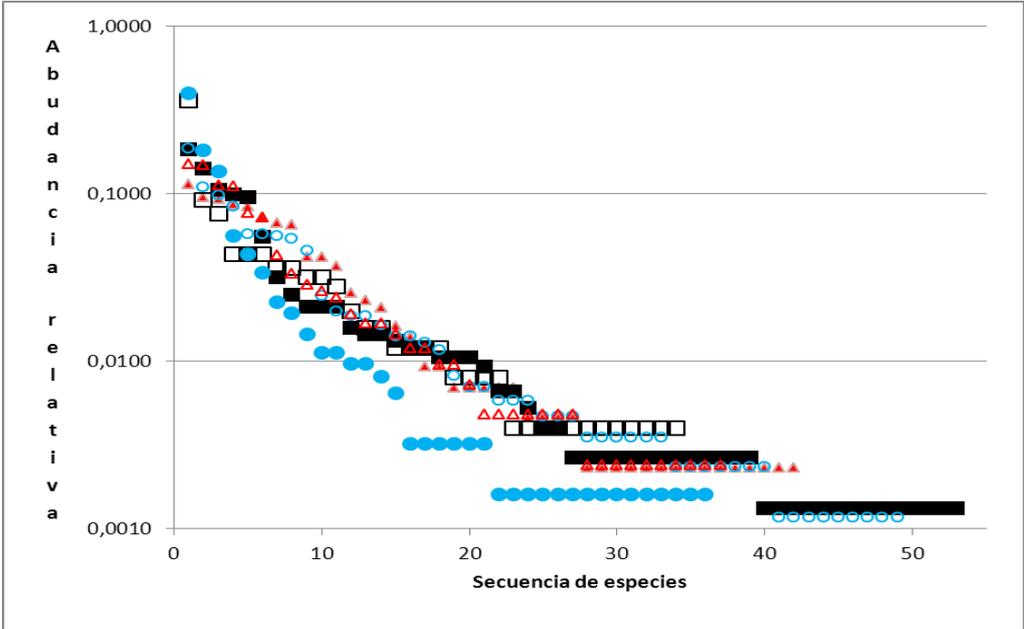


Figura 7.3. Curvas de abundancia en función de la secuencia de especies para el suelo. \triangle Ñire 1, \blacktriangle Ñire 2, \square Ciprés 1, \blacksquare Ciprés 2, \circ Coihue 1, \bullet Coihue 2.

7.3.3 Similitud entre ensambles

Los resultados de la comparación entre ensambles calculados mediante las matrices para hojarasca, para suelo para los hábitats combinados (suelo y hojarasca), de los índices de disimilaridad de Bray-Curtis utilizando los datos de presencia y ausencia de las especies para cada sitio, se detallan en la tabla 7.2.

La discusión sobre los índices de Bray-Curtis se basa en que cuanto más cercanos a 1 son los valores los sitios comparados comparten pocas especies y si el índice se acerca a 0, los sitios comparten muchas especies. Los índices de disimilaridad varían entre 0.431 y 0.793. Los sitios más disímiles son aquellos cuya especie arbórea dominante es el Ciprés. Este efecto está más marcado para la hojarasca de C1, sugiriendo que estos sitios no serían afines ya que no comparten un elevado número de especies. Para los tres análisis, la mayor similitud se da entre ambos sitios para bosques de Ñire, A1 y A2.

Tabla 7.2 Índices de Bray Curtis – Coeficientes de disimilaridad

		C1	C2	D1	D2	A1	A2
Hojarasca	C1	0,000	0,702	0,658	0,717	0,644	0,681
	C2	0,702	0,000	0,664	0,566	0,600	0,630
	D1	0,658	0,664	0,000	0,573	0,554	0,657
	D2	0,717	0,566	0,573	0,000	0,527	0,535
	A1	0,644	0,600	0,554	0,527	0,000	0,516
	A2	0,681	0,630	0,657	0,535	0,516	0,000
Suelo	C1	0,000	0,793	0,783	0,714	0,746	0,763
	C2	0,793	0,000	0,549	0,596	0,556	0,558
	D1	0,783	0,549	0,000	0,624	0,535	0,626
	D2	0,714	0,596	0,624	0,000	0,616	0,641
	A1	0,746	0,556	0,535	0,616	0,000	0,544
	A2	0,763	0,558	0,626	0,641	0,544	0,000
Combinados	C1	0,000	0,653	0,620	0,681	0,633	0,639
	C2	0,653	0,000	0,578	0,580	0,542	0,575
	D1	0,620	0,578	0,000	0,569	0,527	0,579
	D2	0,681	0,580	0,569	0,000	0,522	0,513
	A1	0,633	0,542	0,527	0,522	0,000	0,431
	A2	0,639	0,575	0,579	0,513	0,431	0,000

Los resultados de la comparación entre los índices de disimilaridad cuantitativos se detallan a continuación en la tabla 7.3 mediante la matriz para los hábitats combinados (suelo y hojarasca), utilizando los datos cuantitativos de número de especímenes recolectados.

En general todos los sitios comparten un elevado número de especies. Para los tres análisis la mayor afinidad se da entre ambos sitios para bosques de Ñire.

Para ver cómo se agrupaban los bosques en cuanto a la similaridad entre los distintos sitios, se tomaron los datos cuantitativos para cada especie y morfoespecie en cada sitio y se construyó un dendrograma con el programa Minitab16 usando el método de vinculación promedio, teniendo en cuenta la abundancia de cada especie en cada sitio (Fig. 7.4)

Se observa que el sitio de D1 permanece menos afín al resto. Luego se agrupan formando dos clústeres, por un lado el sitio de C1 con el sitio de A2 y por otro lado el sitio A1 con el sitio C2. Los sitios D1 y D2 no forman parte de estos clústeres.

Tabla 7.3 Índices de disimilaridad cuantitativos.

		C1	C2	D1	D2	A1	A2
Hojarasca y Suelo	C1	0	0,653	0,62	0,681	0,633	0,639
	C2	0,653	0	0,578	0,58	0,542	0,575
	D1	0,62	0,578	0	0,569	0,527	0,579
	D2	0,681	0,58	0,569	0	0,522	0,513
	A1	0,633	0,542	0,527	0,522	0	0,431
	A2	0,639	0,575	0,579	0,513	0,431	0

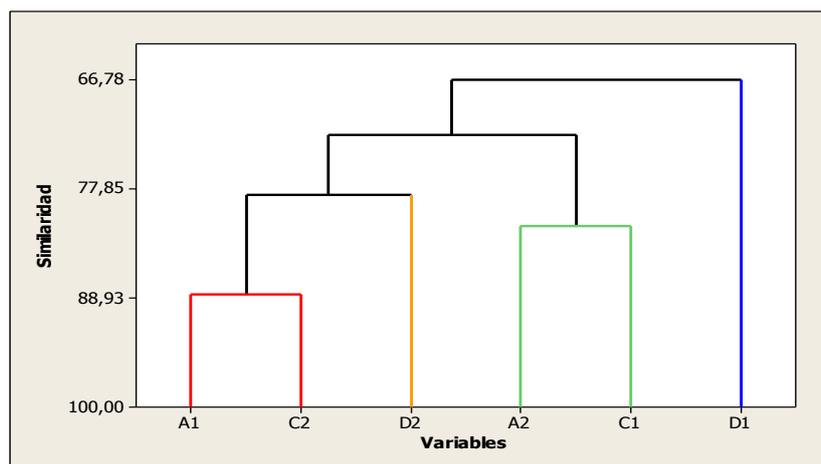


Figura 7.4. Análisis de agrupamiento teniendo en cuenta los ejemplares de cada especie. Cada color es un agrupamiento (cluster). Método de la vinculación promedio.

7.4 *Discusión*

El ajuste al modelo de serie logarítmica en varios de los sitios analizados coincide con lo que dice la literatura (Magurran 1988, Moreno 2001) en cuanto a que se relaciona con un pequeño número de especies abundantes y una gran proporción de especies raras que se observó cuando se analizaron las estimaciones de riqueza, de especies únicas y de *singletons* (capítulo 6, ítem 6.7 *Especies raras*), y estaría relacionado con una situación en la que pocos factores dominan la ecología del ensamble tal como en las etapas iniciales de una sucesión o cuando las comunidades son pequeñas o están bajo estrés. Otra de las razones que apoyan en general la presencia de especies raras es la manifestación de efectos de borde o el uso de un solo método de muestreo (Longino *et al.*, 2002). Esto coincide con el análisis realizado en este trabajo, ya que solo los ejemplares capturados con el método de Berlese-Tullgren fueron usados para los cálculos, dejando de lado las capturas con trampas de caída, debido a que no se tomaron en cantidad suficiente para realizar un análisis certero. Otra explicación a la elevada cantidad de especies raras se podría atribuir a la exclusión competitiva o al efecto de las perturbaciones intermedias.

Dado que todos los ambientes de Ñire se ajustan a este modelo, podemos generalizar que esta curva se manifiesta en los bosques de Ñire de esta zona. Esto podría deberse a que estos bosques son jóvenes o estarían bajo estrés dado que son los más cercanos a los ambientes de mayor efecto antrópico como el impacto ganadero, la tala indiscriminada, los incendios intencionales, los incendios naturales más frecuentes en estos bosques, o los sitios no controlados con fácil acceso a los turistas informales.

El ajuste al modelo de serie geométrica solamente para suelo del sitio de Ñire A2, estaría relacionado con que este modelo se da primariamente en ambientes pobres en especies, ambientes rigurosos y hostiles, o pertenecientes a estadios tempranos de una sucesión (Magurran 2004). Esto indicaría que excluyendo al sitio A2, los restantes ensambles de oribátidos muestreados corresponderían a etapas más avanzadas de una sucesión ya que sus distribuciones se ajustan más bien a otros modelos (Magurran 2004).

Debido a que la de las distribuciones de abundancias de A2, se pudo ajustar al modelo de serie geométrica, recibe apoyo la predicción de que los sitios más cercanos a la ciudad exhibirán una estructura de comunidad basada en la dominancia siguiendo una serie geométrica, consecuencia observacional derivada de la hipótesis de que los sitios de bosques cercanos a las ciudades estarían recibiendo un grado indeterminado de presión ambiental que estaría afectando la supervivencia de la fauna de oribátidos debido a actividades antrópicas de

deforestación, contaminación ambiental y compactación del suelo entre otras, o a que son bosques jóvenes que se han desarrollado posteriormente a un antiguo disturbio.

El ajuste de la mayoría de los ensambles de oribátidos encontrados al modelo log normal sugiere que son comunidades grandes, esto se refleja en las elevadas riquezas y abundancias encontradas (Capítulo 6). Dada la alta variabilidad entre muestras en cuanto a riqueza y abundancia en cada sitio, las especies de estos ensambles de oribátidos parecen responder independientemente a diferentes factores. La falta de ajuste cuando se agruparon los hábitats de Ñire podría deberse a las mismas causas nombradas para el modelo de serie logarítmica y estos ensambles estarían en desequilibrio.

Ninguno de los ensambles se pudo ajustar al modelo de vara quebrada. Esto se debería probablemente a que los ensambles de oribátidos son dominados por distintos factores relacionados con el ambiente heterogéneo en el cual subsisten. Por lo tanto, se descarta la predicción de que los sitios más alejados tendrán una estructura de comunidad basada en el modelo de vara quebrada derivada de la hipótesis de que los sitios de bosques cercanos a las ciudades al ostentar mayor alteración del ambiente natural afectan la supervivencia de la fauna de oribátidos debido a actividades antrópicas de deforestación, contaminación ambiental y compactación del suelo entre otras.

Los dendrogramas de similaridad parecerían relacionarse con la distancia al casco urbano, dado que el sitio 1 de Ciprés del Co Otto (C1) y el sitio 2 de Ñire (A2) son más similares compartiendo más especies y se separan del sitio 1 de Ñire (A1) y del sitio 2 de Ciprés (C2) que forman un agrupamiento entre sí. Los bosques de Coihue (D1 y D2) no se agrupan con los demás, aunque el bosque de coihue D2 se ubica en una posición intermedia a los clúster C1-A2 y C2-A1 lo cual coincide también con la distancia intermedia comparada al casco urbano de este bosque. Además se observa que salvo D1, la similaridad entre bosques disminuye a medida que aumenta la distancia entre estos.

Los ensambles de oribátidos muestreados exhiben índices de disimilaridad medios. Esto sugiere que la cantidad de especies no compartidas es baja. En otros estudios que comparan bosques naturales, bosques suburbanos y bosques urbanos, tanto de coníferas como de deciduas, se ha registrado que los bosques naturales comparten pocas especies con bosques urbanos y suburbanos, en cambio hay mayor similaridad entre bosques urbanos y suburbanos (Lee *et al.*, 2000). En el primer estudio comparativo de palmitales, bambusales y bosques mixtos de Misiones se observó que los bosques comparten pocas especies siendo más similares los bosques mixtos. En ese estudio se encontraron por primera vez numerosas

nuevas citas de géneros y de especies que nunca se habían nunca se habían registrado en Argentina (Martínez *et al.*, 2009), lo cual apoya el hecho de que todavía resta mucha fauna oribatológica por conocer. Por lo tanto los estudios de las faunas oribatológicas de bosques indican que no hay sitios radicalmente similares y que la similaridad disminuye a medida que aumenta la distancia entre los sitios examinados.

7.5 Conclusiones

- En general la distribución de abundancias en función de la secuencia de especies se ajusta al modelo de serie log-normal truncada. Esto indicaría que los ensambles de oribátidos muestreados corresponderían a etapas más avanzadas de una sucesión y a ambientes prístinos con comunidades grandes con elevadas riquezas y abundancias.
- El ajuste de la mayoría de los ensambles al modelo de serie logarítmica coincide con que los ensambles poseen pocas especies dominantes y muchas especies raras.
- La falta de ajuste al modelo log-normal cuando se agruparon los hábitats de Ñire, podría deberse a ensambles que estarían en desequilibrio. Esto podría estar provocado por la proximidad de estos ensambles a sitios de fácil acceso antrópico.
- Ninguno de los ensambles de oribátidos se pudo ajustar la distribución de abundancias al modelo de vara quebrada. Por lo tanto no habría un factor preponderante que es compartido, más o menos equitativamente, entre las especies. Probablemente los ensambles de oribátidos son dominados por distintos factores debido al ambiente heterogéneo en el cual subsisten.
- Exceptuando el suelo del sitio de Ñire A2, la distribución de abundancias no se ajusta a la serie geométrica. Esto estaría relacionado con que este modelo se da primariamente en ambientes pobres en especies, ambientes rigurosos y hostiles, o pertenecientes a estadios tempranos de una sucesión, como en el caso del sitio de Ñire 2 ya que es el que posee los árboles más jóvenes de todos los sitios, y el lugar probablemente haya sufrido disturbios en el pasado como incendios o uso antrópico de la madera y pisoteo por ganado. La ausencia de ajuste a esta serie está de acuerdo con que los ambientes muestreados son prístinos.
- Las distribuciones de abundancia de oribátidos son similares tanto al comparar los sitios estudiados como los sustratos en cada sitio.
- Los análisis de los índices de disimilaridad de Bray-Curtis cualitativos indican que los sitios más similares son los de Ñire.

- En el dendrograma de agrupación por similitud calculado a partir de los datos cuantitativos, se observa que se forman dos grupos, un primer grupo con los sitios C2 y A1 con bosques de Ciprés (Co LLao LLao) y de Ñire (Co P.Laguna) más alejados del casco urbano y un segundo grupo con los sitios A2 y C1 bosques de Ciprés (Cerro Otto) y de Ñire (Arroyo Challhuaco) más cercanos. Los bosques de coihue no forman agrupaciones.

Por lo tanto habría cierta influencia negativa de la distancia al centro del casco urbano sobre la similitud de los sitios. La proximidad a las ciudades tendría un efecto homogeneizador sobre la riqueza tal vez ejercido por un impacto ambiental diferido o indirecto tolerado por las mismas especies.

Capítulo 8

8 Diversidad de los ensamblajes de oribátidos

8.1 Introducción

La pérdida de superficies boscosas agrestes cerca de las zonas habitadas es el resultado de la urbanización. Los bosques naturales son un lugar de refugio para la fauna que seguirá inexorablemente desapareciendo en la medida en que el impacto negativo sobre los bosques se perpetúe. Antes que desaparezcan los bosques y su fauna convendrá estudiarla ya que se desconoce el potencial estratégico de su biodiversidad en cuanto a la producción de servicios. En particular son poco conocidos los microartrópodos del suelo debido a la dificultad para realizar estudios comunitarios y para su identificación taxonómica (Caruso & Migliorini, 2006) y como ocurre con otros miembros de la fauna del suelo se requiere también tiempo y paciencia (Bloemers *et al.*, 1997). Su importancia se debe a que aportan una amplia gama de los servicios esenciales para la función sostenible de todos los ecosistemas actuando como agentes conductores del ciclo de nutrientes, regulando las dinámicas de la composición orgánica del suelo, la retención del carbono del suelo y la emisión de gases de efecto invernadero y, al modificar la estructura física del suelo, cambian los regímenes del agua e incrementan la cantidad y la eficacia en que la vegetación adquiere los nutrientes fortaleciendo el reciclaje de la materia orgánica. Estos procesos resultan esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas naturales. Los microartrópodos constituyen un grupo adecuado para los estudios de la biodiversidad pero solo si el problema de la identificación ha sido resuelto a priori (Siepel, 1995). Un componente importante de la fauna del suelo en cuanto a la cantidad de ejemplares y a su diversidad lo constituyen los ácaros oribátidos. Este grupo diverso de microartrópodos está presente en todo tipo de suelos pero es particularmente abundante en los bosques (Behan-Pelletier & Walter, 2000). Su pequeño tamaño dificulta su estudio y tradicionalmente los investigadores han preferido el estudio de los artrópodos de gran tamaño descartando en consecuencia la posibilidad de encontrar en los ácaros oribátidos servicios ecológicos y aprovechar su gran potencialidad para ser utilizados como indicadores del estado de disturbio de los bosques naturales. En el suelo y en la hojarasca de los bosques, los ácaros oribátidos son el grupo de artrópodos numéricamente dominante y más rico en especies (Norton & Behan-Pelletier, 2009). Mediante el muestreo estándar de Berlese-

Tullgren de suelo y de la hojarasca normalmente se pueden encontrar entre 40 a 160 especies y sus densidades pueden alcanzar varios cientos de miles de especímenes por metro cuadrado (Norton 1990). En bosques de coníferas en EEUU se han hallado densidades que varían entre 15.000 a 200.000 oribátidos adultos por m² (Moldenke & Fichter, 1988), 82 especies de ácaros oribátidos con una densidad promedio de 61.500 adultos fueron recolectados a partir de hojarasca en un hayedo en Alemania (Wunderle, 1992); 96 especies de oribátidos con una densidad promedio de 44.500 especímenes por m² fueron recolectados de hojarasca y suelo de bosques de roble en EEUU (Lamoncha & Crossley, 1998), otros registros de elevadas densidades en bosques ya fueron reseñados (ver capítulo 5). Dado el desconocimiento que se tiene para este grupo en el sur de Argentina se decidió investigar su diversidad en seis sitios de bosques de los alrededores de la ciudad de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, ubicados en el Parques Municipal LLao LLao, el Parque Municipal Cerro Otto y el Parque Nacional Nahuel Huapi. A partir de las determinaciones realizadas en el capítulo 3 y de los datos reseñados en el capítulo 5 se investigaron los parámetros de diversidad en cada sitio y sustrato.

Si bien el carácter de estos estudios fue exploratorio y descriptivo, para comprobar:

-las predicciones de la hipótesis inicial 1. “los sitios con abundantes precipitaciones permiten la supervivencia de especies de oribátidos al promover un ambiente protegido y húmedo que impide la deshidratación corporal en animales de muy pequeño tamaño como los oribátidos”:

- Existirá mayor abundancia, mayor riqueza, mayor diversidad, mayor cantidad de especies raras de oribátidos en bosques con mayor cantidad de precipitaciones.

-las predicciones de la hipótesis inicial 2. “Los sitios de bosques cercanos a las ciudades al soportar mayor alteración del ambiente natural afectan la supervivencia de la fauna de oribátidos debido a actividades antrópicas de deforestación, contaminación ambiental y compactación del suelo entre otras”.

- Los sitios más cercanos a la ciudad exhibirán una estructura de comunidad con menor abundancia relativa, menor riqueza, menor diversidad y menor equitatividad. además de una menor cantidad de especies raras.

Se observó si la abundancia, la riqueza específica y el índice de diversidad de Shannon estaban correlacionados con los datos de precipitaciones anuales y de distancia al centro del casco urbano de la ciudad de San Carlos de Bariloche para cada sitio y para cada hábitat.

8.2 Materiales y métodos

Utilizando los datos de abundancia por muestra, por especie, por parcela, por sitio, por estación, por año y por sustrato hojarasca o suelo reseñados en el capítulo 5, se calcularon los promedios muestrales, por parcela y por sitio y las desviaciones estándar correspondientes para la abundancia, riqueza, índices de Shannon y de equitatividad. Para poder comparar mediante un Anova la abundancia observada, riqueza observada, índice de Shannon y de equitatividad calculados para cada sitio, se exploraron los datos para evaluar si no existía correlación espacial, si las distribuciones de estos índices eran normales y si existía homocedacia. Para identificar el origen de las diferencias se realizó el test posthoc HDS de Tukey. En el caso de ausencia en la normalidad se efectuó la transformación logarítmica a los datos. De no existir normalidad aun con los datos transformados, se utilizaron pruebas de Kruskal-Wallis. Para identificar el origen de las diferencias se usó la prueba de comparaciones múltiples.

La abundancia se calculó como el número de oribátidos presentes por cada 250 cm³ de muestra tanto de hojarasca como de suelo.

Se calculó el índice de Shannon H' como:

donde:
$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

S = número de especies

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i / N

n_i = número de individuos de la especie i

N – número de todos los individuos de todas las especies

y el índice de Equitatividad J' como:

$$J' = H' / \ln S$$

donde:

S = es el número máximo de especies en la muestra

Para evaluar si existía autocorrelación espacial se calcularon los índices I de Moran (Moran, 1950) para cada parcela:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} w_{ij}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^{j=n} (x_i - \bar{x})^2}$$

n : es el número de parcelas muestreadas o de sitios

W_{ij} : es la matriz de distancias

x : variable estudiada

\bar{x} : media muestral

La prueba de significación estadística se verificó con el programa SAM v4.0 (Rangel *et al.*, 2010).

Para buscar si existen relaciones entre las variables abióticas precipitación anual, altitud y distancia al centro del casco urbano de la ciudad de San Carlos de Bariloche y las variables comunitarias abundancia, riqueza específica, diversidad y equitatividad para cada hábitat (hojarasca y suelo) se usó el coeficiente de correlación de Pearson que mide la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum y_i)^2} \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

Donde: x =variable comunitaria; y =variable abiótica

Se comprobó si los valores eran significativos con una prueba de t .

Para los Anova se utilizó previamente el test de Levene para evaluar la homocedacia.

8.3 Resultados

Los cálculos del I de Moran y de los valores p demuestran que al nivel de parcelas no se observa autocorrelación de las variables estudiadas, habiendo a lo sumo algunos casos donde se observa autocorrelación negativa. Por lo tanto en la mayoría de los casos los datos reflejan un patrón espacial aleatorio y en algunos pocos casos una distribución espacial regular. Los cálculos de los I de Moran para la comparación entre parcelas, observados, esperados, máximos, los valores p , el número de pares comparados (Pares), la distancia a los centroides

(DC) y el resultado en cuanto a la autocorrelación espacial (SAC) para cada caso se reseñan en el Apéndice 9.

Los promedios y las desviaciones estándar para abundancia, riqueza, índice de Shannon y de equitatividad, para todas las muestras tomadas por sitio (/S), para las muestras agrupadas por parcela y estación de cada año de los 2 años de muestreo (/P), y para las muestras agrupadas por cada estación y por cada año de los 2 años de muestreo (/M) se informan en la tabla 8.1. Cuando los datos no exhibían una distribución normal, ni homocedacia, ni aún agrupándolos, ni aún transformándolos se relizaron pruebas de Kruskal Wallis para las comparaciones entre bosques de los distintas variables comunitarias. En todos los casos se observan distribuciones apiñadas exhibiendo un sesgo marcado. En la tabla 8.2 se detallan la precipitación anual, la altitud y la distancia al centro de la ciudad de Bariloche para cada sitio muestreado.

Tabla 8.1 Promedios y desviación estándar para los hábitats muestreados y los hábitats combinados.

	Variables	C1	C2	D1	D2	A1	A2
HOJARASCA	Abundancia/m	25,84 +/- 38,78	26,32 +/- 29,02	96,19 +/- 80,10	40,14 +/- 48,97	29,44 +/- 25,17	32,81 +/- 44,38
	Riqueza/m	4,27 +/- 2,91	7,05 +/- 6,22	11,46 +/- 5,05	7,14 +/- 4,45	5,44 +/- 4,18	4,10 +/- 4,01
	Shannon/m	0,91 +/- 0,59	1,35 +/- 0,69	1,77 +/- 0,53	0,68 +/- 0,31	1,04 +/- 0,65	0,81 +/- 0,58
	Equitatividad/m	0,62 +/- 0,34	0,77 +/- 0,29	0,75 +/- 0,18	0,44 +/- 0,25	0,64 +/- 0,29	0,61 +/- 0,35
	Abundancia/P	73,22 +/- 102,01	27,78 +/- 36,41	138,94 +/- 151,76	49,06 +/- 53,10	40,89 +/- 48,69	38,28 +/- 45,98
	Riqueza/P	7,39 +/- 5,99	6,61 +/- 8,33	12,00 +/- 7,91	8,17 +/- 4,45	6,06 +/- 6,75	4,72 +/- 4,10
	Shannon/P	1,20 +/- 0,71	1,06 +/- 0,87	1,69 +/- 0,61	1,44 +/- 0,61	0,98 +/- 0,79	0,98 +/- 0,50
	Equitatividad/P	0,64 +/- 0,32	0,56 +/- 0,41	0,72 +/- 0,20	0,69 +/- 0,28	0,53 +/- 0,33	0,73 +/- 0,27
	Abundancia/S	73,22 +/- 87,90	27,78 +/- 17,85	138,94 +/- 116,01	49,06 +/- 31,23	40,89 +/- 35,17	38,28 +/- 25,81
	Riqueza/S	7,39 +/- 5,34	6,61 +/- 3,65	12,00 +/- 6,32	8,17 +/- 2,32	6,06 +/- 6,26	4,72 +/- 2,17
	Shannon/S	1,20 +/- 0,54	1,06 +/- 0,59	1,69 +/- 0,44	1,44 +/- 0,21	0,98 +/- 0,67	0,98 +/- 0,27
	Equitatividad/S	0,64 +/- 0,23	0,56 +/- 0,38	0,72 +/- 0,10	0,69 +/- 0,08	0,53 +/- 0,28	0,73 +/- 0,15
SUELO	Abundancia/m	5,04 +/- 13,14	42,17 +/- 93,18	38,91 +/- 33,36	29,67 +/- 44,84	18,17 +/- 41,67	18,78 +/- 25,91
	Riqueza/m	2,02 +/- 1,97	6,72 +/- 4,93	8,32 +/- 4,94	4,57 +/- 2,98	3,52 +/- 4,98	3,52 +/- 3,40
	Shannon/m	0,50 +/- 0,59	1,37 +/- 0,68	1,54 +/- 0,66	0,96 +/- 0,59	0,66 +/- 0,74	0,73 +/- 0,60
	Equitatividad/m	0,45 +/- 0,47	0,77 +/- 0,30	0,79 +/- 0,21	0,62 +/- 0,31	0,44 +/- 0,44	0,58 +/- 0,39
	Abundancia/P	14,00 +/- 24,72	42,17 +/- 93,45	47,56 +/- 45,87	34,61 +/- 47,65	23,22 +/- 68,40	24,00 +/- 30,26
	Riqueza/P	4,56 +/- 3,85	6,39 +/- 5,60	8,83 +/- 6,20	5,17 +/- 2,83	3,83 +/- 6,12	4,33 +/- 3,94
	Shannon/P	1,01 +/- 0,81	1,21 +/- 0,86	1,51 +/- 0,69	1,06 +/- 0,50	0,67 +/- 0,80	0,89 +/- 0,65
	Equitatividad/P	0,60 +/- 0,42	0,61 +/- 0,40	0,77 +/- 0,23	0,68 +/- 0,24	0,43 +/- 0,45	0,61 +/- 0,37
	Abundancia/S	14,00 +/- 15,60	42,17 +/- 63,68	47,56 +/- 29,94	34,61 +/- 27,38	23,22 +/- 40,40	24,00 +/- 11,83
	Riqueza/S	4,56 +/- 2,80	6,39 +/- 4,55	8,83 +/- 5,57	5,17 +/- 1,66	3,83 +/- 3,82	4,33 +/- 1,30
	Shannon/S	1,01 +/- 0,57	1,21 +/- 0,67	1,60 +/- 0,38	1,06 +/- 0,24	0,67 +/- 0,53	0,89 +/- 0,25
	Equitatividad/S	0,60 +/- 0,26	0,61 +/- 0,32	0,77 +/- 0,16	0,68 +/- 0,09	0,43 +/- 0,29	0,61 +/- 0,23
HOJARASCA + SUELO	Abundancia/m	15,54 +/- 30,75	34,03 +/- 67,71	69,94 +/- 68,86	35,02 +/- 46,74	24,04 +/- 34,19	25,48 +/- 36,19
	Riqueza/m	3,16 +/- 2,72	6,89 +/- 5,56	10,02 +/- 5,19	5,88 +/- 3,98	4,52 +/- 4,64	3,80 +/- 3,67
	Shannon/m	0,71 +/- 0,62	1,36 +/- 0,68	1,66 +/- 0,60	1,15 +/- 0,64	0,86 +/- 0,72	0,77 +/- 0,58
	Equitatividad/m	0,53 +/- 0,42	0,77 +/- 0,29	0,76 +/- 0,19	0,65 +/- 0,31	0,55 +/- 0,38	0,59 +/- 0,37
	Abundancia/P	43,61 +/- 79,08	34,97 +/- 70,27	93,25 +/- 119,82	41,83 +/- 50,26	32,06 +/- 59,20	31,14 +/- 39,04
	Riqueza/P	5,97 +/- 5,17	6,50 +/- 6,99	10,42 +/- 7,19	6,67 +/- 3,98	4,94 +/- 6,45	4,53 +/- 3,97
	Shannon/P	1,11 +/- 0,76	1,13 +/- 0,86	1,60 +/- 0,65	1,25 +/- 0,58	0,82 +/- 0,80	0,94 +/- 0,57
	Equitatividad/P	0,62 +/- 0,37	0,58 +/- 0,40	0,75 +/- 0,21	0,68 +/- 0,25	0,48 +/- 0,39	0,67 +/- 0,33
	Abundancia/S	43,61 +/- 47,04	34,97 +/- 38,85	93,25 +/- 68,54	41,83 +/- 23,05	32,06 +/- 36,44	31,14 +/- 13,61
	Riqueza/S	5,97 +/- 4,04	6,50 +/- 3,90	10,42 +/- 5,06	6,67 +/- 1,46	4,94 +/- 5,00	4,53 +/- 1,41
	Shannon/S	1,11 +/- 0,55	1,13 +/- 0,58	1,60 +/- 0,38	1,25 +/- 0,13	0,82 +/- 0,59	0,94 +/- 0,18
	Equitatividad/S	0,62 +/- 0,22	0,58 +/- 0,33	0,75 +/- 0,09	0,68 +/- 0,03	0,48 +/- 0,27	0,67 +/- 0,15

/m significa para todas las muestras por sitio, /P para todas las muestras agrupadas por parcela, por cada estación y por cada año de los 2 años de muestreo (n=18, salvo para A1 y C2 n=15 agrupamientos, debido a ceniza volcánica o nieve profunda respectivamente), /S promedio de las muestras agrupadas por cada estación de los 2 años de muestreo (n=6, salvo para A1 y C2 (n=5 muestras, debido a ceniza volcánica o nieve profunda respectivamente))

Tabla 8.2 Comparación de los bosques en cuanto a las variables abióticas

Código	C1	C2	D1	D2	A1	A2
Precipitación anual	1300 mm	1800 mm	1600 mm	1200 mm	1500 mm	1100 mm
Altitud	990 m	987 m	888 m	864 m	913 m	971 m
Distancia al centro	3,00 km	29 km	27 km	14 km	32 km	11 km
Sitio	Co Otto	Co Llao Llao	Llao Llao	Lago Gutiérrez	Co P.Laguna	Ao Challhuaco
Especie arbórea dominante	Ciprés		Coihue		Ñire	

8.4 Comparación de la abundancia en hojarasca entre sitios

El ordenamiento de menor a mayor para la abundancia en la hojarasca fue el siguiente D1 (96,19) > D2 (40,14) > A2 (32,81) > A1 (29,44) > C2 (26,32) > C1 (25,84) para todas las muestras por sitio de muestreo. Considerando el promedio de todas las muestras agrupadas por parcela, por cada estación y por cada año de los 2 años de muestreo y por sitio el ordenamiento fue el siguiente: D1 (138,94) > C1 (73,22) > D2 (49,06) > A1 (40,89) > A2 (38,28) > C2 (27,78). Para poder compararlos, se utilizó la transformación logarítmica para alcanzar el requisito de normalidad y realizar el Anova de la abundancia de los ensambles de oribátidos en la hojarasca. Existe homocedacia para la abundancia, ya que $F_{5; 94} = 1,047$ con $p=0,395$. Los resultados del Anova indican que existen diferencias entre los bosques cuando se considera la abundancia de los ensambles de oribátidos en la hojarasca ($F_{5; 99} = 3,639$ con $p < 0,001$). La prueba *post hoc* HDS de Tukey indica que la diferencia se debe a D1 (Tabla 8.3, Fig. 8.1), si bien no hay diferencias entre D1, D2 y A2.

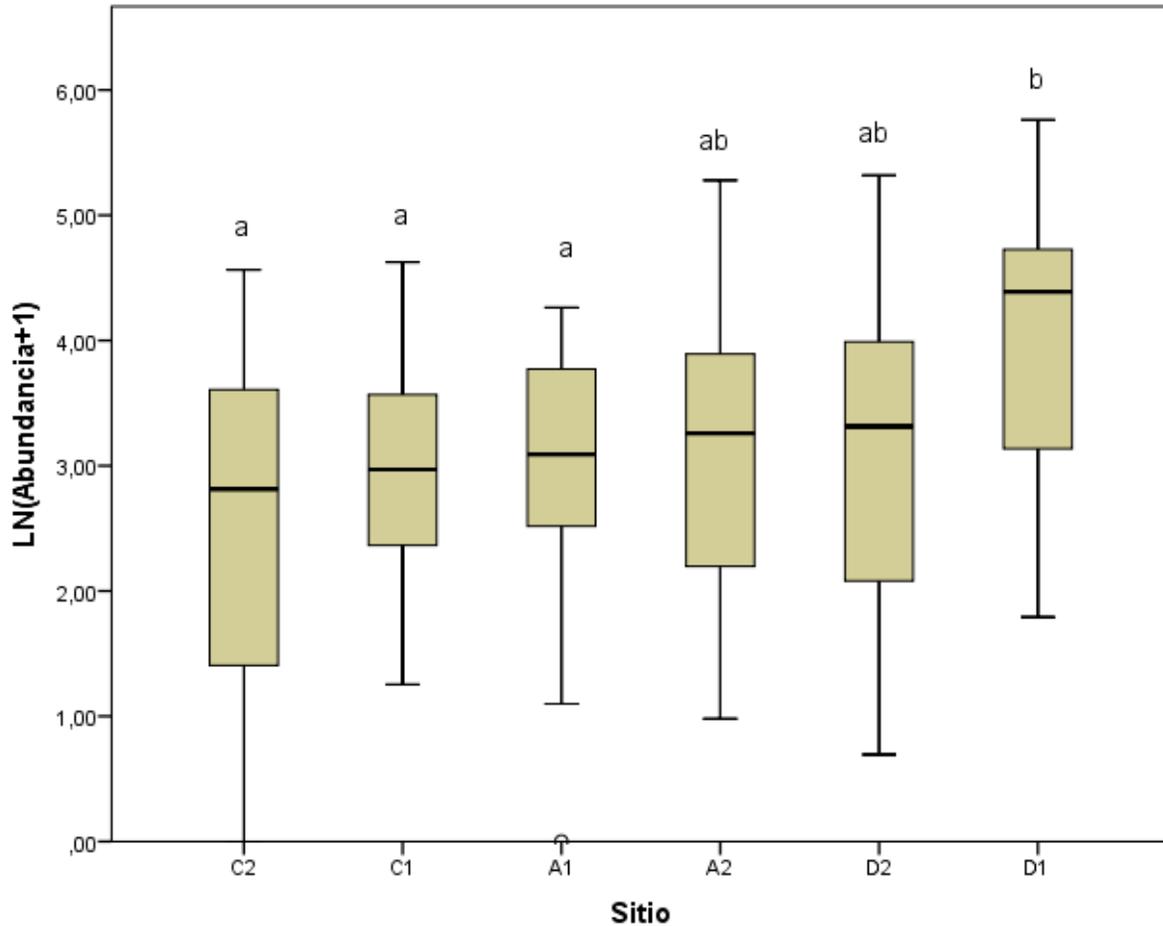


Figura 8.1 Gráfico de cajas para la abundancia en la hojarasca. la línea transversal indica la mediana y los bordes de las cajas paralelos a la mediana indican los cuartiles. Las letras sobre las cajas son distintas cuando existen diferencias significativas.

El hecho de que la hojarasca D1 exhibe una mayor abundancia mayor comparada con la de los otros bosques, apoya la suposición de que este bosque resulta un refugio importante para la supervivencia de los ácaros oribátidos.

Tabla 8.3 Prueba Posthoc de HDS Tukey. Variable dependiente LN de la Abundancia de ácaros oribátidos en la hojarasca+1

Factor Bosque (Media armónica=16,552)	N	alpha = 0.05	
		1	2
C2	15	2,5061	
C1	16	2,8846	
A1	15	2,9124	
A2	18	3,0386	3,0386
D2	18	3,2500	3,2500
D1	18		4,2040
Sig.		0,782	1,000

8.5 Comparación de la abundancia en suelo entre sitios

El ordenamiento de menor a mayor para la abundancia en el suelo fue el siguiente: D1 (96,19) > D2 (40,14) > A2 (32,81) > A1 (29,44) > C2 (26,32) > C1 (25,84) para todas las muestras por sitio de muestreo. Considerando el promedio de todas las muestras agrupadas por parcela el ordenamiento fue el siguiente: D1 (47,56) > C2 (42,17) > D2 (34,61) > A2 (24) > A1 (23,22) > C1 (14). Como la abundancia de oribátidos en el suelo no cumple con el supuesto de normalidad ni aun luego de probar la transformación logarítmica, raíz cuadrada o arco seno, se optó por realizar el test de Kruskal Wallis para comprobar si existen diferencias significativas entre los bosques.

Tabla 8.4 Prueba de Kruskal-Wallis para abundancia de oribátidos en el suelo.

Suelo Bosque	N	Rango Medio	X ²	gL	Sig.
A1	15	34,17	20,322	5	<0,001
A2	18	50,75			
C1	16	30,72			
C2	15	57,43			
D1	18	66,44			
D2	18	59,64			
Total	100				

Los resultados muestran que hay diferencias significativas $X^2_5=20,322$; $p<0,001$. El origen de las diferencias significativas aparece entre D1 y C1 ($p= 0,022$) y entre D1 y A1 ($p= 0,005$). Dada, las mayores abundancias se dan en D1 y D2 (Fig. 8.2), se observa que los suelos de los bosques en D1 constituyen hábitats que convendría preservar ya que con ello se protegen un número importante de especies de oribátidos, esto estaría relacionado con la mayor humedad y la situación natural que presentan estos bosques sin actividades de extracción.

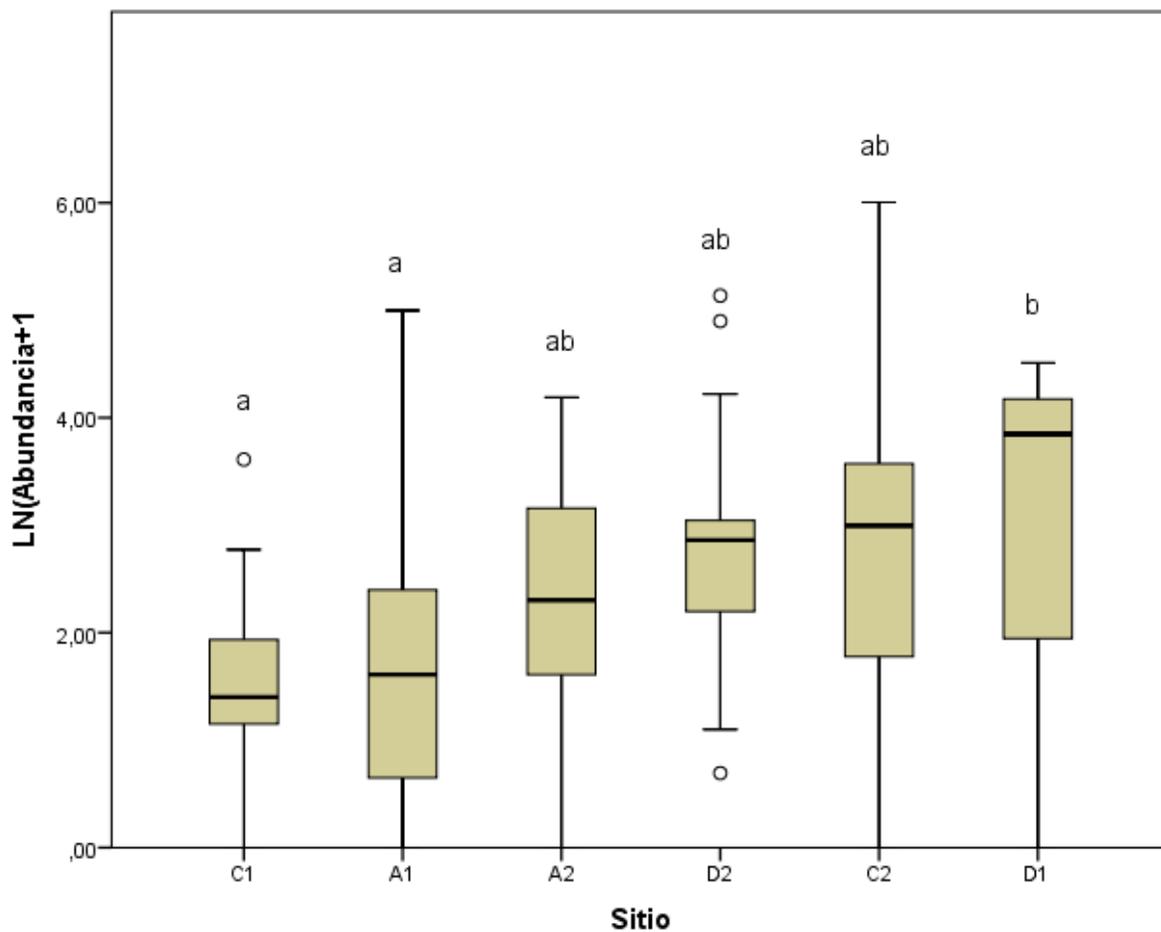


Figura 8.2 Gráfico de cajas para la abundancia en el suelo. la línea transversal indica la mediana y los bordes de las cajas paralelos a la mediana indican los cuartiles. Los círculos son valores atípicos alejados 1,5 longitudes del rango intercuartiles.

8.6 Comparación de la riqueza específica en la hojarasca entre sitios

El ordenamiento de menor a mayor para la riqueza específica en la hojarasca fue el siguiente: D1 (11,46) > D2 (7,14) > C2 (7,05) > A1 (5,44) > C1 (4,27) > A2 (4,10) para todas las muestras por sitio de muestreo. Considerando el promedio de todas las muestras agrupadas por muestreo por sitio el ordenamiento fue el siguiente: D1 (12) > D2 (8,17) > C1 (7,39) > C2 (6,61) > A1 (6,06) > A2 (4,72). Dado que solamente cuando se agruparon los datos por parcela y por estación los datos de riqueza en la hojarasca para cada bosque mostraban una distribución normal y exhibían homocedacia, se realizó un Anova para averiguar si los sitios diferían entre sí para la riqueza específica en la hojarasca (Tabla 8.5)

Tabla 8.5 Anova para la riqueza específica de los oribátidos en la hojarasca.

	Suma de cuadrados		gl	Cuadrados Medios	F	Sig.
Riqueza específica Hojarasca	Entre bosques	165,423	5	33,085	1,659	0,177
	En cada bosque	558,526	28	19,947		
	Total	723,949	33			

No hay diferencias significativas entre bosques para la riqueza en la hojarasca. Este dato corrobora que las riquezas que se observan en la hojarasca para este grupo de ácaros son similares entre bosques (Fig. 8.3). Si se repite el Anova solo para D1 y A2 hay diferencias significativas para la riqueza entre estos dos bosques (F= 7,119; p=0,024).

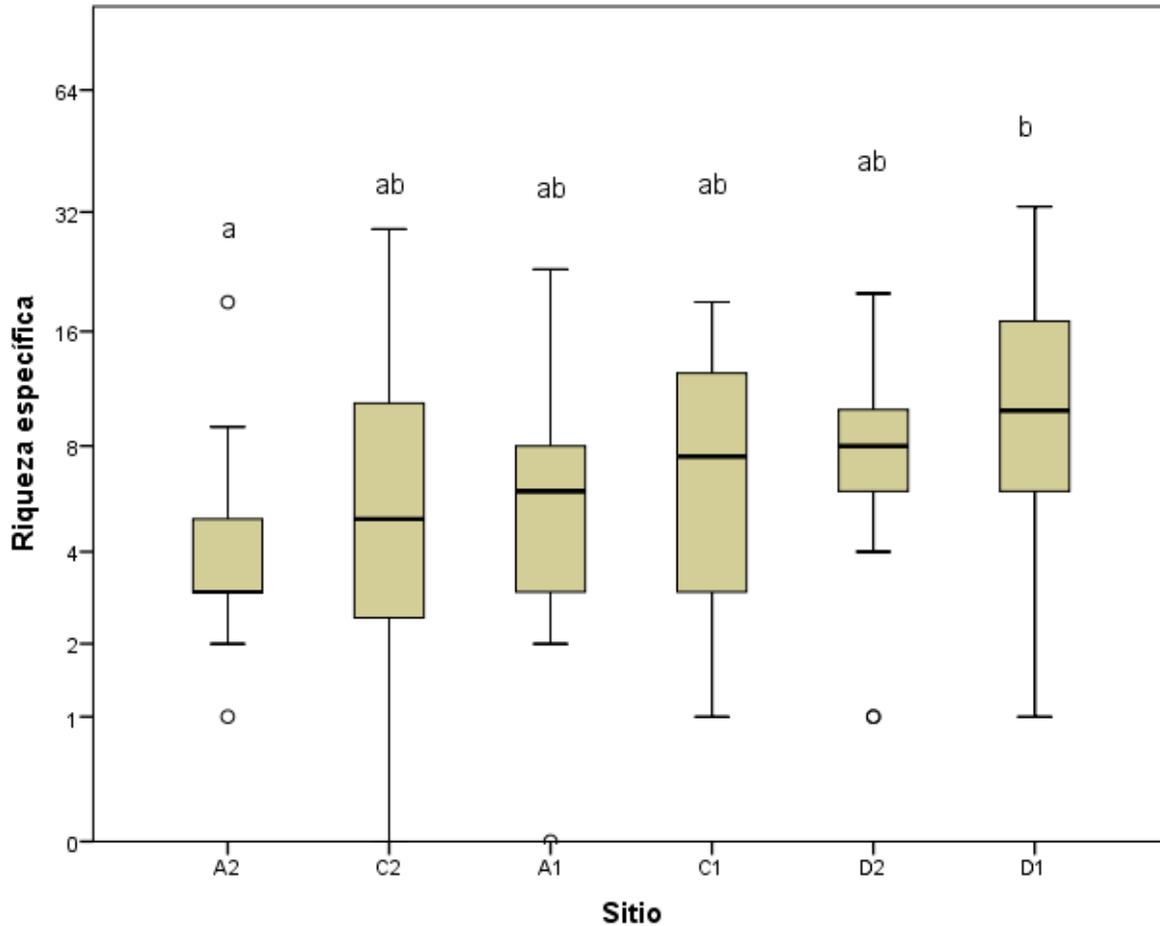


Figura 8.3 Gráfico de cajas para la riqueza específica en la hojarasca.

8.7 Comparación de la riqueza específica en el suelo entre sitios

El ordenamiento de menor a mayor para la riqueza específica en el suelo fue el siguiente: D1 (8,32) > C2 (6,72) > D2 (4,57) > A1 (3,52) = A2 > C1 (2,02) para todas las muestras por sitio de muestreo. Considerando el promedio de todas las muestras agrupadas por muestreo por sitio el ordenamiento fue el siguiente: D1 (8,83) > C2 (6,39) > D2 (5,17) > C1 (4,56) > A2 (4,33) > A1 (3,83). La única forma de alcanzar normalidad fue agrupando los datos por parcela y estación. Se vio que las varianzas de la variable comunitaria riqueza específica de los seis sitios de bosques no son homogéneas (estadístico de Levene = 0,3750; grados de libertad 5 y 28; $p = 0,010$). Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis indican que las diferencias entre los valores de riqueza son significativas. Los análisis posthoc indican que las diferencias significativas se dan entre el sitio A1 y D1. (Tabla 8.6., Fig. 8.4).

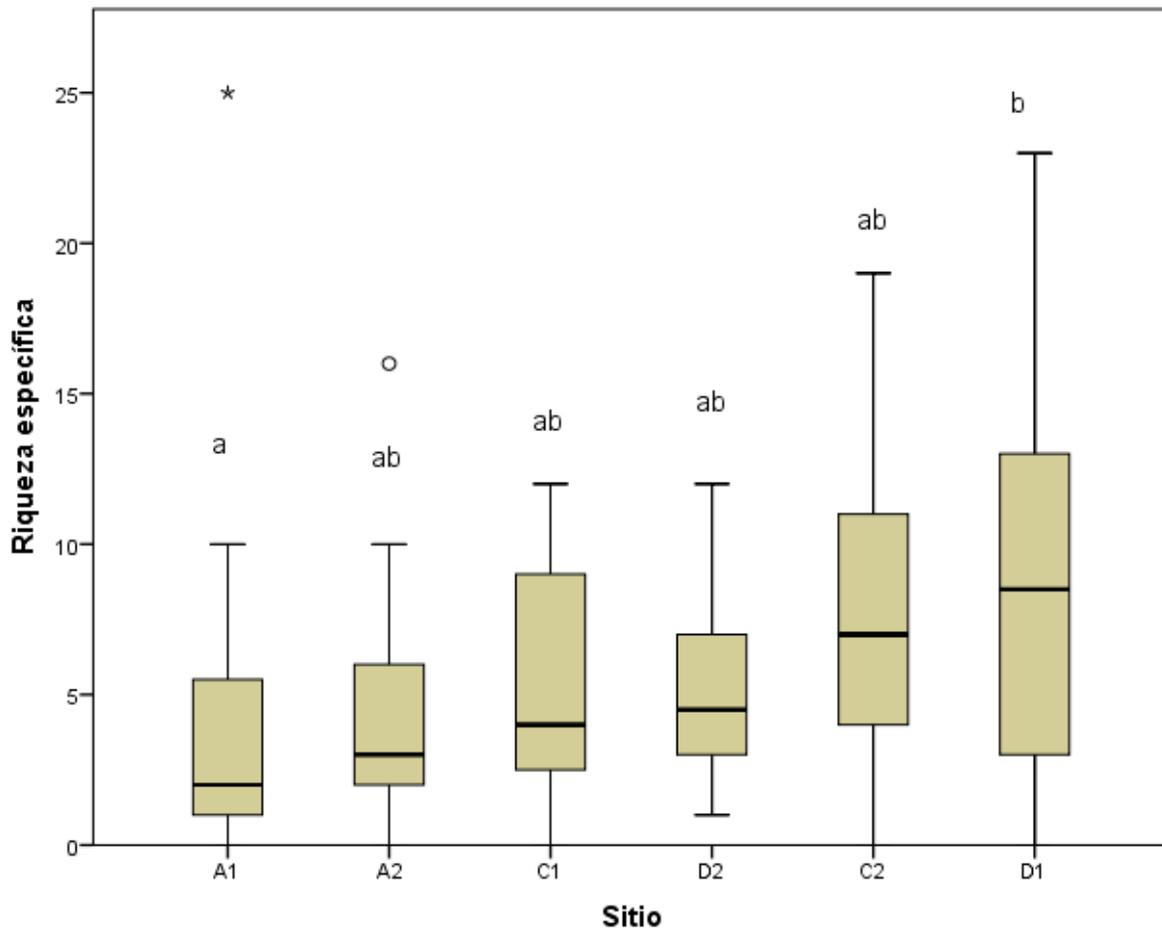


Figura 8.4 Gráfico de cajas para la riqueza específica en el suelo. Los asteriscos son valores atípicos alejados mas de 3 longitudes del rango intercuartiles.

Las comparaciones múltiples posthoc revelan que las diferencias entre los distintos bosques se deben a la comparación entre D1 y A1 con $p=0,066$.

Tabla 8.6 Prueba de Kruskal-Wallis para la riqueza específica en el suelo

Bosque	N	Rango Medio	χ^2	gL	Sig.
A1	15	35,97	12,280	5	0,031
A2	18	41,06			
C1	16	41,97			
C2	18	61,07			
D1	15	64,81			
D2	18	51,19			
Total	105				

8.8 Comparación de la diversidad y de la equitatividad para la hojarasca

El ordenamiento de menor a mayor para diversidad específica en la hojarasca fue el siguiente: D1 (1,77) > C2 (1,35) > A1 (1,04) > C1 (0,91) > A2 (0,81) > D2 (0,68) para los datos agrupados por sitio de muestreo. Considerando el promedio de todas las muestras agrupadas por muestreo el ordenamiento fue el siguiente: D1 (1,69) > D2 (1,44) > C1 (1,20) > C2 (1,06) > A2 (0,98) = A1 (0,98).

El ordenamiento de mayor a menor para la equitatividad en la hojarasca fue el siguiente: C2 (0,77) > D1 (0,75) > A1 (0,64) > C1 (0,62) > A2 (0,61) > D2 (0,44) para el promedio de todas las muestras de cada sitio. Considerando el promedio de todas las muestras agrupados por muestreo por sitio el ordenamiento fue el siguiente: A2 (0,73) > D1 (0,72) > D2 (0,69) > C1 (0,64) > C2 (0,56) > A1 (0,53). Los datos para la diversidad cumplen con el supuesto de normalidad.

Existe homocedacia ($F_{5, 94} = 1,036$ con $p=0,401$)

Tabla 8.7 Anova para la diversidad en la hojarasca.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	5,207	5	1,041	2,566	0,032
Intra-grupos	38,157	94	0,406		
Total	43,364	99			

Tabla 8.8 Prueba posthoc para la diversidad en la hojarasca

Sitio	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
A2	18	,98256	
A1	15	1,17213	1,17213
C2	15	1,28293	1,28293
C1	16	1,35231	1,35231
D2	18	1,44406	1,44406
D1	18		1,69411
Sig.		0,305	0,182

Existen diferencias significativas entre sitios (Tabla 8.7.; Fig. 8.5.). El test posthoc indica que la las diferencia se deben a la comparación entre D1 y A2 son significativas (Tabla 8.8). La hojarasca del bosque D1 ha sido el hábitat de mayor diversidad por muestra ($H' = 1,77$) y la hojarasca de los bosques de Ñire ha sido el hábitat de menor diversidad ($H' = 0,98$), tanto cuando se analizaron las muestras agrupadas por parcela como cuando se promedian todas las muestras por sitio. Esto podría deberse a que estos bosques son los que mayor efecto antrópico sufren, o a que son bosques más jóvenes que los de Coihue sitio 1. Retirando del análisis al bosque de Coihue 1 no existen diferencias significativas entre los restantes bosques ($X^2_4 = 6,739$; $p = 0,150$).

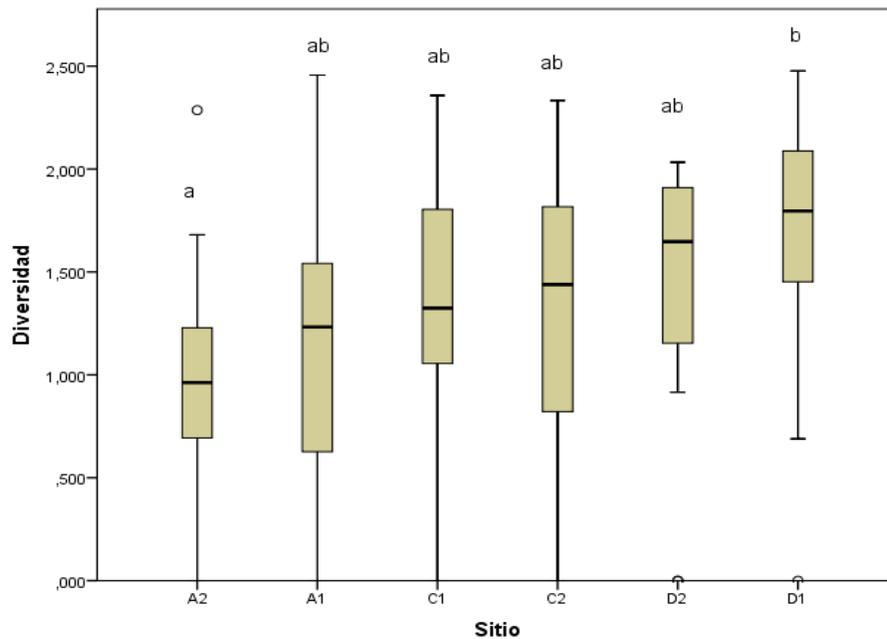


Figura 8.5 Gráfico de cajas para la diversidad en la hojarasca. • media, la línea transversal indica la mediana y los bordes de las cajas paralelos a la mediana indican los cuartiles.

En cuanto a los datos de equitatividad para la hojarasca, para alcanzar la normalidad se agruparon por parcela y estación y se comprobó la ausencia de homocedacia ($F_{5; 94} = 3,406$ con $p=0,016$).

No habría diferencias entre bosques en cuanto a la equitatividad (Tabla 8.9, Fig. 8.6.).

Por lo tanto no existen diferencias significativas para la hojarasca en cuanto a la equitatividad, y los sitios elegidos responden de igual forma a este índice.

Tabla 8.9 Prueba de Kruskal Wallis para la equitatividad en la hojarasca.

Bosque	N	Rango Medio	X^2	gL	Sig.
A1	15	38,97	3,765	5	0,584
A2	18	56,44			
C1	16	50,69			
C2	18	56,37			
D1	18	49,97			
D2	18	49,64			
Total	100				

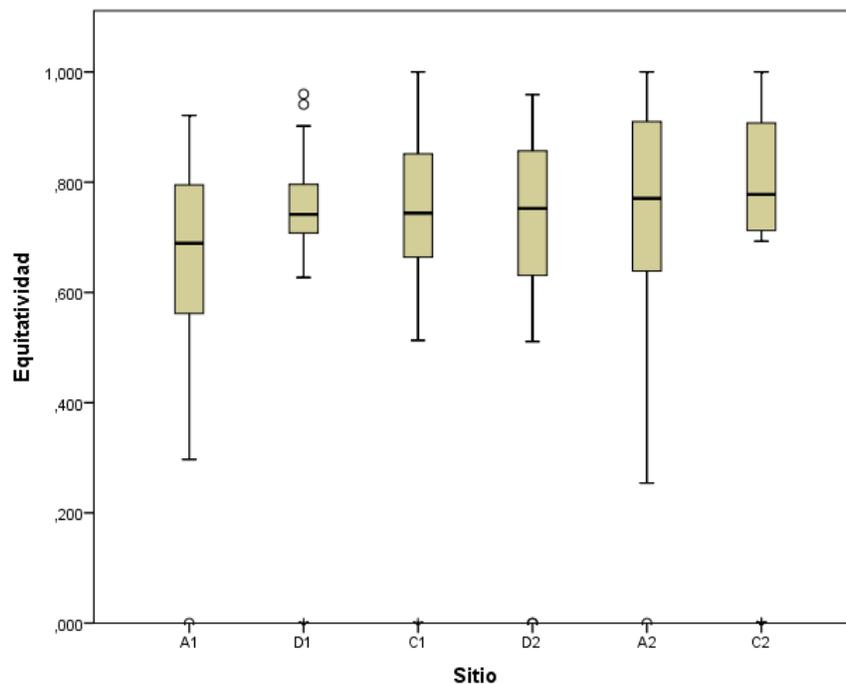


Figura 8.6 Gráfico de cajas para la equitatividad en la hojarasca. • media, la línea transversal indica la mediana y los bordes de las cajas paralelos a la mediana indican los cuartiles.

8.9 Comparación de la diversidad y de la equitatividad para el suelo.

El ordenamiento de menor a mayor para diversidad específica en el suelo resultó ser el siguiente: para todas las muestras por sitio de muestreo: D1 (1,54) > C2 (1,37) > D2 (0,96) > A2 (0,73) > A1 (0,66) > C1 (0,50). Considerando el promedio de las muestras agrupadas por muestreo y por sitio el ordenamiento fue el siguiente: D1 (1,60) > C2 (1,21) > D2 (1,06) > C1 (1,01) > A2 (0,89) > A1 (0,67) (Fig. 8.7.)

El ordenamiento de menor a mayor para la equitatividad en el suelo resultó ser el siguiente: para todas las muestras por sitio de muestreo: D1 (0,79) > C2 (0,77) > D2 (0,68) > A2 (0,58) > C1 (0,45) > A1 (0,44). Considerando el promedio de las muestras agrupadas por muestreo y por sitio el ordenamiento fue el siguiente: D1 (0,77) > D2 (0,68) > C2 (0,61) = A2 (0,61) > C1 (0,60) > A1 (0,43) (Fig. 8.8).

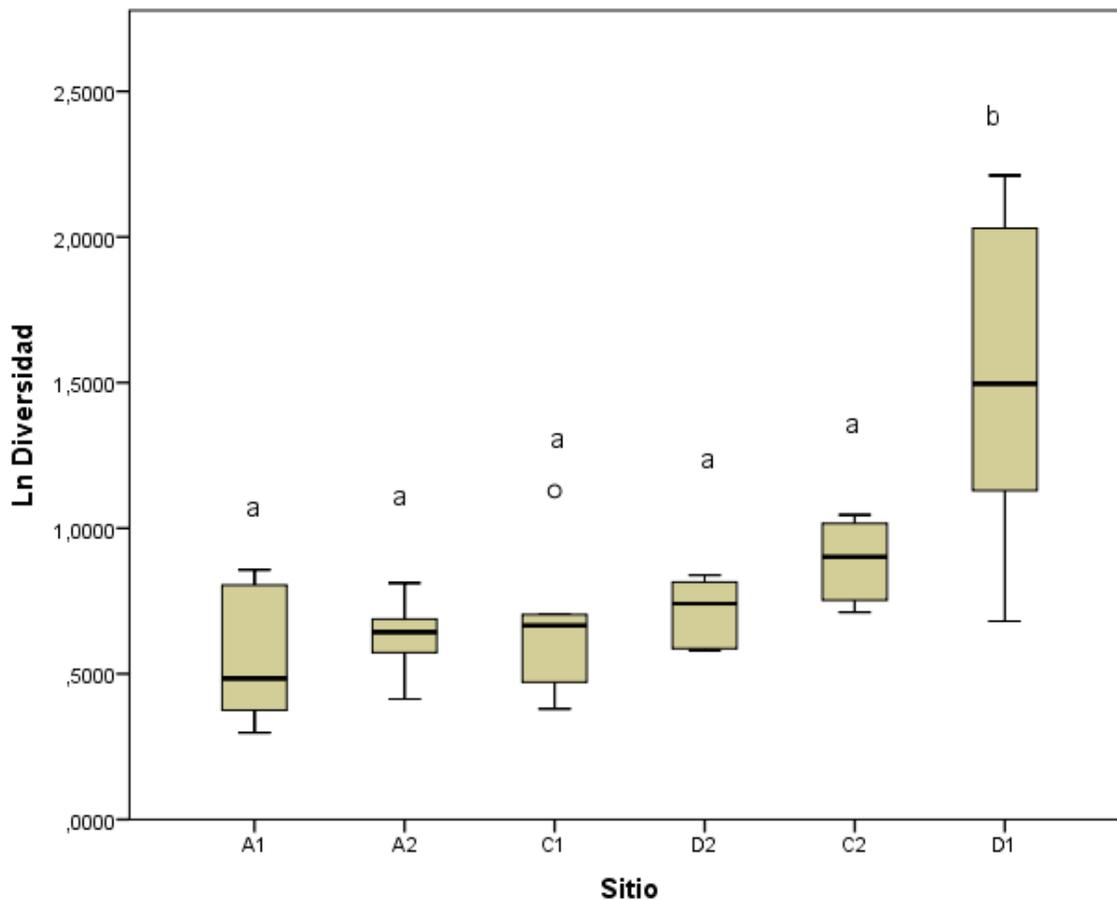


Figura 8.7 Gráfico de cajas para la diversidad en el suelo. ● media, la línea transversal indica la mediana y los bordes de las cajas paralelos a la mediana indican los cuartiles.

Se usaron los datos agrupados por parcela y estación para comparar la homocedacia mediante la prueba de Levene:

Prueba de homocedacia				
	Estadístico de Levene	gL1	gL2	Sig.
J'	1,652	5	28	0,179
H'	1,732	5	28	0,160

Se comprobó que no existen en este caso diferencias significativas entre las varianzas. Los resultados del Anova de la diversidad y de la equitatividad para cada sitio, se exhiben en la tabla 8.10.

Tabla 8.10 Anova para la diversidad y la equitatividad en el suelo.

Anova		Suma de cuadrados	gL	Cuadrados Medios	F	Sig.
H'	Entre bosques	2,347	5	0,469	2,436	0,059
	Dentro de cada bosque	5,396	28	0,193		
	Total	7,743	33			
J'	Entre bosques	0,235	5	0,047	1,278	0,301
	Dentro de cada bosque	1,028	28	0,037		
	Total	1,262	33			
Ln(H')	Entre bosques	3,595	5	0,719	7,686	0,001
	Dentro de cada bosque	2,619	28	0,094		
	Total	6,215	33			
Ln(J')	Entre bosques	0,474	5	0,095	5,331	0,001
	Dentro de cada bosque	0,498	28	0,018		
	Total	0,972	33			

Los índices de diversidad y de equitatividad para los ácaros oribátidos en el suelo no resultan significativamente diferentes para los distintos bosques y son aproximadamente similares.

Sin embargo al aplicar la transformación logarítmica a los datos se observan diferencias significativas para la diversidad y la equitatividad en el suelo siendo el origen el sitio D1 (Figs. 8.7 y 8.8).

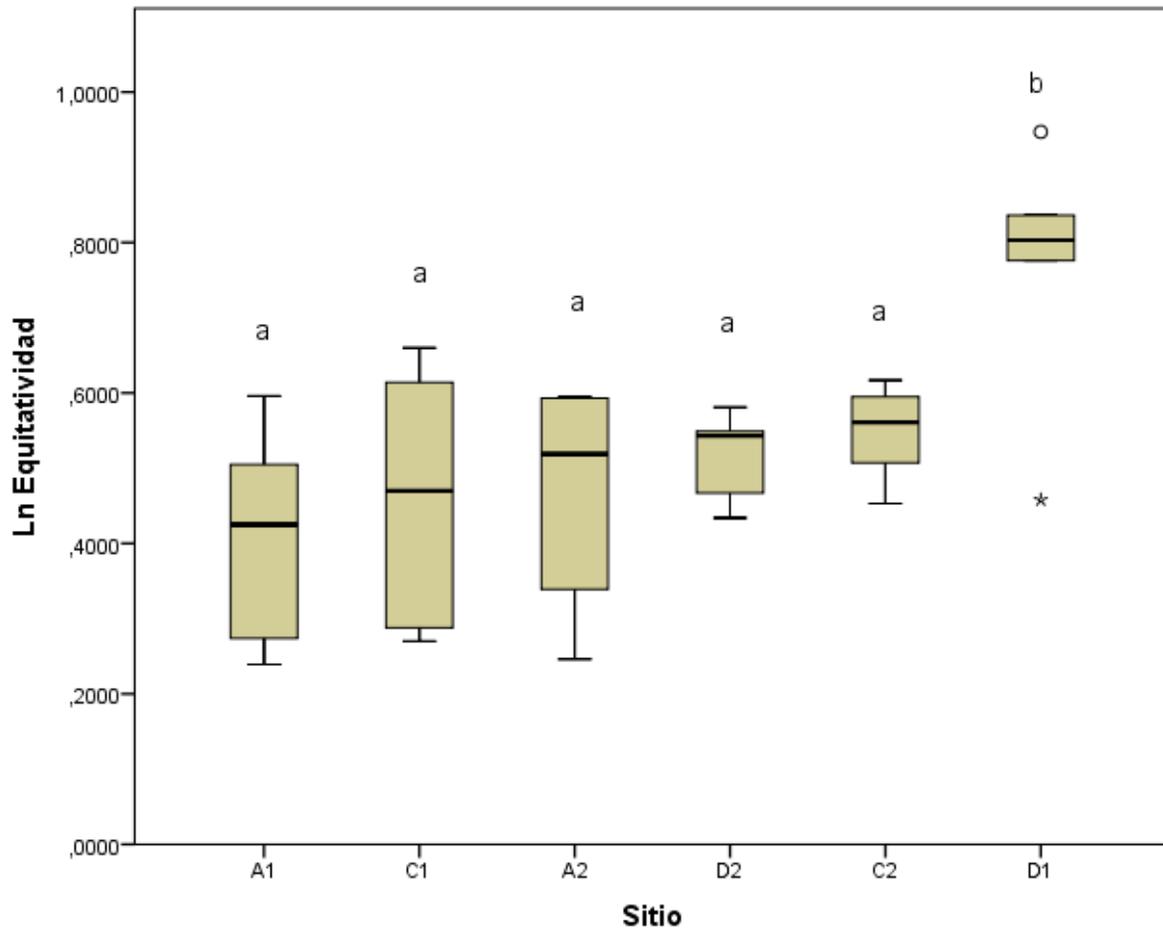


Figura 8.8 Gráfico de cajas para la equitatividad en el suelo. ● media, la línea transversal indica la mediana y los bordes de las cajas paralelos a la mediana indican los cuartiles.

8.10 Análisis de correlación entre los factores abióticos y las variables comunitarias.

8.10.1 Análisis de correlación para la hojarasca

Los coeficientes de correlación de Pearson entre la abundancia de oribátidos y la altitud y entre la abundancia de oribátidos y la precipitación anual son bajos indicando una correlación débil que fue significativa y negativa para la altitud ($-0,285$; $p < 0.001$; $n = 164$) pero no significativa para la precipitación anual ($0,150$; $p = 0,056$, $n = 164$). Esto indicaría una muy pequeña tendencia a que la abundancia disminuya con la altitud para los sitios muestreados. No se comprueba por lo tanto la predicción de que los sitios con mayores precipitaciones permiten mayor abundancia de oribátidos. La correlación negativa para la altitud podría deberse a que la disminución de la temperatura con la altitud provocaría una menor supervivencia, una menor fecundidad o la presencia de una menor cantidad de especies de ácaros oribátidos en la hojarasca a pesar de que la precipitación es mayor a mayores altitudes.

Los coeficientes de correlación de Pearson entre la riqueza específica de oribátidos y la precipitación anual y entre la riqueza específica de oribátidos y la altitud son bajos indicando una correlación débil que fue significativa y negativa para la altitud ($-0,285$; $p < 0.001$; $n = 164$) y significativa y positiva para la precipitación anual ($0,150$; $p = 0,056$; $n = 164$). Esto indicaría una muy pequeña tendencia a que la riqueza disminuya con la altitud y aumente con la precipitación para los sitios muestreados.

Si bien los coeficientes de correlación de Pearson entre la diversidad de oribátidos y la precipitación anual y entre diversidad de oribátidos y la altitud son bajos, los dos son significativos (Precipitación anual: $0,295$; $p < 0.001$; $n = 164$; Altitud: $-0,313$; $p < 0.001$; $n = 164$) por lo tanto habría una posibilidad de que a medida que la altitud aumenta la diversidad disminuye y a medida que la precipitación aumenta la diversidad aumenta. Este resultado apoya ligeramente la predicción de que los sitios con mayores precipitaciones permiten mayor diversidad de oribátidos. La correlación negativa para la altitud podría deberse a que la disminución de la temperatura con la altitud provocaría una menor supervivencia de ácaros oribátidos a pesar de que la precipitación es mayor a mayores altitudes. Los sitios más diversos serían aquellos con mayor precipitación y con menor altitud. Esto indicaría una muy pequeña tendencia a que la

diversidad disminuya con la altitud y aumente con la precipitación para los sitios muestreados. Existe una leve tendencia que apoyaría la predicción de que los sitios con mayores precipitaciones permiten mayor diversidad de oribátidos en la hojarasca.

8.10.2 Análisis de correlación para el suelo.

Si bien los coeficientes de correlación entre la abundancia y la precipitación anual y entre la abundancia y la altitud son bajos, el correspondiente a la precipitación anual es significativo (0,178; $p=0,026$; $n=166$) y es no significativo para la altitud (-0,154; $p=0,054$; $n=166$). Existe una asociación débil entre las dos variables abundancia y precipitación anual, en la dirección a mayor precipitación mayor abundancia.

Si bien los coeficientes de correlación entre la riqueza específica y la precipitación anual y entre la riqueza específica y la altitud son bajos resultan significativos, tanto para la precipitación anual (0,320; $p<0,001$; $n=157$) como para la altitud (-0,237; $p=0,003$; $n=157$). Existe asociación débil entre las variables riqueza específica con la precipitación en la dirección a mayor precipitación mayor riqueza. Existe también una asociación leve entre riqueza y altitud, en la dirección a mayor altitud menor riqueza de oribátidos en el suelo de los bosques.

La disminución de la riqueza con la altitud podría deberse a que una disminución en la temperatura tendría un efecto opuesto al de las precipitaciones, permitiendo menor supervivencia, menor fecundidad y menor cantidad de especies.

Para la diversidad en el suelo, se observa el mismo resultado que para la riqueza, si bien los coeficientes de correlación son bajos, es significativo tanto para la precipitación anual (0,326; $p<0,001$; $n=157$) como para la altitud (-0,218; $p=0,006$; $n=157$). Se concluye en forma similar al caso anterior. La disminución de la diversidad con la altitud podría deberse a que una disminución en la temperatura resulta un inconveniente para que los oribátidos puedan subsistir y reproducirse. Este efecto es opuesto al de las precipitaciones cuyos mayores valores promoverían suelos húmedos adecuados para que los oribátidos puedan subsistir y reproducirse.

Se observa que los coeficientes de correlación entre la equitatividad y la precipitación anual y entre la equitatividad y la altitud son muy cercanos a cero y los resultados son significativos solo para la precipitación anual (ver Tabla 8.11).

Tabla 8.11 Coeficientes de correlación de Pearson para la comparación entre la equitatividad y la precipitación anual y la altitud.

Variables abióticas	Equitatividad (Índice J' de Shannon)					
	Hojarasca			Suelo		
	Coefficiente de correlación	significancia	N	Coefficiente de correlación	significancia	N
Precipitación anual	0,153	0,05	164	0,158	0,048	157
Altitud	-0,075	0,340	164	-0,088	0,272	157

Con este resultado no se puede descartar que haya correlación muy leve con la precipitación anual. Lugares con mayor precipitación anual tendrían mayor equitatividad.

8.10.3 Análisis de correlación para especies poco abundantes de oribátidos en los bosques con la precipitación anual, la altitud y la distancia al centro.

Para considerar las especies poco abundantes se tuvieron en cuenta los eventos de *singletons* (n° de muestras con un solo ejemplar perteneciente a una misma especie), *doubletons* (n° de muestras con dos ejemplares perteneciente a una misma especie) y *tripletons* (n° de muestras con 3 ejemplares perteneciente a una misma especie).

Las especies consideradas raras cuando la abundancia en los muestreos era de al menos el 75 % en forma de *singletons*, *doubletons* o *tripletons* (Tabla 8.12) se usaron para el análisis de la correlación con la de precipitación anual, la altitud y la distancia al centro de la ciudad de Bariloche (Tabla 8.13).

Tabla 8.12 Especies raras.

Bosque	<i>Singletons</i>	<i>Doubletons</i>	<i>Tripletons</i>
C1	150	62	23
C2	124	39	23
D1	155	73	44
D2	104	32	22
A1	87	38	21
A2	67	16	18

Si bien los coeficientes de correlación de Pearson son bajos, dan significativos para la precipitación anual, para la altitud y para la distancia al centro (Tabla 8.13). Existe una leve tendencia que apoyaría la predicción de que los sitios con mayores precipitaciones permiten mayor cantidad de especies raras de oribátidos en los bosques, en cambio los de mayor altitud tendrían un efecto opuesto.

Tabla 8.13 Coeficientes de correlación de Pearson para la comparación entre casos con pocos individuos de una misma especie por muestra con variables independientes.

Factores Abióticos	Casos con individuos de la misma especie por muestra					
	<i>Singletons</i> (un individuo)		<i>Doubletons</i> (dos individuos)		<i>Tripletons</i> (tres individuos)	
	Coefficiente de Correlación	Significancia	Coefficiente de Correlación	Significancia	Coefficiente de Correlación	Significancia
Precipitación anual (mm)	+0,273	< 0,001	+0,268	< 0,001	+0,167	0,003
Altitud (msnm)	-0,159	0,004	-0,169	0,002	-0,177	0,001
Distancia al centro (km)	+0,245	< 0,001	+0,225	< 0,001	+0,206	<0,001

Por lo tanto se cumple en parte la predicción de que < Existirá una mayor proporción de especies raras en bosques con mayor cantidad de precipitaciones>, derivada de la de la hipótesis 1 (Los bosques con abundantes precipitaciones permiten la supervivencia de especies de oribátidos al promover un ambiente protegido y húmedo que impide la deshidratación corporal en animales de muy pequeño tamaño como los oribátidos.)

Asimismo no se podría descartar la hipótesis planteada de que “Los sitios de bosques cercanos a las ciudades al soportar mayor alteración del ambiente natural afectan la supervivencia de la fauna de oribátidos debido a actividades antrópicas de deforestación, contaminación ambiental y compactación del suelo entre otras”, ya que se cumple en parte la predicción de que < Los sitios más alejados tendrán una mayor proporción de especies raras>.

8.10.4 Análisis de entre las variables comunitarias con la distancia al centro.

Se observa que si bien los coeficientes de correlación son bajos la correlación es significativa salvo para el caso de la equitatividad (ver Tabla 8.14.).

Se concluye que existe una leve tendencia para apoyar las predicciones de que existe mayor abundancia, mayor riqueza y mayor diversidad en los bosques más alejados de la ciudad. Esto no se verificó para el caso de la equitatividad. Estas predicciones apoyarían la hipótesis de que “Los sitios de bosques cercanos a las ciudades al soportar mayor alteración del ambiente natural afectan la supervivencia de la fauna de oribátidos debido a actividades antrópicas de deforestación, contaminación ambiental y compactación del suelo entre otras.”

Tabla 8.14 Coeficientes de correlación de Pearson para la comparación entre distancia al centro de Bariloche con la abundancia, la riqueza, la diversidad y la equitatividad.

Variables comunitarias	Distancia al Centro de la ciudad de Bariloche (km)					
	Hojarasca			Suelo		
	Coeficiente de correlación	significancia	N	Coeficiente de correlación	significancia	N
Abundancia	0,186	0,017	164	0,219	0,006	157
Riqueza	0,307	<0,001	164	0,326	<0,001	157
Diversidad (índice de Shannon)	0,289	<0,001	164	0,303	<0,001	157
Equitatividad (índice de Shannon)	0,132	0,093	164	0,118	0,142	157

8.11 Discusión

La abundancia elevada de ácaros oribátidos y su elevada diversidad son reconocidas como indicadoras de un bosque saludable (Wallwork, 1983). Considerando las condiciones ambientales de los bosques del LLao LLao en cuanto a precipitación anual, altitud y distancia al casco urbano, este sitio tendría condiciones más adecuadas para una mayor abundancia y diversidad de ácaros que los demás sitios, lo que se observa cuando se compara la abundancia y la diversidad para la suma hojarasca más suelo (ver tabla 8.1). Se puede considerar en este aspecto que los Bosques del LLao LLao son sitios más prístinos y con menor impacto antrópico. Actualmente son lugares que son controlados en cuanto al uso antrópico, por lo menos en los lugares muestreados. En

general los bosques naturales son un refugio para los ácaros oribátidos, en conjunto con el hecho de que también estos bosques manifiestan una mayor riqueza específica y mayor diversidad de estos artrópodos se puede concluir el bosque de Coihue del LLao LLao es un hábitat que conviene seguir preservando ya que con ello se protegen un número importante de especies de oribátidos y por lo tanto de la biota de estos hábitats. Asimismo el bosque de Coihue D2 del Lago Gutiérrez es el segundo en valores de diversidad de ácaros oribátidos y convendría incluirlo en los planes de preservación.

La mayor edad de los árboles en este sitio, sería también un factor importante, esto coincide con la bibliografía ya que se sabe que los bosques más antiguos ostentan mayor riqueza y diversidad de oribátidos (Wallwork, 1983; Scheu & Schulz, 1996; Migge *et al.*, 1998); esto se debe a la complejización y a la heterogeneidad del bosque a medida que un bosque madura, por ejemplo por acumulación de crecimientos epifíticos, líquenes, musgos y suelos suspendidos, corteza muerta y troncos caídos (Lindo & Stevenson, 2007), y se ha visto que la riqueza de los ácaros está relacionada positivamente con la diversidad del microhábitat (Anderson, 1978, Berg *et al.*, 1998, Hansen, 2000). La gran diversidad y abundancia de los oribátidos en los bosques viejos se debería también a que la mayoría de los ácaros oribátidos exhiben caracteres de historia de vida del tipo K, con baja fecundidad, largos periodos de desarrollo y bajas tasas metabólicas (Behan-Pelletier 1999, Norton & Behan-Pelletier 2009). Además la mayor abundancia de ácaros oribátidos en el suelo podría deberse a una mayor acumulación de restos de madera como cortezas y troncos muertos y de materia orgánica en suelos de bosques maduros, ya que se ha visto que la cantidad de materia orgánica es un determinante importante de la abundancia de microartrópodos (Wallwork, 1983; Blair *et al.*, 1994).

En oposición a lo visto en este estudio se ha observado un leve aumento en la diversidad y la equitatividad con un aumento en la altitud en cinco sitios de las montañas Appalaches, pero esta tendencia no pareció ser consistente y es de difícil interpretación (Lamoncha & Crossley 1998). En un relevamiento de ácaros oribátidos de las islas Galápagos se concluyó que la riqueza específica de las islas depende de la altitud y del número de hábitats disponibles, más que del área de la isla. La diversidad y la abundancia aumentan desde las zonas áridas hacia las más húmedas a mayores altitudes (Schatz, 1998). En un estudio en Grecia se concluye que la altitud *per se* no induce patrones claros de distribución de los oribátidos y actúa más bien indirectamente a través del efecto de la formación de la vegetación local (Kallimanis *et al.*, 2002), esto puede

explicar los bajos coeficientes de correlación encontrados. Hasegawa *et al.* (2006) observaron una disminución de la densidad y la riqueza de morfoespecies de ácaros oribátidos con la altitud en Malasia. Estos autores vieron que la densidad de ácaros oribátidos estaba correlacionada positivamente con la concentración de fósforo orgánico del suelo y negativamente con la concentración de calcio intercambiable en el suelo y que la riqueza de morfoespecies de oribátidos se correlacionaba positivamente con la concentración de fósforo en la hojarasca, con la biomasa por encima del suelo, con la diversidad arbórea y con la cantidad de hojarasca y negativamente con la altura y la concentración de calcio en el suelo. En la zona sur de Ecuador, en un gradiente de elevación en un bosque lluvioso tropical, la densidad de los grupos mayores de microartrópodos, incluyendo a los oribátidos, fue generalmente baja y disminuyó con la altitud en conjunto con la riqueza de los oribátidos; esto se atribuyó a que los microartrópodos pueden estar limitados por la calidad de los recursos a elevadas altitudes y por la cantidad de recursos en las capas más profundas del suelo (Illig *et al.*, 2010). Si bien la tendencia es débil, nuestro estudio parece coincidir con lo que ocurre en Ecuador.

Cuando se comparan las comunidades de oribátidos encontradas a distintas altitudes sobre el nivel del mar, los resultados obtenidos son contradictorios. Al comparar la abundancia y la riqueza a diferentes altitudes Migliorini & Bernini (1999) y Fagan *et al.* (2006) encuentran que la abundancia de oribátidos disminuye con la altitud, pero Reynolds *et al.* (2003) y Jing *et al.* (2005) encontraron una tendencia opuesta. Fagan *et al.* (2006) informan de una disminución en la riqueza específica, mientras que Migliorini & Bernini (1999) observan un aumento en la diversidad en función de la altitud creciente.

Los resultados opuestos encontrados en la bibliografía podrían deberse a la exhaustividad de muestreo de los gradientes altitudinales. Es esperable encontrar que la abundancia de oribátidos en un gradiente completo hasta altas cumbres tenga la forma de una campana de Gauss (Preston 1948, Magurran 2004). Esta distribución provoca que si las muestras se toman en tramos cerca de los extremos los resultados sean contradictorios cuando se miden estas variables ya que en estos casos la abundancia puede ir incrementándose en el extremo inferior del gradiente mientras que en el extremo superior vaya en franca disminución. A pesar de que esta investigación fue prospectiva buscando hallar la mayor cantidad de especies de oribátidos y secundariamente indagando sobre la influencia de variables abióticas sobre este grupo de artrópodos, las débiles correlaciones investigadas resultan consistentes y sugieren que se debería profundizar

ulteriormente las investigaciones sobre la relación entre la distribución de los ácaros oribátidos y estas variables abióticas.

8.12 Conclusiones

- 1.No se puede descartar una leve tendencia a que a mayores altitudes y a menores precipitaciones haya menor abundancia, riqueza específica y diversidad de oribátidos en la hojarasca y en el suelo. Esto podría deberse a que a mayores altitudes existen menor temperatura y humedad para que los oribátidos puedan subsistir y reproducirse.
- 2.No se puede descartar que los sitios con mayor precipitación anual tendrían mayor equitatividad pero la correlación es débil.
- 3.No se puede descartar que haya una leve tendencia a que los sitios más alejados del centro, los sitios con mayor precipitación anual y con menor altitud exhiban mayor cantidad de especies raras.
- 4.Excluyendo el Bosque de Coihue del sitio LLao LLao, no existen diferencias significativas en cuanto a la abundancia de los oribátidos en la hojarasca entre bosques. Esto parece deberse a que las condiciones ambientales de ese bosque serían mejores que en los demás sitios en cuanto a precipitación anual, altitud y distancia al casco urbano, siendo un lugar más prístino y con menor impacto antrópico. La mayor edad de los árboles en este sitio, sería también un factor importante.
- 5.Para el caso del suelo excluyendo a los bosques del LLao LLao de Ciprés C2 y de Coihue D1 no existen diferencias significativas en cuanto a la abundancia de los ácaros oribátidos. Coincidiendo con lo observado en el capítulo 5, en estos casos también la abundancia de ácaros oribátidos es mayor que en los otros sitios, por lo tanto el sitio del LLao LLao es el aparentemente más prístino de todos los sitios analizados.
- 6.Se detectaron diferencias entre los índices de equitatividad y de diversidad para el suelo entre los distintos bosques, las diferencias se deben solo al sitio D1. Esto indica nuevamente que el sitio D1 es un ambiente más prístino y más avanzado en la etapa de la sucesión, permitiendo mejores condiciones ambientales en el suelo y otorgando un refugio para los oribátidos que quedan al abrigo de las fluctuaciones ambientales.

Capítulo 9

9 Dominancia y especies oportunistas

9.1 Introducción

En algunos trabajos se ha discutido el valor de los ácaros oribátidos para indicar el estado de un sitio en cuanto a que se mantenga cercano al silvestre o manifieste diversos grados de alteración, pero para ello se requiere conocer como las comunidades de oribátidos varían en cuanto a diversos factores como la humedad, la temperatura, la química del suelo, la concentración de metales, el contenido en materia orgánica y el nivel de disturbio (Gergócs & Hufnagel, 2009). Antes de proceder con esos estudios comparativos es necesario saber cómo están estructuradas las comunidades de oribátidos en lugares silvestres donde no haya habido intervención antrópica. En el capítulo 3 se vio que las especies oportunistas encontradas fueron *E. minutissimus*, *M. minus*, *O. nova* y *T. velatus* que son además consideradas especies cosmopolitas (Subías 2004). Además de ser una especie cosmopolita, *E. minutissimus* ha sido considerado un descomponedor secundario, que se alimenta de hongos y restos de materia orgánica vegetal en descomposición (Schneider 1995), y puede sobrevivir en sitios altamente contaminados con metales pesados (Khalil *et al.*, 2009; Gergócs & Hufnagel, 2009). Se ha encontrado que *T. velatus* es un herbofungívoro que evita la desecación, junto con los fungívoros *O. nova* y *B. minutissima*. Además son especies que son resistentes a las prácticas agrícolas (Behan-Pelletier 1999). Resulta de interés saber si los valores de abundancia relativa de estas especies oportunistas y pioneras son elevados con respecto a los del resto de los ácaros oribátidos presentes en los ensambles, ya que permitiría saber si los sitios estudiados han sido disturbados en el pasado. Otra cuestión interesante es comprobar si la distancia al centro del casco urbano tiene influencia sobre la abundancia relativa de las especies oportunistas y sobre la dominancia.

El objetivo de este capítulo fue explorar y determinar matemáticamente la dominancia y la abundancia relativa de las especies oportunistas y comparar estas variables en los distintos sitios estudiados, para la hojarasca, el suelo y los dos hábitats combinados y estudiar la relación con las variables abióticas precipitación anual, altitud y distancia al centro del casco urbano de la Ciudad de San Carlos de Bariloche.

9.2 Materiales y métodos

Comparaciones de la dominancia entre sitios

Para la evaluación de la dominancia se calculó el índice de Berger-Parker para cada muestra, como $D = N_s/N_t$. En donde N_t = número de individuos totales y N_s = número de individuos de la especie más abundante.

Se eliminaron del cálculo aquellas muestras que no contenían ejemplares.

Para comparar la dominancia entre sitios, hábitats y especie arbórea se usaron pruebas de Anova para el caso en que los datos tuvieran una distribución normal y hubiese homocedacia comprobada con la prueba de Levene. En el caso de ausencia en la normalidad se efectuó la transformación logarítmica a los datos. Para identificar el origen de las diferencias se realizó el test posthoc HDS de Tukey o de comparaciones múltiples. De no existir normalidad aun con los datos transformados, se utilizaron pruebas de Kruskal-Wallis. Para identificar el origen de las diferencias se usó la prueba de comparaciones múltiples.

Correlaciones de la dominancia y de la abundancia relativa con las variables abióticas

Para establecer si existen relaciones entre las variables abióticas precipitación anual, altitud y distancia al centro del casco urbano de la ciudad de San Carlos de Bariloche y la dominancia y la abundancia relativa (número de ejemplares de la especie oportunista / total de ejemplares) de las especies oportunistas para cada hábitat (hojarasca y suelo) se usó el coeficiente de correlación de Pearson que fue descrito en el capítulo anterior.

Para evaluar si existía autocorrelación espacial se calcularon los índices I de Moran (Moran, 1950) para cada parcela (ver ítem 8.2).

9.3 Resultados

9.3.1 Dominancia

Los cálculos del I de Moran y de los valores p demuestran que al nivel de parcelas no se observa autocorrelación espacial de las variables estudiadas, habiendo a lo sumo algunos casos donde se observa autocorrelación negativa. Por lo tanto en la mayoría de los casos los datos reflejan un patrón espacial aleatorio y en algunos pocos casos una distribución espacial regular (Apéndice 9).

En la tabla 9.1 se exhiben los índices de dominancia de Berger-Parker para cada hábitat muestreado y para los dos hábitats combinados.

Tabla 9.1 Índice de Berger-Parker para la dominancia por tipo de bosque, los datos son el promedio de todas las muestras, acompañados de la desviación estándar.

Bosque	Hojarasca +Suelo	Hojarasca	Suelo
A1	0,55±0,33	0,58±0,27	0,51±0,39
A2	0,67±0,26	0,68±0,24	0,65±0,29
C1	0,57±0,32	0,61±0,23	0,52±0,38
C2	0,41±0,23	0,42±0,24	0,40±0,24
D1	0,39±0,18	0,39±0,18	0,39±0,19
D2	0,54±0,24	0,47±0,25	0,61±0,22

Se observa que la dominancia mayor se da en el sitio A2 y la menor para D1 en todos los casos, tanto cuando se agrupan los dos hábitats, hojarasca y suelo, como cuando se los considera por separado.

Para observar si las diferencias entre sitios, entre bosques de igual especie arbórea dominante y estaciones (Primavera, Verano, Otoño, de los dos años de muestreo) son significativas se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con los datos de dominancia por parcelas (tabla 9.2).

No se observan diferencias significativas entre bosques con distinta especie arbórea dominante para los sustratos combinados aunque si para la hojarasca (Fig. 9.3, Tabla 9.2) y para el suelo (Fig. 9.5, Tabla 9.2).

Tabla 9.2 Prueba de Kruskal-Wallis para comparar el índice de dominancia de Berger Parker para bosques, hábitats, especie arbórea dominante y estación de muestreo. (Los datos en negrita son significativos)

Comparación de la Dominancia (Berger Parker)	Hábitats	H	gL	Sig.
entre sitios	hojarasca + suelo	13,468	5	0,019
entre hábitats	hojarasca + suelo	0,210	1	0,647
entre estaciones	hojarasca + suelo	1,991	5	0,370
entre bosques de distinta especie arbórea dominante	hojarasca + suelo	0,356	2	0,837
entre sitios	hojarasca	12,506	5	0,028
entre estaciones	hojarasca	2,878	5	0,237
entre bosques de distinta especie arbórea dominante	hojarasca	10,040	2	<0,001
entre sitios	suelo	14,629	5	0,012
entre estaciones	suelo	2,984	2	0,238
entre bosques de distinta especie arbórea dominantes	suelo	7,008	5	0,030

Se observó que existen diferencias significativas entre sitios (Figs 9.1, 9.2 y 9.4), mientras que no existen diferencias significativas en la dominancia agrupando las muestras por hábitat entre suelo y hojarasca para todos los sitios, ni agrupando las muestras por estación entre distintas estaciones en todos los casos (Tabla 9.2). Cuando se analizan los sitios por separado para buscar diferencias entre hojarasca y suelo solo para el sitio D2 hay diferencias significativas entre el suelo y la hojarasca ($H = 4,32$; $GL = 1$; $0,038$), siendo mayor el índice de Berger Parker para el suelo (media=0,61) que para la hojarasca (media=0,47). Agrupando los sitios por igual especie arbórea dominante no se observan diferencias significativas para los datos de suelo y hojarasca considerados en conjunto (Tabla 9.2).

Se observaron diferencias significativas entre sitios para la comparación de la dominancia agrupando los datos de hojarasca y suelo por sitio (Fig. 9.1). Los índices menores se observan en los bosques del LLao LLao D1 y C2 por lo tanto indicarían que estos serían más prístinos que los otros sitios elegidos (Fig. 9.1).

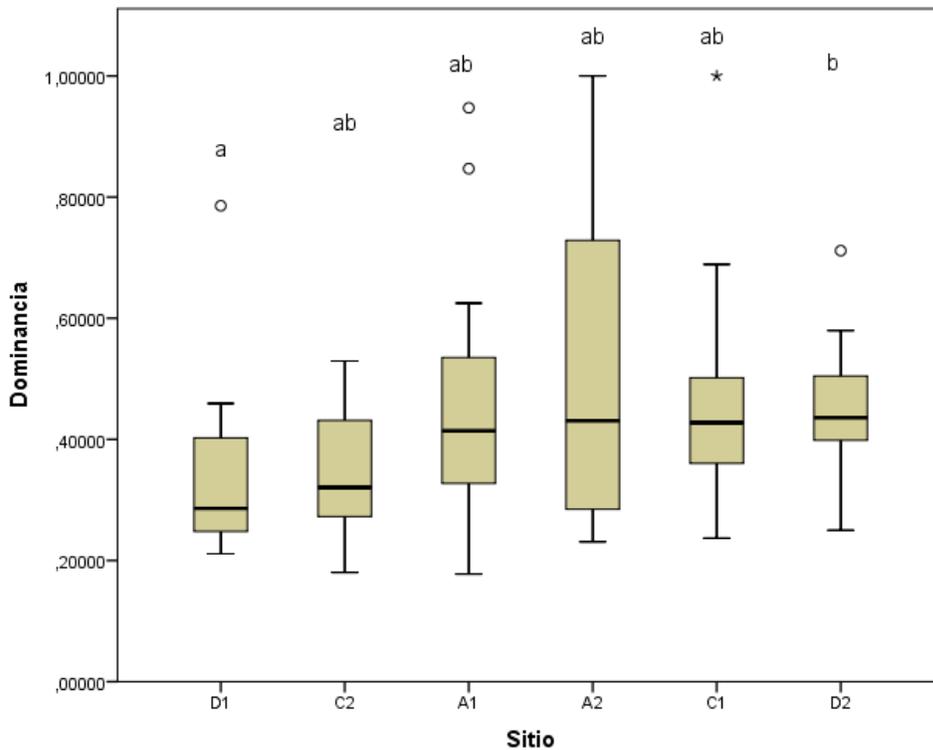


Figura 9.1. Índices de dominancia según el sitio agrupando los datos de hojarasca y suelo.

Cuando se consideraron solo los datos de hojarasca por un lado y los de suelo por otro también aparecen diferencias significativas en la prueba de Kruskal-Wallis para la comparación entre especies arbóreas dominantes y entre sitios (Figs. 9.2, 9.3, 9.4 y 9.5). Se observa asimismo que los menores índices de dominancia se dan para los bosques de Coihue en la hojarasca mientras que en el suelo para los bosques de ciprés. Al comparar la dominancia entre sitios, los índices menores se dan para la hojarasca de los bosques D1 y D2 siendo el origen de las diferencias los índices de A1 y D1 (Fig. 9.2), mientras que para el suelo los índices menores se dan para C2 y D1, aunque las diferencias significativas provienen de A1 y D2 (Fig. 9.4).

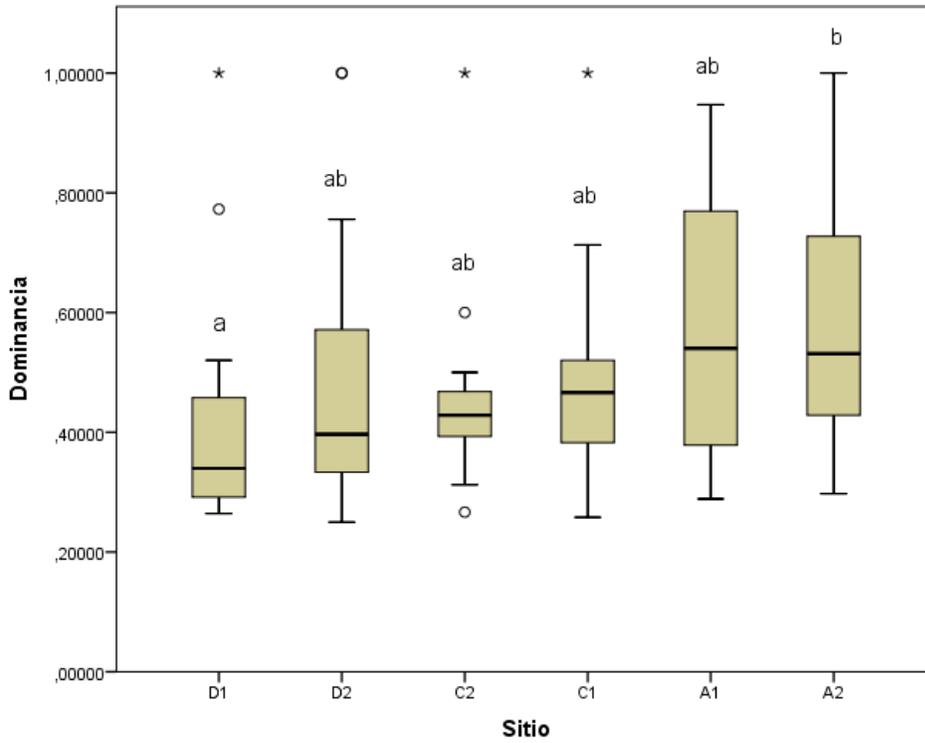


Figura 9.2. Indices de dominancia según el sitio para la hojarasca

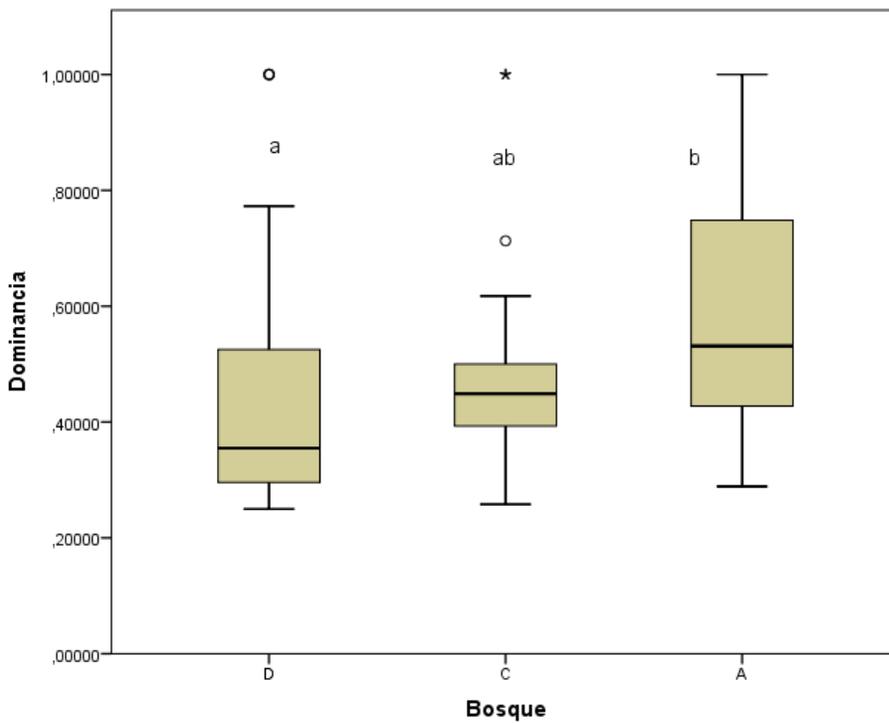


Figura 9.3. Indices de dominancia según la especie arbórea dominante para hojarasca.

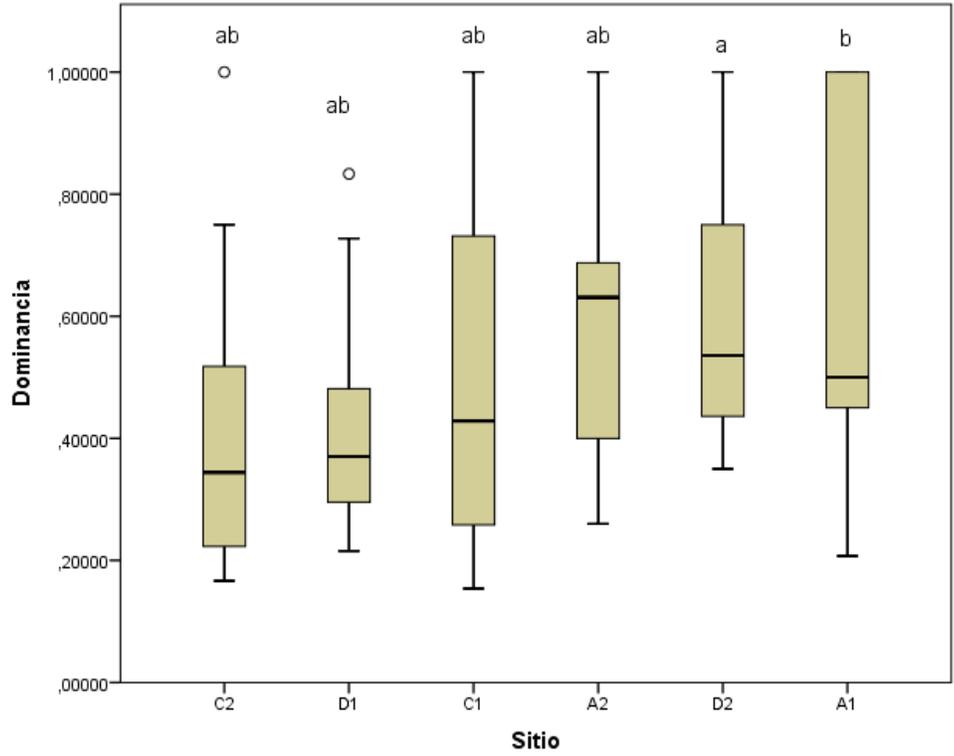


Figura 9.4. Indices de la dominancia según el sitio para el suelo.

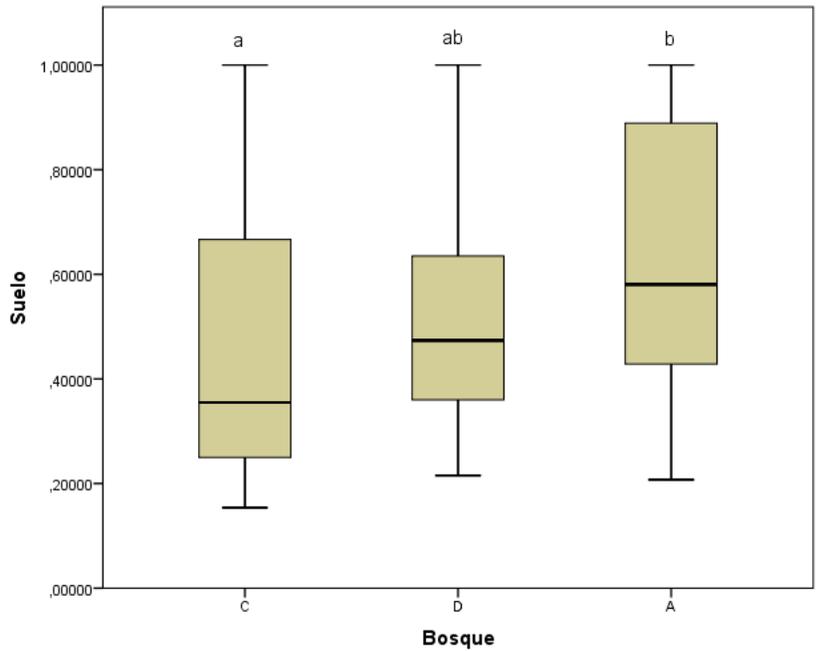


Figura 9.5. Indices de dominancia para el suelo según la especie dominante. A: Ñire, C: Ciprés y D: Coihue

9.3.2 Relación de la dominancia con las variables abióticas

Los coeficientes de correlación y la significancia estadística se exhiben en la tabla 9.3.

Se observa que los coeficientes si bien son muy bajos, dan significativos para la correlación negativa entre los valores de dominancia agrupados para la hojarasca y para el suelo con la precipitación y con la distancia mientras que no habría correlación con la altitud.

Considerando solo a la hojarasca todas las correlaciones son muy bajas pero resultan significativas. La precipitación anual y la distancia al centro del casco urbano de la ciudad de San Carlos de Bariloche rinden correlaciones negativas en cambio la correlación es positiva para la altitud.

Considerando los valores de dominancia para el suelo solamente se observa una correlación negativa significativa para la precipitación anual, aunque es muy baja.

Por lo tanto no se puede descartar que la dominancia decrezca con un incremento de la precipitación anual y un incremento de la distancia cuando los hábitats son considerados en conjunto y solamente con un aumento en la precipitación cuando los hábitats son considerados por separado.

Tabla 9.3 Correlación del índice de dominancia de Berger-Parker con los factores abióticos considerados.
(Los datos en negrita son significativos).

Hábitat	Correlación	Precipitación	Altitud	Distancia
Hojarasca y Suelo	Coefficiente de Pearson	-0,266	0,110	-0,194
	Significancia	<0,001	0,055	0,001
	N	305	305	305
Hojarasca	Coefficiente de Pearson	-0.280	0.234	-0.246
	Significancia	<0,001	0,001	0,002
	N	156	156	156
Suelo	Coefficiente de Pearson	-0.258	0.099	-0.154
	Significancia	0,001	0.914	0.061
	N	149	149	149

Para la hojarasca no se puede descartar que la dominancia aumente con un incremento en la altitud.

9.3.3 Especies oportunistas

Los promedios de la abundancia relativa de las especies oportunistas son de mayor a menor A1 (0,32) > D2 (0,23) > A2 (0,20) > C2 (0,18) > 0,17 (C1) > 0,10 (D1).

Existen diferencias significativas entre sitios (Tabla 9.4). Se observan tres agrupamientos C1, D1 y A2 con baja abundancia relativa de oribátidos oportunistas, C2 y D2 con una abundancia media y A1 con elevada abundancia (Fig. 9.6).

Al comparar la abundancia entre hojarasca y suelo, se observa que hay diferencias significativas siendo la abundancia de oportunistas mayor en la hojarasca que en el suelo, cuando se agrupan todos los sitios (Tabla 9.4). Analizando los sitios por separado solamente en dos se observan diferencias significativas, son el sitio C1 con bosque de Ciprés (H = 8,12; GL = 1; p = 0,004; media de abundancia en la hojarasca = 0,21; media de la abundancia en el suelo = 0,12) y también el sitio D2 con bosque de Coihue (H = 7,15; GL = 1; p = 0,008; media de la abundancia en la hojarasca = 0,33; media de la abundancia en el suelo = 0,13). Además de la mayor abundancia de *T. velatus* en la hojarasca, la mayor proporción de adultos a estaseos inmaduros en la hojarasca fue de 4,95 mientras que en el suelo la proporción fue 2,61.

Agrupando los datos de los distintos sitios se observa que no hay diferencias (Tabla 9.4).

Agrupando los sitios por especie arbórea dominante se observa que hay diferencias significativas (Tabla 9.4), siendo los bosques de Ñire poseen mayor cantidad de oribátidos pertenecientes a especies oportunistas (Fig. 9.7).

Tabla 9.4 Prueba de Kruskal-Wallis para diferencias en la abundancia relativa de las especies oportunistas (Los datos en negrita son significativos)

Comparación de la abundancia de especies oportunistas	Hábitats	H	gL	Sig.
entre sitios	hojarasca + suelo	21,619	5	0,0001
entre hábitats	hojarasca + suelo	5,966	1	0,0146
entre estaciones	hojarasca + suelo	8,641	5	0,1243
entre bosques de distinta especie arbórea dominante	hojarasca + suelo	7,118	2	0,0285
entre sitios	hojarasca	17,387	5	0,0038
entre estaciones	hojarasca	5,086	5	0,4055
entre bosques de distinta especie arbórea dominante	hojarasca	1,056	2	0,5899
entre sitios	suelo	13,846	5	0,0166
entre estaciones	suelo	4,4900	5	0,1059
entre bosques de distinta especie arbórea dominante	suelo	8,214	2	0,1448

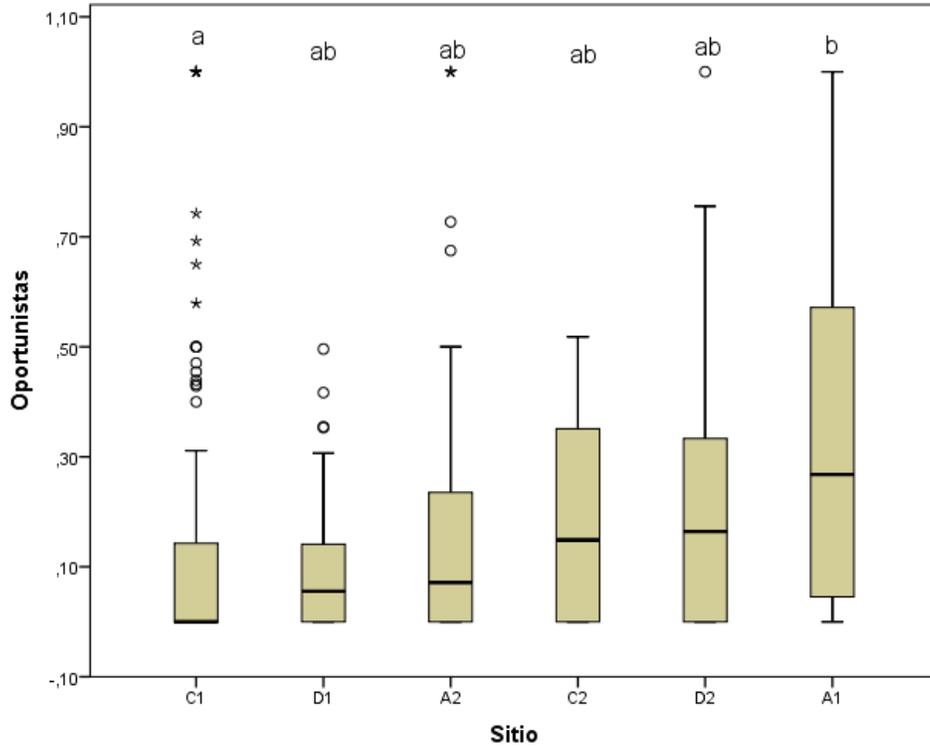


Figura 9.6. Abundancia relativa de especies oportunistas por sitio.

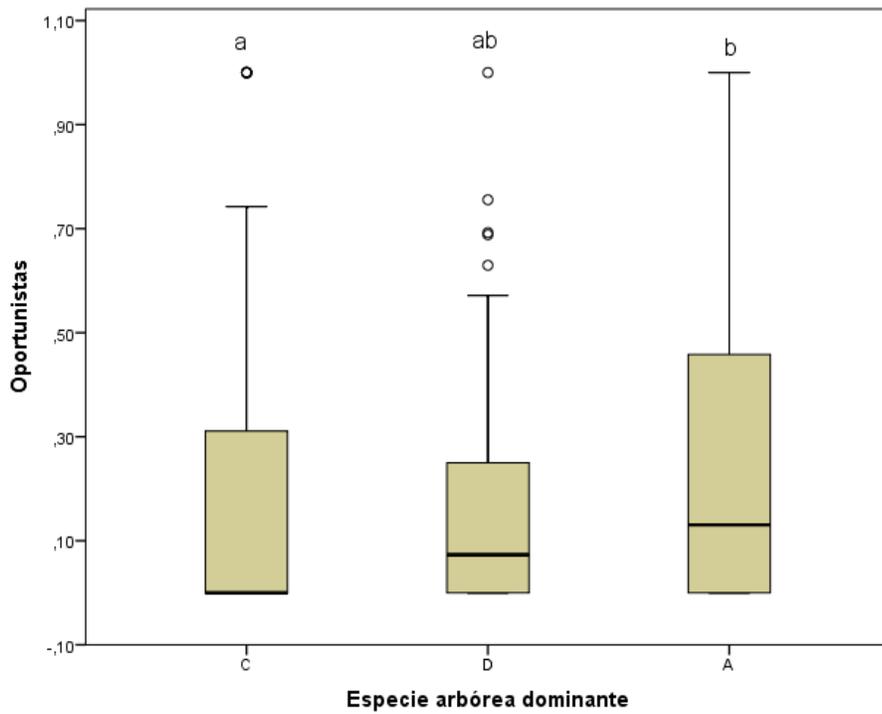


Figura 9.7. Gráfico de cajas de abundancia de especies oportunistas por especie arborea dominante. A: Ñire, C: Ciprés y D: Coihue

De la comparación entre sitios para la abundancia relativa de las especies oportunistas en la hojarasca se observa que las diferencias son significativas (Tabla 9.4) y que la mayor abundancia se da en los sitios A1 y D2 mientras que la más baja se da en el bosque de Coihue D1 (Fig. 9.8).

De la comparación entre estaciones para la abundancia relativa de las especies oportunistas, se observa que ni en la hojarasca, ni en el suelo hay diferencias significativas (Tabla 9.4).

Agrupando los datos por sitios con igual especie arbórea dominante y comparando la hojarasca por un lado y el suelo por otro surge que no hay diferencias significativas en la abundancia relativa de las especies oportunistas (Tabla 9.4).

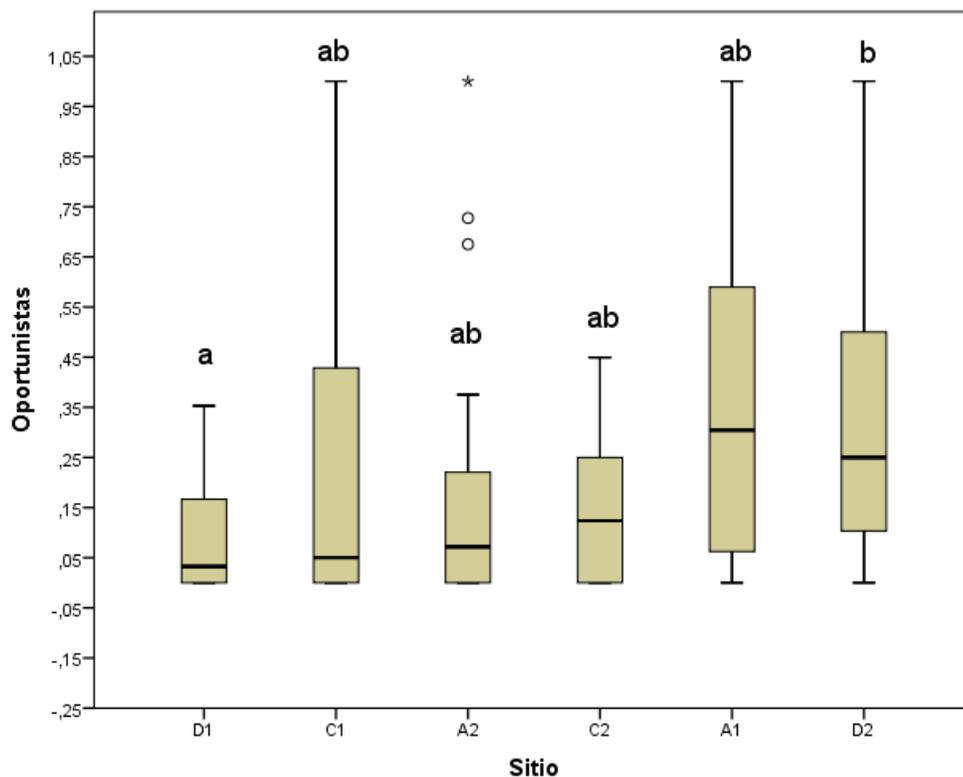


Figura 9.8. Abundancia relativa de especies oportunistas en hojarasca por sitio

De la comparación entre sitios para la abundancia relativa de las especies oportunistas en el suelo se observa que las diferencias son significativas (Tabla 9.4). Se observa que de nuevo el sitio de bosque de Ñire A1 tiene la mayor abundancia mientras que el sitio de bosque de Coihue D1 tiene la menor junto con el de Ciprés C1 (Fig. 9.9).

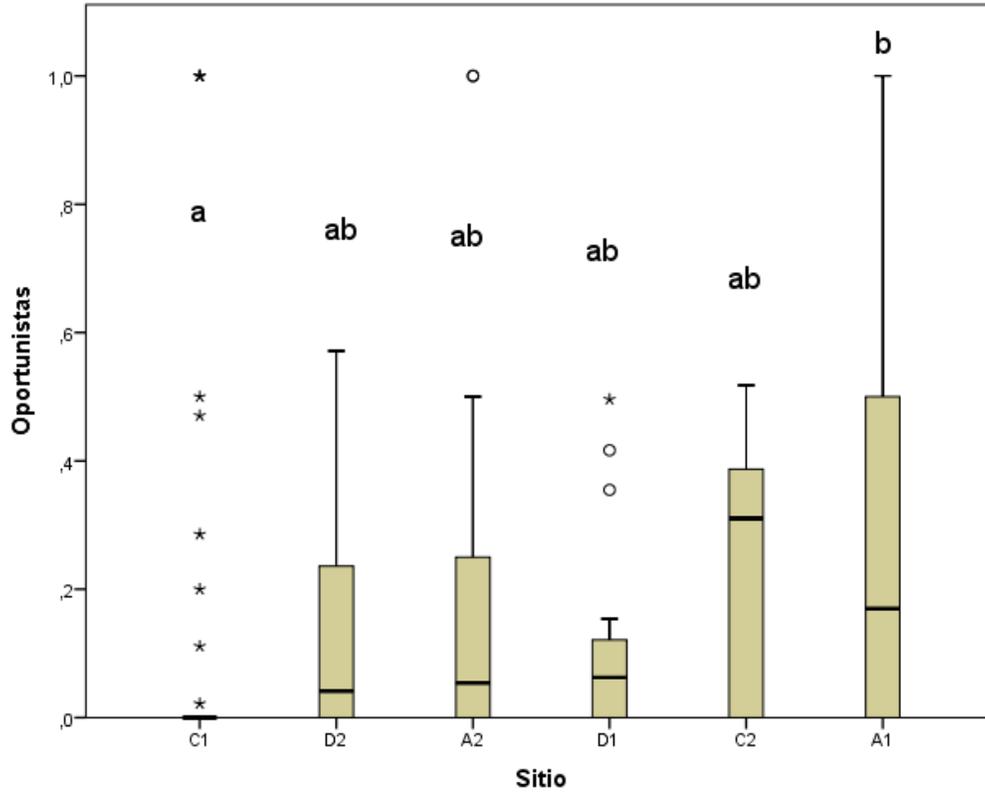


Figura 9.9. Abundancia relativa de especies oportunistas en suelo por sitio

9.3.4 Relación de la abundancia de oportunistas con las variables abióticas

Si bien son débiles dan significativas las correlaciones entre las abundancias relativas de oribátidos oportunistas y la distancia al centro de la ciudad, y entre las abundancias relativas de oribátidos oportunistas y la precipitación anual en los sustratos combinados y en el suelo (Tabla 9.5).

Tabla 9.5 Análisis de correlación. NTO, NHO, NSO: Abundancia por muestra de las especies oportunistas: en hojarasca y suelo, solo en hojarasca, solo en suelo, respectivamente. Los datos en negrita son significativos)

Factores abióticos		NTO	NHO	NSO
Precipitación	Coef. de corr. de Pearson	0,127	0,049	0,222
	Significancia	0,022	0,531	0,005
	N	321	164	157
Altitud	Coef. de corr. de Pearson	-0,105	-0,148	-0,047
	Significancia	0,060	0,059	0,562
	N	321	164	157
Distancia	Coef. de corr. de Pearson	0,147	0,096	0,210
	Significancia	0,008	0,220	0,008
	N	321	164	157

9.4 Discusión

9.4.1 Dominancia

El índice de Berger Parker se ha usado en el estudio de las comunidades de ácaros oribátidos como herramienta para el monitoreo de la diversidad en suelos con presión antrópica (Caruso *et al.* 2007). Estos autores observaron que el índice cambia significativamente entre suelos sujetos a disturbios y suelos no alterados y que alcanzan valores más altos en áreas que exhiben fuertes alteraciones físicas debidas a manejos agrícolas. Si bien en la elección de los sitios se trataron de seleccionar lugares sin impacto, en nuestro caso los sitios más cercanos a la ciudad A2 y C1 exhiben los mayores valores del índice de dominancia, lo que podría deberse indirectamente, ya que los sitios de muestreo estaban apartados, a la mayor influencia en las zonas vecinas de las actividades humanas que son de diversa índole raleo, talado, introducción de ganado, turismo,

contaminación ambiental con la consecuente compactación del suelo, entre otras. Los índices menores se dan para los bosques de la península del LLao LLao tanto de Coihue como de Ciprés indicando que estos sitios tendrían un menor impacto antrópico tal vez porque crecen en un área donde existe un nivel adecuado de control. La mayor heterogeneidad y complejidad en la hojarasca y las etapas tardías de la sucesión en el bosque favorecen el desarrollo de una fauna de ácaros oribátidos más abundante y diversa (Scheu & Schulz 1996; Hansen 2000), por lo tanto otro factor que es de importancia es la longevidad de estos bosques que en conjunto con el nivel de control contribuyen a que exista una mayor heterogeneidad y complejidad consecuentes de la acumulación de materia orgánica como restos de ramas, troncos caídos y madera en descomposición en el suelo del bosque ampliando la oferta de recursos y de microhábitats para la supervivencia de los ácaros oribátidos. Además la humedad elevada en los bosques longevos es otro factor que adquiere importancia sabiendo que ejerce una influencia importante sobre los ácaros oribátidos (Lindo & Winchester 2008; Gergócs & Hufnagel 2009). Los bosques de Ñire exhiben altos índices de dominancia en el suelo debido probablemente porque están más cercanos a la actividad antrópica y a que son bosques más jóvenes o a que se están desarrollando en zonas donde han habido incendios. Tal como se vio en el capítulo 8 (Fig. 8.8) los suelos de los bosques más antiguos como los de Coihue D1 y Ciprés C2 permitirían el desarrollo de una fauna más diversa de oribátidos con mayor equitatividad lo que implica menores valores de dominancia. Los análisis de correlación no contradicen en forma taxativa la predicción de que “Existe mayor dominancia en bosques más cercanos a la ciudad” por lo menos para los ensambles de oribátidos considerando a los hábitats de hojarasca y de suelo en conjunto. Por lo tanto no se puede descartar la hipótesis de que “Los sitios de bosques cercanos a las ciudades al soportar mayor alteración del ambiente natural afectan la supervivencia de la fauna de oribátidos debido a actividades antrópicas de deforestación, contaminación ambiental y compactación del suelo entre otras”. Además se puede concluir que es conveniente seguir estudiando la relación entre la distancia a los sitios poblados con la dominancia en los ensambles de ácaros oribátidos ya que podría ser de utilidad para diagnosticar la presión antrópica sobre los bosques naturales cuando se proponen pautas de conservación.

9.4.2 Especies oportunistas

En todos los sitios se observaron algunas especies oportunistas, que son además cosmopolitas (Subías 2004) y se pueden hallar normalmente en bosques a distintas latitudes y en bosques con distinto grado de impacto antrópico (Siepel 1995; Gergócs & Hufnagel 2009). La abundancia relativa de las especies oportunistas fue mayor en el bosque de Ñire A1 y menor en el bosque de Coihue D1. A1 y D1 difieren en la edad de los árboles siendo más longevos los de Coihue y los de Ñire más jóvenes. Esto explicaría ensambles con mayor proporción de ejemplares de oribátidos oportunistas en los bosques más jóvenes ya que constituyen hábitats más expuestos a las condiciones ambientales adversas con pocos refugios donde otros ácaros oribátidos no podrían sobrevivir y menor proporción de ejemplares de especies oportunistas en los bosques más longevos donde sus números son superados por el resto de la fauna oribatológica diversa que prolifera en bosques añejos donde prevalece la heterogeneidad y la complejidad del hábitat (Wallwork 1983). La heterogeneidad y complejidad del hábitat es la responsable de los ensambles más diversos y abundantes de ácaros oribátidos (Hansen 2000) como así también las etapas avanzadas de la sucesión en los bosques (Scheu & Schulz 1996). *T. velatus* y *O. nova* son los principales contribuyentes a la abundancia relativa de las especies oportunistas. Esta importante participación está relacionada con que son partenogénicas (Maraun *et al.* 2003) y tolerantes a los disturbios y a las prácticas agrícolas (Behan-Pelletier 1999) y por lo tanto buenos indicadores de impactos antrópicos (Gergócs & Hufnagel 2009).

La mayor presencia de adultos *T. velatus* adultos en la hojarasca está relacionada con el abundante cerotegumento que exhiben para protegerse de la desecación ya que este es un ambiente más expuesto a las condiciones atmosféricas mientras que los estaseos inmaduros sobreviven más profundo en el suelo al abrigo de las fluctuaciones ambientales.

Como la abundancia relativa de especies oportunistas aumenta al alejarse de la ciudad, este resultado contradice la predicción de que “Existe mayor abundancia relativa de especies oportunistas en los sitios cercanos a la ciudad” para probar la hipótesis correspondiente. Una posible explicación sería que las especies oportunistas pululan en la mayoría de los sitios aún en los más prístinos ya que son cosmopolitas pero cuando los bosques son longevos y se evita la extracción de madera sus números son superados por los de otras especies locales. Esto se

observa en el capítulo 5 cuando se analizan las abundancias de las especies. *T. velatus* es superado en abundancia en el Bosque del LLao LLao por dos especies más abundantes en la hojarasca *Globoppia minor* y *Heminothrus biangulatus*, mientras que en el suelo de ese bosque *T. velatus* y *O. nova* son superadas por *G. minor*, *H. biangulatus* y *Brachioppiella periculosa*. Dado que la mayoría de los oribátidos tiene ciclos de vida relativamente largos comparados con otros organismos edáficos, reaccionarían lentamente a los disturbios prevaleciendo especies que son oportunistas como en el caso de *T. velatus* y *O. nova*. Otro efecto que puede contribuir a los resultados es que se eligieron sitios que si bien no están alterados actualmente guardan una historia de efectos ambientales, antrópicos, cataclismos o antiguos incendios cuyos efectos en el presente resultan imperceptibles, solo evaluables con técnicas como el análisis de los anillos de crecimiento de los árboles.

Tanto para la dominancia como para la abundancia de las especies oportunistas, se debe considerar que en este estudio se volcó el mayor esfuerzo en identificar y describir la fauna de oribátidos presente en cada sitio estudiado por lo tanto las correlaciones observadas si bien son significativas son débiles y se necesitarán estudiar más sitios a diferentes alturas y con distinto grado de precipitaciones para observar patrones más firmes y talvez un diseño experimental más adecuado para tal fin.

9.5 Conclusiones

Dominancia

- No se detectan diferencias significativas en la dominancia entre suelo y hojarasca agrupando los datos para todos los bosques. Surgen diferencias si se analizan los sitios por separado solamente para el bosque de Coihue 2 donde la dominancia en el suelo es mayor que en la hojarasca.
- No se detectan diferencias significativas en la dominancia entre distintas estaciones analizando los datos de hojarasca y de suelo agrupados tanto como cuando se analizan por separado.
- Se detectan diferencias significativas cuando se comparan los sitios con los datos de hojarasca y suelo agrupados y por separado y las diferencias se deben a que los bosques del LLao LLao forman un grupo homogéneo con menor dominancia.

- Tanto para los datos agrupados como considerando la hojarasca sola, se observan diferencias significativas al comparar la dominancia entre bosques agrupados por especie arbórea dominante, y la diferencia se debe a que los bosques de Coihue tienen francamente niveles de dominancia menores, no exhibiendo los bosques de Ciprés y de Ñire diferencias de la dominancia entre sí.
- Se observan correlaciones significativas negativas muy bajas para la precipitación anual tanto para los datos de hojarasca y suelo agrupados como separados.
- Se observan correlaciones significativas negativas muy bajas de la dominancia con la distancia y con la altitud tanto para los datos de hojarasca y suelo agrupados como para los datos de hojarasca solos.
- No se observan correlaciones significativas entre la dominancia en el suelo con la altitud y con la distancia al centro del casco urbano.
- La longevidad y el uso de los bosques tienen influencia en la dominancia.

Especies oportunistas

- Existen diferencias significativas en cuanto a la abundancia relativa de las especies oportunistas en los sustratos combinados de hojarasca y suelo y además en hojarasca y en suelo estudiados por separado; el sitio de bosque de Ñire A1 exhibe la mayor abundancia relativa de especies oportunistas y la menor abundancia la exhibe el sitio D1 de bosque de Coihue del Parque municipal LLao LLao y el suelo del sitio C1 de bosque de Ciprés del Cerro Otto.
- Existen diferencias significativas cuando se analiza la abundancia relativa de especies oportunistas entre hojarasca y suelo de todos los sitios agrupados, cuando se analizan por separado se observan diferencias significativas solamente en los bosques D2 y C1 siendo en ambos casos mayor la abundancia en la hojarasca que en el suelo.
- No se observan diferencias significativas entre estaciones en cuanto a la dominancia en la hojarasca y en el suelo, ni entre hojarascas ni suelos de sitios con distinta especie arbórea dominante.
- Los bosques de Ñire tienen en conjunto mayor abundancia relativa, le siguen los de Ciprés y finalmente los de Coihue cuando se estudian los sustratos combinados (hojarasca y suelo).

- Existe una correlación positiva débil para la abundancia de las especies oportunistas con la precipitación anual en los sustratos combinados y en el suelo y positiva débil con la distancia al centro de la ciudad para los sustratos combinados y para el suelo, mientras que no se observa ninguna correlación significativa con la altitud.
- La longevidad y el uso de los bosques tienen influencia en la abundancia de las especies oportunistas.

Capítulo 10

10 Efectos sobre la disminución de la hojarasca

10.1 Introducción

En general se reconoce que los ácaros influyen las tasas de descomposición de restos vegetales y al crecimiento de los vegetales (Schulz & Scheu 1994, Sipel & Maaskamp 1994, Huhta 2007), además permiten la dispersión de microorganismos como hongos y bacterias (Renker *et al.*, 2005) y afectan el crecimiento y la composición específica de los hongos al alimentarse de ellos en forma selectiva (Mc Gonigle 1995, Maraun *et al.*, 1998, Schneider & Maraun 2005, Schneider *et al.*, 2005). Además se ha visto que junto con los colémbolos, su presencia, su abundancia y su diversidad influyen positivamente en la velocidad de disminución de la hojarasca y este efecto puede ser más pronunciado en bosques tropicales húmedos y cálidos (Heneghan 1999). Sin embargo la relación de determinadas especies con la función en el suelo en cuanto a la descomposición y al reciclado de los nutrientes no es clara (Bengtsson 1998, Behan-Pelletier & Newton 1999).

Tampoco se conoce si determinadas especies de microartrópodos son más eficientes en aumentar la velocidad de disminución de la hojarasca o en favorecer el desarrollo de la microflora.

Asimismo se desconoce cuál es el mecanismo exacto por el cual afectan a este proceso. La disminución de la hojarasca podría deberse a que los ácaros se alimentan de este sustrato o a que favorecen el desarrollo de la microflora que va a degradarlo (Maraun *et al.*, 1998; Renker *et al.*, 2005) aunque estos efectos pueden tener su contrapartida en que los ácaros se alimentan de esta microflora (Schneider *et al.*, 2005), pudiendo llegar o no este proceso a un equilibrio.

Para averiguar cuál de estas actividades de los ácaros podría llevarse a cabo en el proceso de la descomposición de la hojarasca se intentó mediante un experimento en laboratorio comprobar si algunas especies de oribátidos afectaban a la disminución de la hojarasca de Ciprés.

10.2 Materiales y métodos

Se extrajo la fauna de oribátidos de hojarasca fresca proveniente del sitio C1 de bosque de Ciprés del sitio Co Otto, mediante filtros modificados de Tullgren-Berlese descritos en el capítulo 2. La

hojarasca se recolectó en tubos vacíos (sin fijador) previamente lavados con una solución de hipoclorito de sodio al 1% y luego con alcohol puro. Los ejemplares se mantuvieron en una atmósfera con 75 % de humedad relativa. Se sacrificaron ejemplares para su identificación taxonómica. Se seleccionaron ejemplares de los oribátidos identificados hasta especie, que permanecieron vivos durante el período de extracción de diez días, de tal forma que se disponían de suficiente cantidad para mantenerlos en condiciones de laboratorio. Se ubicaron en tubos eppendorf de 50 ml agujereados junto con 0,10 g (+/-0,0001) de escamas de *Austrocedrus chilensis* (a aproximadamente 90 % de humedad relativa) provenientes de hojarasca de Ciprés del bosque del Cerro Otto, que ya había sufrido una etapa de degradación de un lapso aproximado de 6 meses y con desfaunado, envejecimiento, y secado al aire libre de tres meses en laboratorio. Se prepararon 5 tubos sin oribátidos, 20 tubos con 5 oribátidos cada uno. De los veinte tubos con oribátidos, 5 tubos contenían cada uno 5 especímenes de la especie *Anderemaeus magellanicus*, 5 tubos contenían cada uno 5 especímenes de la especie *Nothrus peruensis*, 5 tubos contenían cada uno 5 especímenes de la especie *Lanceoppia kovacsi* y 5 tubos contenían cada uno 5 especímenes de la especie *Cosmochthonius semifoveolatus*. Además se prepararon 3 tubos cada uno con 10 oribátidos de la especie *A. magellanicus* (Tab. 10.1). Se tomó el peso total al comienzo del experimento, luego de uno y dos meses se volvieron a pesar los tubos competos. Los tubos se depositaron en un soporte adecuado dentro un recipiente translúcido de polipropileno previamente lavados con una solución de hipoclorito de sodio al 1%, luego con alcohol puro, cerrado a temperaturas que oscilaron entre 18 y 25 °C y a 90 % de humedad relativa. El experimento se detuvo cuando se observó la muerte de los oribátidos atrapados en una profusa red micelial.

El cálculo del cambio de biomasa se realizó según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de cambio de biomasa} = 100 \times (M_f - M_i) / M_h.$$

Siendo:

M_i = biomasa a tiempo cero

M_f = biomasa a 60 días

M_h = masa de hojarasca a tiempo cero

La comprobación de la existencia de diferencias entre los porcentajes de cambio de la masa de hojarasca se realizó mediante Anova de un factor, comprobando previamente si los valores se ajustaban a una distribución normal mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y si existía homogeneidad de las varianzas mediante el test de Levene.

10.3 Resultados

Se comprobó que todos los tubos conteniendo oribátidos tenían una masa final superior a los controles (Tabla 10.1) esta se debió a la proliferación de micelio. La mayor diferencia se observó para el caso de los tubos conteniendo *Cosmochthonius semifoveolatus* y *Lanceoppia kovacsi*.

Tabla 10.1 Porcentajes de cambio en la masa de hojarasca de Ciprés

Masa de hojarasca (g)	Oribátidos (n)	Especie	Masa inicial(g)	Masa final (g)	% de cambio de biomasa
0,0854	sin	Control	0,1013	0,1062	5,74
0,0688	sin	Control	0,0828	0,0857	4,22
0,0935	sin	Control	0,1089	0,1137	5,13
0,1247	sin	Control	0,144	0,15	4,81
0,1022	sin	Control	0,1199	0,1227	2,74
0,0823	5	<i>A. magellanis</i>	0,0951	0,0999	5,83
0,0818	5	<i>A. magellanis</i>	0,094	0,0994	6,60
0,1075	5	<i>A. magellanis</i>	0,1222	0,1298	7,07
0,0737	5	<i>A. magellanis</i>	0,0872	0,093	7,87
0,0879	5	<i>A. magellanis</i>	0,1023	0,1086	7,17
0,0869	5	<i>N. peruensis</i>	0,9042	0,9102	6,90
0,0953	5	<i>N. peruensis</i>	0,9052	0,9123	7,45
0,0734	5	<i>N. peruensis</i>	0,89	0,8961	8,31
0,1113	5	<i>N. peruensis</i>	0,9077	0,9176	8,89
0,0827	5	<i>N. peruensis</i>	0,8998	0,9054	6,77
0,0930	10	<i>A. magellanis</i>	0,8995	0,9097	10,97
0,0751	10	<i>A. magellanis</i>	0,9045	0,912	9,99
0,0918	10	<i>A. magellanis</i>	0,8861	0,8929	7,41
0,1093	5	<i>L. kovacsi</i>	0,8826	0,9049	20,40
0,0905	5	<i>L. kovacsi</i>	0,8865	0,907	22,65
0,0649	5	<i>L. kovacsi</i>	0,892	0,9148	35,13
0,0827	5	<i>L. kovacsi</i>	0,8929	0,9111	22,01
0,0902	5	<i>L. kovacsi</i>	0,9033	0,9107	8,20
0,0972	5	<i>C. semifoveolatus</i>	0,9073	0,9293	22,63
0,0687	5	<i>C. semifoveolatus</i>	0,8884	0,9034	21,83
0,0747	5	<i>C. semifoveolatus</i>	0,9147	0,9337	25,44
0,0962	5	<i>C. semifoveolatus</i>	0,8754	0,8974	22,87
0,0906	5	<i>C. semifoveolatus</i>	0,883	0,9033	22,41

Las distribuciones para cada caso se ajustaron a una distribución normal y la existencia de homocedacia para el control y para cada especie de oribátidos (Estadístico de Levene=2,352, $gl_1=5$; $gl_2=22$; $p=0,075$)

El Anova arrojó diferencias significativas entre el control y los ensayos con oribátidos ($F_{5, 22}=17,97$ $p<0,001$). De los resultados se observa que es significativo el aumento en la masa en los tubos. Mediante un test de Tukey HSD se pudo observar que se formaban dos grupos uno que incluye al control y a los ensayos con *A. magellanicus* y *N. peruensis* y otro opuesto diferente con mayor aumento de masa incluyendo a las especies *C. semifoveolatus* y *L. kovacsi*.

Al repetir el Anova para el primer grupo se observan diferencias significativas entre el control y las especies *A. magellanicus* (con 5 especímenes por tubo) y *A. magellanicus* (con 10 especímenes por tubo) y *N. peruensis* ($F_{3, 14} = 13,437$ $p < 0,001$). Al volver a aplicar el test de Tukey HSD para este caso, se observa que las diferencias se dan entre tres grupos, uno incluyendo al control solamente, un segundo grupo incluyendo a *N. peruensis* y a *A. magellanicus* (ensayos con 5 especímenes) y un tercer grupo que incluye a *A. magellanicus* (ensayos con 5 especímenes) y *A. magellanicus* (ensayos con 10 especímenes).

Los resultados de los Anova se exponen en la figura 10.1. No se observan diferencias significativas entre *Lanceoppia kovacsi* y *Cosmochthonius semifoveolatus* ($F_{1, 8} = 0,099$ $p = 0,761$) en cuanto al efecto del aumento de la masa.

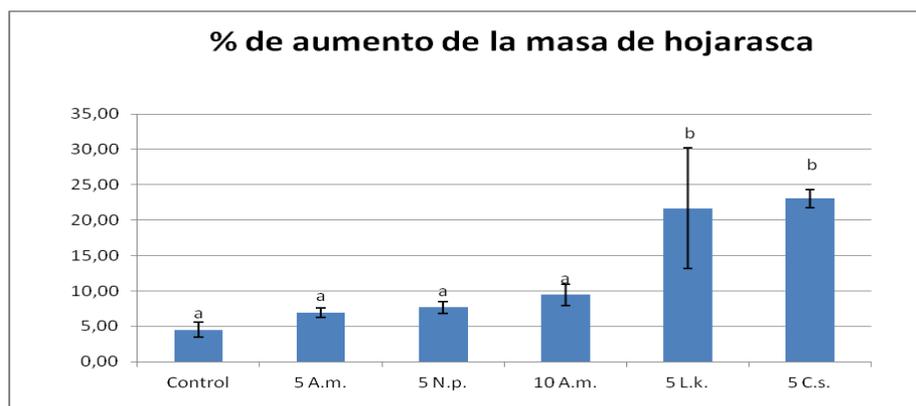


Figura 10.1 Porcentaje de cambio en la biomasa (las columnas poseen una letra distinta cuando existen diferencias significativas, las columnas son el promedio de los ensayos para cada especie, la desviación estándar es el intervalo dibujado sobre las columnas).

Debido a la gran proliferación de micelios en los tubos se decidió indagar cuáles son los grupos encontrados hasta el mínimo nivel taxonómico posible. Un análisis expeditivo de los grupos de hongos presentes indicó la presencia de materiales fúngicos pertenecientes a diferentes grupos. Se observó la existencia de mayor diversidad fúngica en el control comparada con ensayos conteniendo *C. semifoveolatus* (Tabla 10.2).

Tabla 10.2 Grupos de hongos encontrados sobre hojarasca de Ciprés

Material fúngico	Control	Frascos con <i>C. semifoveolatus</i>
1. Hifas vegetativas hialinas con fíbulas de hongos Basidiomycota	Muy escaso	-----
2. Hifas septadas marrones de hongos Ascomycota	Abundante	Abundante
3. Hifas hialinas, septadas con clamidosporas de hongos mitospóricos, probablemente de Ascomycota	Raro	-----
4. Hifas marrones con células aproximadamente globosas de hongos del género <i>Trichocladium</i>	Común	-----

10.4 Discusión

No se esperaba que la presencia de ácaros oribátidos promoviera en estas condiciones un aumento de la biomasa en los ensayos. Se esperaba una disminución de la misma, ya que se pensó que al alimentarse los ácaros disminuiría la masa de hojarasca o al pastar sobre ella provocarían la diseminación de propágulos de hongos que podrían degradarla y así disminuir su masa en forma indirecta. Entonces el aumento en la biomasa total podría haberse debido al desarrollo intempestivo de micelios provenientes de la hojarasca de Ciprés. Este aumento no pudo atribuirse al desarrollo de larvas y ninfas de oribátidos, puesto que terminada la experiencia se encontraron los mismos individuos que habían sido introducidos en los frascos y no hubo evidencia de oviposición. Esto puede estar en relación con los rasgos reproductivos de historia de vida como estrategias K que exhiben los ácaros oribátidos, principalmente baja producción de descendencia y largos ciclos de vida. La duración de la vida de los oribátidos es típicamente entre uno y dos años en regiones templadas a boreales, pero pueden alcanzar cuatro o cinco años (Norton & Behan-Pelletier, 2009). Por este motivo la corta duración de esta experiencia no permitió observar la reproducción de los oribátidos. Todas las especies de oribátidos incluidas en

este ensayo promovieron el desarrollo de micelios en mayor proporción que el control, y surgieron diferencias entre especies, logrando *C. semifoveolatus* y *L. kovacsi* un mayor efecto que *N. peruensis* y *A. magellanicus*. Si bien el efecto de aumentar la biomasa total fue mayor cuando se usaron 10 que cuando se usaron 5 especímenes de *A. magellanicus*, no se encontraron diferencias significativas. Probablemente la presencia de setas prodorsales y sensilos plumosos, además de pelos notogastrales largos y ramificados en *C. semifoveolatus*, haya contribuido al transporte más eficiente de micelios y esporas de hongos o propágulos de microbios dentro de los tubos. Aunque *L. kovacsi* también demostró ejercer un mayor efecto que las otras especies, no es probable que se deba a su morfología, en cuanto a que posee pelos simples y sin ramificaciones. Su eficiencia en promover el desarrollo de micelios podría atribuirse a que posee una capacidad para trasladarse mayor a la de las otras especies a través de la hojarasca ya sea en velocidad, o para efectuar mayores recorridos arrastrando propágulos de microbios a través de la muestra. Además el menor aumento de micelio en los tubos con *A. magellanicus* y *N. peruensis* podría deberse a que estas especies ingerieron parte de estos micelios. La ingestión de micelio no se puede descartar para el caso de *C. semifoveolatus* ya que la diversidad de los controles desaparece cuando el ácaro está presente. Se ha visto que los ácaros oribátidos no dispersan selectivamente determinadas especies de hongos (Renker *et al.*, 2005). Una explicación probable de esta pequeña experiencia es que luego de que los demás grupos fúngicos habrían sido pastados por los ácaros, la presencia preponderante de hifas septadas de Ascomycota en los ensayos con *C. semifoveolatus* podría deberse a su no palatabilidad y que al quedar libre de competencia, su crecimiento invasivo haya superado a los demás grupos de hongos. Otro causa podría atribuirse a que los ácaros seleccionados ya traían restos de propágulos o hifas septadas marrones de hongos Ascomycota que proliferaron sobre la hojarasca, atribuyéndose a esto su predominancia en los ensayos, al no existir competencia entre micelios de distintos grupos.

Este experimento si bien no comprueba lo que debe ocurrir realmente en la naturaleza dentro de la hojarasca, daría indicios de que la presencia de ácaros oribátidos promueve el transporte de trozos de micelio, esporas y microbios en la hojarasca, lo que da como resultado el desarrollo de una comunidad fúngica y microbiana. Esto coincidiría con lo sostenido por Maraun *et al.* (1998) quienes han demostrado que los ácaros oribátidos aumentan la recuperación de la comunidad microbiana después de un fuerte disturbio. Por lo tanto, se ha observado en este experimento un

efecto de facilitación para el desarrollo de micelios sobre hojarasca proveniente de Ciprés, mediado por los ácaros oribátidos *C. semifoveolatus*, *A. magelanicus*, *N. peruensis*, y *L. kovacsi*.

10.5 Conclusiones

- No se observó una disminución de la hojarasca sino un aumento de la biomasa.
- El aumento en la biomasa se debió a la proliferación de hongos en los criaderos
- El desarrollo de micelios en presencia de los ácaros oribátidos fue mayor que en el control.
- Existen diferencias entre especies, habiendo un mayor aumento de la masa de micelio en presencia de *C. semifoveolatus* y *L. kovacsi*.
- La presencia de pelos ramificados en *C. semifoveolatus* podría tener influencia en un mayor transporte de micelios y propágulos de hongos esto se relacionaría con el mayor crecimiento de micelio.
- En presencia de *C. semifoveolatus* la diversidad micelial disminuyó con respecto a la de los controles proliferando las hifas septadas marrones de hongos Ascomycota.

Capítulo 11

11 Conclusiones finales

Desde hace mucho tiempo en el hemisferio norte se ha venido investigando la fauna de ácaros oribátidos y si bien se han descrito muchas especies, aún quedan muchas por descubrir en esas latitudes. La literatura existente sobre los estudios de la fauna de oribátidos es abundante para los bosques templados del hemisferio norte, mientras que todavía es pobre para las regiones tropicales (Noti *et al.*, 2003) y particularmente para la Patagonia austral. La mayoría de las descripciones de especies de esta última región no fueron hechas en profundidad, contándose rara vez con descripciones exhaustivas de la región ventral del cuerpo, del gnatosoma o de la quetotaxia apendicular.

Los ácaros oribátidos constituyen un grupo diverso y abundante de microartrópodos que comprenden más de 9000 especies descritas (Subías, 2004; Norton & Behan Pelletier, 2009) y el número total estimado de especies existentes alcanzaría las 100.000. La mayoría de los ácaros oribátidos habita el sistema suelo-hojasca aunque muchos son arborícolas y unos pocos acuáticos, siendo frecuentemente el grupo de artrópodos dominante en los suelos con alto contenido orgánico de los bosques templados, donde pueden coexistir entre 100 y 150 especies con densidades que superan los 100.000 por m² (Norton & Behan Pelletier 2009).

La enorme cantidad de especies incluidas en este grupo hace que su estudio requiera un importante esfuerzo para capacitarse en el reconocimiento taxonómico. Estas tareas se ven obstaculizadas por su pequeño tamaño que fluctúa entre 150 y 2000 µm (Norton & Behan-Pelletier 2009) y el manejo de técnicas en microscopía constituye un requisito imprescindible para su estudio.

Como punto de partida para conocer esta fauna se investigaron los ácaros oribátidos del sistema suelo-hojasca en sitios de bosques naturales andinos del Noroeste de la Patagonia Argentina apuntando al reconocimiento taxonómico. Se describieron dos nuevas especies y se hicieron aportes al conocimiento de la diversidad y la estructura de las biocenosis. También se incluyeron

en este estudio la influencia de la precipitación, la altitud y la distancia a los centros urbanos, además de una evaluación experimental del efecto de la presencia de los ácaros oribátidos durante la degradación de la hojarasca de Ciprés.

En el capítulo 3 se listaron los taxones reconocidos hasta el nivel de especies y se revisaron los datos sobre su distribución y su biología. Una parte de ese listado conteniendo 55 especies, pertenecientes a 46 géneros, ubicados en 28 familias, incluyendo 9 citas nuevas para Argentina, fue publicado en la revista *Zootaxa* (Kun *et al.*, 2010). Luego de esta publicación y durante la última etapa de esta tesis, se halló un elevado número de morfoespecies. El listado se amplió a 68 especies pertenecientes a 56 géneros ubicados en 33 familias. Como se puede ver en el capítulo 5 la mayoría de las 90 morfoespecies que restan por dilucidar pertenecen a las familias Oppiidae y Oribatulidae. La identificación y la descripción de las morfoespecies que restan no es una tarea sin escollos ya que son especies raras, que servirá para alcanzar un estado casi exhaustivo del conocimiento de los taxones que habitan los bosques andinopatagónicos. Varias de las especies de oribátidos que no se conocían para la Argentina, encontradas tanto en el bosque de Ciprés del Cerro LLao LLao como en el bosque de Coihue del LLao LLao, se han encontrado previamente en Chile; esto se debería a la proximidad de los sitios de muestreo con la frontera del vecino país.

Dos nuevas especies fueron descritas en el capítulo 4, una de las cuales *Paroppia patagonica n.sp.* fue presentada y aceptada para su publicación en la revista *Acarologia* (Kun, 2012). La otra *Oxyoppia mustaciata n.sp.* constituye una especie muy frecuente en los muestreos tanto de suelo como de hojarasca, aparentemente partenogenética, ya que todos los ejemplares analizados fueron hembras, algunas de ellas con huevos. Dado que no se hallaron estaseos inmaduros, las dos nuevas especies se describieron solo a partir de individuos adultos.

La mayor cantidad de oribátidos epigeos y edáficos se halla en los sitios con mayor cantidad de precipitaciones, pudiéndose capturar en grandes números en las estaciones húmedas del año, en los bosques más antiguos, más umbrosos, más densos y con abundante hojarasca, siendo el sitio más importante el de bosque de Coihue del Parque Municipal LLao LLao. Además se pudo comprobar que muchas especies son compartidas entre los bosques y existen pocas especies que se encuentran en un sitio solo, aunque la mayor cantidad de especies no compartidas se encontró en el bosque de Ciprés del Cerro LLao LLao. Se observa que la especie cosmopolita y oportunista *Tectocepheus velatus* se encuentra en casi todos los sitios, siendo la de mayor

frecuencia muestral, aunque no siempre es la especie dominante, pudiendo ser superada en número de ejemplares por otras especies de distribución regional (Capítulo 5).

Se pudo observar que la riqueza de ácaros oribátidos es elevada, siendo la mayor aquella detectada para los bosques de Ciprés del Cerro LLao LLao. Mediante el uso de estimadores de riqueza se pudo observar que a los muestreos les quedaría entre un 12 y 17 % de especies sin detectar. Las curvas de acumulación de ejemplares únicos se estabilizan indicando que el muestreo fue exhaustivo y que el aumento del número de muestras no aportará mayores hallazgos (Capítulo 6). La fracción de especies sin detectar se debe al método de muestreo utilizado en el cual los ácaros muy pequeños o los primeros estaseos como larvas y ninfas de muchas especies no son detectados, ya sea porque se mueven muy poco para poder evitar el gradiente de temperatura creado con los extractores, o porque todavía no han segregado la cubierta de cerotegumento. La presencia de especies de gran tamaño en las trampas de caída podría deberse a capturas accidentales o a que estas se colocaron en hábitats diferentes a los muestreados. Lograr mayores hallazgos comporta además de aumentar la cantidad de hábitats muestreados por ejemplo entre otros, sitios bajo de troncos caídos, combinar el método de Berlese-Tullgren con las trampas de caída, ya que estas permiten encontrar oribátidos de mayor tamaño que posiblemente no se detectan con los extractores usados modificados de Berlese-Tullgren (Capítulo 2). Un método recientemente utilizado que puede ser promisorio son las minitrampas de caída diseñadas para evaluar el movimiento de los ácaros oribátidos en el suelo y en la hojarasca (Lehmitz *et al.*, 2011).

En lo que respecta a la elevada diversidad de microartrópodos en el suelo, mucho se ha discutido y debatido, las explicaciones actuales apuntan a la exclusión competitiva y a los fenómenos de perturbaciones intermedias (Wilkinson, 1999). El ambiente del suelo generalmente favorable, además del pequeño tamaño y la baja vagilidad de la mayoría de los organismos del suelo, incluidos los ácaros oribátidos, en relación a la elevada heterogeneidad, podría promover la diversidad en las comunidades del suelo (Giller, 1995; Hansen, 2000).

El ajuste de casi todos los ensambles con la distribución log normal indicaría que existe una subdivisión jerárquica del nicho en la cual, la probabilidad de dividirlo es independiente de la longitud del segmento, o corresponderían a una comunidad especializada en diferentes elementos del hábitat que se subdividen jerárquicamente (Moreno 2001). Como se observa por la cantidad

de especies y de ejemplares encontrados, el ajuste a este modelo estaría indicando que son comunidades grandes o estables en equilibrio, exceptuando el suelo de bosque de Ñire del Arroyo Challhuaco. En este estudio se vio que en los bosques de Ñire los ensamblajes se ajustaban al modelo de serie logarítmica y geométrica. El ajuste a estos modelos se debería a que estos bosques son jóvenes, o que están creciendo en zonas que alguna vez sufrieron algún impacto por incendios o algún efecto antrópico, por lo cual los ensamblajes de oribátidos estarían recién desarrollándose y serían pioneros (Moreno 2001). El ajuste leve a la serie geométrica solamente logrado para el suelo del bosque de Ñire del Arroyo Challhuaco A2 indicaría también que ese sería un lugar relativamente más pobre en especies y un ambiente adverso para los ensamblajes de oribátidos situados en una etapa temprana de una sucesión, esto coincide con el ajuste paralelo de estos ensamblajes al modelo de serie logarítmica (Capítulo 7).

La formación de grupos de similaridad de los ensamblajes (clúster) de ácaros oribátidos parece estar regida en parte por la distancia al centro urbano por lo tanto no siempre es válida la hipótesis de que bosques con igual especie arbórea dominante tendrían ensamblajes de oribátidos con una composición específica similar al disponer de un conjunto de hábitats semejantes (Capítulo 7).

Las condiciones ambientales de los bosques del LLao LLao permiten la supervivencia de ensamblajes de oribátidos con mayor abundancia, riqueza, diversidad y equitatividad y por lo tanto con bajos índices de dominancia y menor abundancia de especies oportunistas, comparados con los demás sitios. Estos son lugares más prístinos, sin impacto antrópico, que albergan árboles longevos pertenecientes a bosques climácicos, por lo tanto el suelo y la hojarasca poseen mayor cantidad de microhábitats debido a la acumulación de materia orgánica, troncos de árboles caídos, ramas y musgos.

Mayores precipitaciones y menores altitudes estuvieron asociadas con mayor abundancia, mayor riqueza, mayor diversidad y mayor equitatividad en los ensamblajes de oribátidos en los bosques. Esto se debe a que a con mayor humedad en la hojarasca y en el suelo, y menores altitudes, las condiciones ambientales sean más propicias para esta fauna. Las escasas diferencias entre los índices de equitatividad y diversidad para el suelo, entre los distintos bosques, podrían indicar similares condiciones ambientales resultando un buen refugio para los oribátidos. En las correlaciones se pudo comprobar una leve tendencia a que la mayor distancia al centro del casco

urbano ejerce una influencia positiva sobre la abundancia, la riqueza y la diversidad de los ácaros oribátidos. Esto podría deberse a efectos antrópicos de contaminación ambiental o indirectamente a actividades de extracción de madera, a antiguos incendios o a fragmentación del hábitat en los bosques de los sitios cercanos a la ciudad (Capítulo 8). Esta visión se vio corroborada cuando se observó la mayor dominancia y la mayor abundancia relativa de las especies oportunistas en los sitios más cercanos a la ciudad.

Los análisis de correlación no contradicen en forma taxativa que exista mayor dominancia en bosques más cercanos a la ciudad cuando se considera a los hábitats de hojarasca y de suelo en conjunto. Por lo tanto no se puede descartar los sitios de bosques cercanos a la zona urbana, al soportar mayor alteración del ambiente natural, afectan la supervivencia de la fauna de oribátidos debido a actividades antrópicas de deforestación, contaminación ambiental y compactación del suelo, entre otras; por lo tanto estudiar la relación entre la distancia a los sitios poblados con la dominancia en los ensambles de ácaros oribátidos puede servir para diagnosticar la presión antrópica sobre los bosques naturales (Caruso & Migliorini, 2007).

La presencia de los ácaros oribátidos *Anderemaeus magellanicus*, *Nothrus peruensis*, *Lanceoppia kovacsi* y *Cosmochthonius semifoveolatus* provoca cambios en las comunidades fúngicas de la hojarasca de Ciprés, ya sea seleccionando determinados grupos de ascomicetes al pastar indiscriminadamente sobre los demás grupos, o al trasladar sus propágulos o sus micelios; esto tiene una influencia inevitable sobre la degradación de la hojarasca (Capítulo 10).

Las investigaciones realizadas permitieron identificar la fauna de oribátidos más frecuente en el suelo y en la hojarasca de los bosques naturales andinopatagónicos cuyas especies arbóreas dominantes son el Coihue, el Ñire y el Ciprés. Los estudios realizados son un punto de partida para profundizarlos en otros bosques de importancia como los de Lengua, Alerce, Pehuén y Arrayán cuya fauna oribatológica no está aún investigada en nuestro país. Asimismo quedan por investigar a las especies que viven en el dosel de estos bosques, lo cual sin duda redundará en nuevos hallazgos científicos.

Dado que los cambios en los patrones de diversidad que rigen a los ensambles de oribátidos en la hojarasca y en el suelo son indicadores del impacto ambiental que se ejerce sobre los bosques naturales, la información obtenida resulta de utilidad para la formulación de futuras pautas de conservación y manejo.

12. Bibliografía

- Anderson J. M. (1978) Inter-and intra-habitat relationships between woodland Cryptostigmata species diversity and diversity of soil and littermicrohabitats. *Oecologia* 32:341–348.
- Atlas de los bosques nativos argentinos (2005). Bosque andino patagónico. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Sistema de Información Nacional Ambiental (SIAN). págs 70–85.
- Ayyildiz N., Luxton M. (1990) The genus *Cosmochthonius* Berlese. (Oribatida: Cosmochthoniidae). *Acarologia* 31(3): 279–284.
- Balogh J. (1962) Mission zoologique de l'I.R.S.A.C. en Afrique orientale. (P. Basilewsky et N. Leleup, 1957) LXXV. Acari Oribates. *Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale*. 110: 90–131.
- Balogh J, Balogh P. (1983) New Oribatids (Acari) from the Pacific Region- *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 29(4): pp. 303–325
- Balogh P. (1988) Some oribatid mites (Acari) from the Falkland Islands. *Opuscula Zoologica* 23: 111–115.
- Balogh J., Balogh P. (1988) *Oribatid Mites of the Neotropical Region I*. Elsevier, Amsterdam/Akadémiai Kiadó, Budapest, 335 pp.
- Balogh J., Balogh P. (1990) *Oribatid Mites of the Neotropical Region II*. Elsevier, Amsterdam/Akadémiai Kiadó, Budapest, 333 pp
- Balogh, J., Csiszár, J. (1963) The Zoological Results of Gy. Topal's Collectings in South Argentina 5. Oribatei (Acarina). *Annales historiconaturales Musei Nationalis Hungarici pars Zoologica* 55: 463–485.
- Balogh J., Mahunka S. (1968) The Scientific Results of the Hungarian Soil Zoological Expeditions to South America. 5. Acari: Data to the Oribatid Fauna of the environment of Córdoba, Argentina. *Opuscula Zoologica* 8(2): 317–340.
- Baranek S.E. (1984) Contribución para el conocimiento del género *Pheroliodes* (Acari, Oribatei). *I. Physis Sección C* 42 (103): 135–142.

- Baranek S.E. (1986) Contribución para el conocimiento del género *Pheroliodes* (Acari, Oribatei). II. Physis Sección C 44 (107):119–127.
- Baranek S.E. (1988) Contribución para el conocimiento de los ácaros oribátidos (Acari, Oribatei) de la República Argentina, Territorio Nacional del Tierra de Fuego. Physis Sección C 46 (110):15–16.
- Bardgett R.D., Yeates G.W., Anderson J.M. (2005) Patterns and determinants of soil biological diversity. Capítulo 6. en *Biological Diversity and Function in Soils*, Eds. Bardgett R.D., Usher M.B. y Hopkins D.W. Cambridge University Press. British Ecological Society. 100–118.
- Beckmann M. (1988) Die Entwicklung der Bodenmesofauna eines Ruderal-Ökosystems und ihre Beeinflussung durch Rekultivierung: 1. Oribatiden (Acari: Oribatei) *Pedobiologia* 31:391–408.
- Behan-Pelletier V.M. (1999) Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role of bioindication. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74:411–423.
- Behan-Pelletier V.M., Newton G. (1999) Linking biodiversity and ecosystem function in soil: mites as models of the taxonomic diversity. *BioScience* 49:149–152.
- Behan-Pelletier V.M., Walter D.E. (2000) Biodiversity of oribatid mites (Acari: Oribatida) in tree canopies and litter. En Coleman, D. C. and P. F. Hendrix, editors. (editors). *Invertebrates as Webmasters in Ecosystems*. CAB International. Wallingford, UK. Pp. 187–202.
- Bengtsson J. (1998) Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. *Applied Soil Ecology* 10:191-199.
- Berg M. P., Kniese J. J., Bedaux M., Verhoef H. A. (1998) Dynamics and stratification of functional groups of micro and mesoarthropods in the organic layer of a Scots pine forest. *Biology and Fertility of Soils* 26:268–284.
- Berlese A., Leonardi G. (1901) Descripción de nuevos acáridos descubiertos en Chile por el Dr. F. Silvestri. *Revista Chilena de Historia Natural* 7 (2):108-110.

- Berthet P.L. (1964) Field study of the mobility of Oribatei (Acari) using radioactive tagging. *Journal of Animal Ecology*, 33:443–449.
- Bertonatti C., Corcuera J. (2000) Situación ambiental Argentina 2000. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, 440 pp.
- Bischoff de Alzuet A. (1967) Nuevos Oribatei para la fauna argentina. *Revista del Museo de La Plata, Nueva Serie, Sección Zoología* 10:137–140.
- Blair J.M, Parmelee M.W., Wyman R.L.(1994) A comparison of the forest floor invertebrate communities of four forest types in the Northeastern US. *Pedobiologia* 38:146–160.
- Bloemers G.F., Hodda M., Lamshead P.J.D., Lawton J.H., Wanless F.R. (1997) The effect of forest disturbance on diversity of tropical soil nematodes. *Oecologia* 111:575–582.
- Colmet Dâage F, Lanciotti M.L., Marcolin A. (1995) Importancia forestal de los suelos volcánicos de la Patagonia Norte y Central. Climo-topo-secuencia de suelos y vegetación. Centro Regional Patagonia Norte, EEA Bariloche. 27 pp.
- Caruso T., Migliorini M. (2006) A new formulation of the geometric series with applications to oribatid (Acari, Oribatida) species assemblages from human-disturbed mediterranean areas. *Ecological Modelling* 95:402–406.
- Caruso T., Pigino G., Bernini F., Bargagli R., Migliorini M. (2007) The Berger-Parker index as an effective tool for monitoring the biodiversity of disturbed soils: a case study on Mediterranean oribatid (Acari: Oribatida) assemblages. *Biodiversity and Conservation*.16:3277–3285.
- Colwell R.K (2005) EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 75.
- Colwell R.K., Coddington J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)* **345**:101–118.
- Colloff M. (1993) A taxonomic revision of the oribatid mite genus *Camisia* (Acari: Oribatida). *Journal of Natural History* 1993:1325–1408.
- Correa M.N. (1969–1998) Flora Patagónica, Colección Científica del INTA, 7 Volumes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.

- Covarrubias R. (1967) New oribatids (Acarina) from Chile. *Opuscula Zoologica* 7 (2):89–116.
- Covarrubias R. (1968) Some observations on Antarctic Oribatei (Acarina) *Liochthonius australis* sp. n., and two *Oppia spp.n.* *Acarologia* 10:313–356.
- Covarrubias R. (2004) La pequeña fauna de artrópodos que vive dentro del suelo: Buscando en el Altiplano. I+I: Informes de Investigación N°2. Santiago, Octubre. Available from: http://www.umce.cl/investigacion/i_mas_i_r_covarrubias.html (Date of access 10-04-2010).
- Culvik M.E. (2007) Mites (Acari) as indicators of soil biodiversity and land use monitoring: a review. *Polish Journal of Ecology* 55(3):415–440.
- Denegri G., Bischoff de Alzuet, A. (1992) Seasonal variation of oribatid mites (Acarina) populations and its relationship to sheep cestodiasis in Argentina. *Veterinary Parasitology* 42:157–161.
- Dimitri M. (1977) Pequeña Flora Ilustrada de los Parques Nacionales Andino-Patagónicos. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería. Publicación Técnica Nro. 46. Buenos Aires. 122 pp.
- Donoso Zegers C. (2006) Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y de Argentina. 1st Edition. Marisa Cuneo Ediciones, 678 pp.
- Drebes G. (1974) *Marines Phytoplankton. Eine Auswahl der Helgoländer Planktonalgen (Diatomeen, Peridineen)*. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 186 pp.
- Fagan L., Didham R., Winchester N., Behan-Pelletier V., Clayton M., Lindquist E., Ring R. (2006) An experimental assessment of biodiversity and species turnover in terrestrial vs canopy leaf litter. *Oecologia* 147: 335–347.
- Fredes N., Martínez P., Bernava Laborde V., Osterrieth M. (2009) Microartrópodos como indicadores de disturbio antrópico en entisoles del área recreativa de Miramar, Argentina. *Revista ciencia del suelo (Argentina)* 27(1): 89–101.
- Fredes N.A., Martínez, P.A. (2008) Nuevos registros de ácaros oribátidos (Acari: Oribatida) para la Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 67 (1–2):171–174.
- Gergócs Y., Hufnagel L. (2009) Application of oribatid mites as indicators (review). *Applied Ecology and Environmental Research* 7(1):79–98.

- Gentili M., Gentili P. (1988) Lista comentada de los insectos asociados a las especies Sudamericanas del género *Nothofagus*. Monografías de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Buenos Aires, Argentina 4:85–106.
- Giller P.S. (1996) The diversity of soil communities, the 'poorman's tropical rainforest' *Biodiversity and Conservation* 5:135-168.
- Grandjean F. (1935) Les poils et les organes sensitifs portés par les pattes et le palpe chez les Oribates. *Bulletin de la Société Zoologique de France*. 60:6–39.
- Grandjean F. (1957) L'infacapitulum et la manducation chez les Oribates et d'autres acariens. *Annales des Sciences Naturelles Zoologie* 11(19): 233–281.
- Grandjean F. (1960) *Damaeus arvernensis n. sp.* (Oribate). *Acarologia* 2:250–275.
- Groombridge B., Jenkins M.D. (2000) *Global biodiversity: Earth's living resources in the 21st century*. 1st edition. Cambridge: World Conservation Press.
- Hågvar S. (1994) Log-normal distribution of dominance as an indicator of stressed soil microarthropod communities. *Acta zoologica fennica* 195:71–80.
- Hammer M. (1958) Investigations on the Oribatid fauna of the Andes Mountains. I. The Argentine and Bolivia. *Biologiske Skrifter Danske Videnskabernes Selskab* 10(1):1–129.
- Hammer M. (1961) Investigations on the Oribatid Fauna of the Andes Mountains. II. Perú. *Biologiske Skrifter Danske Videnskabernes Selskab* 13(1):1–57.
- Hammer M. (1962a) Investigations on the Oribatid Fauna of the Andes Mountains III. Chile. *Biologiske Skrifter Danske Videnskabernes Selskab* 13(2):1–96.
- Hammer M. (1962b) Investigations on the Oribatid Fauna of the Andes Mountains IV. Patagonia. *Biologiske Skrifter Danske Videnskabernes Selskab* 13(2):1–37.
- Hammer M. (1967) Investigations on the oribatid fauna of New Zealand. Part II. *Biologiske Skrifter Danske Videnskabernes Selskab* **15** (4): 1–64.
- Hammer M. (1968) Investigations on the Oribatid Fauna of New Zealand Part III-Biol. *Skrifter Danske Videnskabernes Selskab* 16(2), pp. 1–96.

- Hansen R. (2000) Effects of habitat complexity and composition on a diverse litter microarthropod assemblage. *Ecology* 81:1120–1132.
- Hanski I., Koivulehto H., Cameron A., Rahagalala P. (2007) Deforestation and apparent extinctions of endemic forest beetles in Madagascar. *Biology Letters* 3:344–347.
- Hasegawa M., Ito M.T., Kitayama K. (2006) Community structure of oribatid mites in relation to elevation and geology on the slope of Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. *European Journal of Soil Biology* 42 (suplemento 1):191–196. Proceedings of the XIVth International Colloquium on Soil Biology.
- Hellmann J.J., Fowler G.W. (1999) Bias precision, and accuracy of four measures of species richness. *Ecological Applications* 9(3):824–834.
- Heneghan L. (1999) Soil microarthropod contributions to decomposition dynamics: tropical-temperate comparisons of a single substrate. *Ecology* 80(6):1873–1882.
- Hermann J.F. (1804) *Mémoire Aptérologique*. F. G. Levrault. Strasbourg. 121 pp.
- Huhta V. (2007) The role of soil fauna in ecosystems. A historical review. *Pedobiologia* 50:489–495.
- Hunt G., Norton R., Kelly J., Colloff M., Lindsay S. (1998) Oribatid mites an interactive glossary. Australian Biological Research Study. CSIRO publishing. CD Rom.
- Illig J., Norton R.A., Scheu S., Maraun M. (2010) Density and community structure of soil- and bark-dwelling microarthropods along an altitudinal gradient in a tropical montane rainforest. *Experimental Applied Acarology* (2010) 52:49–62
- Jing S., Solhoy T., Wang H., Vollan T., Xu R. (2005) Differences in soil arthropod communities along a high altitude gradient at Shergyla Mountain, Tibet, China. *Arctic Antarctic and Alpine Research* 37(2):261–266.
- Kallimanis A.S., Argyropoulou M.D., Sgardelis S.P. (2002) Two scale patterns of spatial distribution of oribatid mites (Acari, Cryptostigmata) in a Greek mountain. *Pedobiologia* 46:513–525(13).

- Kang B., Joon-Ho L., Seong-Sik C. (2001) Soil Oribatid Mite (Acari) Settling in the Forest Litter in the Different Microenvironments in Mt. Jumbong, Korea. *Korean Journal of Ecology* 24(4):233–237.
- Karasawa S., Hijii N. (2004) Morphological modifications among oribatid mites (Acari: Oribatida) in relation to habitat differentiation in mangrove forests. *Pedobiologia* 48:383–394.
- Karasawa S., Hijii N. (2008) Vertical stratification of oribatid (Acari: Oribatida) communities in relation to their morphological and life-history traits and tree structures in a subtropical forest in Japan. *Ecological Research*, 23:57–69.
- Khalil M.A., Janssens K.S.T., Berg M.P., Van Straalen N.M. (2009) Identification of metal-responsive oribatid mites in a comparative survey of polluted soils. *Pedobiologia* 52:207–221.
- Kramer P. (1898) Acariden. In: *Ergebnisse d. Hamburger Magalhaensischen Sammelreise 1892/93, II. Arthropoden*, Friederichsen, Hamburg pp. 1–40.
- Lee, D.C. (1982) Sarcoptiformes (Acari) of South Australian soils. 3. Arthronotina (Cryptostigmata). *Records of the South Australian Museum* 18:327–359.
- Kun M. (2012) The genus *Paroppia* (Acari: Oribatida) in the Neotropical region: *Paroppia patagonica* n. sp. from Andean forests of Northwestern Patagonia, Argentina. *Acarologia* 52(4):411–418.
- Kun M. E., Martínez P.A., González A. (2010) Oribatid mites (Acari: Oribatida) from *Austrocedrus chilensis* and *Nothofagus* forests of Northwestern Patagonia (Argentina). *Zootaxa* 42:22–42.
- Kun M., Piantoni C., Krenz J, Ibarzüengoytía N. (2010) Dietary analysis of *Homonota darwini* (Squamata: Gekkonidae) in Northern Patagonia. *Current Zoology* 56(4):406–410.
- Lamoncha K.L., Crossley Jr. D.A. (1998) Oribatid mite diversity along an elevation gradient in a southeastern Appalachian forest. *Pedobiologia* 42:43–55.
- Lee D.C. (1982) Sarcoptiformes (Acari) of South Australian soils. 3. Arthronotina (Cryptostigmata). *Records of the South Australian Museum* 18: 327–359.

- Lee J.H., Park H.H., Kang B.H., Jung C., Choi. S.S. (2000) Comparison of Oribatid Mite (Acari: Oribatida) communities among, city, suburban, and natural forest ecosystems: Namsan, Kwangreung, and Mt. Jumbong. *Korean Journal of ecology* 23(2): 107–112.
- Lehmitz R., Russell D., Hohberg K., Christian A., Xylander W. (2011) Active dispersal of oribatid mites into young soils. *Applied Soil Ecology* Volume 55:10–19.
- Lindo Z., Winchester N.N. (2006) A comparison of microarthropod assemblages with emphasis on oribatid mites in canopy suspended soils and forest floors associated with ancient western red cedar trees. *Pedobiologia* 50:31–41
- Lindo Z., Stevenson S. (2007). Diversity and Distribution of Oribatid Mites (Acari: Oribatida) Associated with Arboreal and Terrestrial Habitats in Interior Cedar-Hemlock Forests, British Columbia, Canada. *Northwest Science* 81(4):305–315.
- Lindo Z., Winchester N. (2008) Scale dependent diversity patterns in arboreal and terrestrial oribatid mite (Acari: Oribatida) communities. *Ecography* 31:53–60.
- Longino J.T., Coddington J., Colwell R.K. (2002) The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology* 83(3):689–702.
- Magurran A.E. (1988) *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, U.S.A. 178 pp.
- Magurran A.E. (2004) *Measuring Biological Diversity*, 2nd edition. Blackwell, Oxford. 256 pp.
- Mahunka S. (1975) Neue und interessante Milben aus dem Genfer Museum. XIII. Neuen Oribatiden-Arten aus Senegal. *Bulletin de l'Institut français d'Afrique noire* 37:288–296.
- Mahunka S. (1992) New and interesting mites from the Geneva Museum LXIII. A survey of the Oribatid fauna of Senegal (Acari: Oribatida). *Revue Suisse de Zoologie*. 99(3):673–712.
- Mahunka S. (1980) Neue und interessante Milben aus dem Genfer Museum XXXVIII. Oribatids (Acari) from Monte Susana (Tierra del Fuego, Argentina). *Revue suisse de Zoologie* 87 (1):155–181.
- Maraun, M., Salamon, J.A., Schneider, K., Schaefer, M., Scheu, S. (2003) Oribatid mite and collembolan diversity, density and community structure in a moder beech forest (*Fagus*

sylvatica): effects of mechanical perturbations. *Soil Biology & Biochemistry* 35(10): 1387–1394.

Maraun M.; Visser S., Scheu S. (1998) Oribatid mites enhance the recovery of the microbial community after a strong disturbance. *Applied soil ecology* 9(1998):175–181.

Maribie C., Nyamasyo G., Ndegwa P., Mug'atu J., Lagerlöf J., Gikungu M. (2011) Abundance and diversity of soil mites (Acari) along a gradient of land use types in Taita Taveta, Kenya. *Tropical and subtropical agroecosystems* 13(2011):11–27.

Marshall D.J., Pugh P.J.A. (1996) Origin of the inland Acari of Continental Antarctica, with particular reference to Dronning Maud Land. *Zoological Journal of the Linnean Society* 118:101–118.

Martínez R., Casanueva M. (1995) Comparación cuali-cuantitativa de la fauna oribatológica de suelo (Acari: Oribatida) de bosques nativos y *Pinus radiata*. *Revista Chilena de Entomología* 22:25–34.

Martínez P.A., Fredes N.A., Montti L.F., Casertano S.A. (2009) Soil oribatid mites in four typical vegetation communities of Misiones forest in the Iguazú area, Argentina. *Pesquisa agropecuária brasileira* 44(8):1021–1026.

McGonigle T. (1995) The significance of grazing on fungi in nutrient cycling. *Canadian Journal of Botany* 73 (Suppl.):1370–1376.

Migge S., Maraun M., Scheu S., Schaefer M. 1998. The oribatid mite community (Acarina) of pure and mixed stands of beech (*Fagus sylvatica*) and spruce (*Picea abies*) of different age. *Applied Soil Ecology* 9:115–121.

Migliorini M., Bernini F. (1999) Oribatid mite coenoses in the Nebrodi Mountains (Northern Sicily). *Pedobiologia* 43:372–383.

Miller J.C. (1993) Insect natural-history, multispecies interactions and biodiversity in ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 3:233–241.

Minor M., Norton R. (2004) Effects of soil amendments on assemblages of soil mites (Acari: Oribatida, Mesostigmata) in short - rotation willow plantings in central New York. *Canadian Journal for Research* 34: 1417–1425.

- Moldenke A.R., Fichter B.L. (1988) Invertebrates of the H.J. Andrews Experimental Forest, western Cascade Mountains, Oregon: IV. The oribatid mites (Acari: Cryptostigmata). USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, GTR PNW-217 August.
- Moran, P. A. P. (1950) Notes on Continuous Stochastic Phenomena. *Biometrika* **37** (1): 17–23.
- Moreno C. E. (2001) Métodos para medir la biodiversidad. MyT-Manuales y Tesis SEA, vol. Zaragoza, 84 pp.
- Nakamura A., Catteral, C., House A., Kitching R., Burwell C. (2007) The use of ants and other soil and litter arthropods as bio-indicators of the impacts of rainforest clearing and subsequent land use. *Journal of Insect Conservation* 11(2):177–186.
- Niedbala W. (1984) Deux nouveaux Pthiracaridae (Acari, Oribatida) d'Argentine. *Folia Entomologica Hungarica* 45(1):151–157.
- Nieuwenhuizen L. C., Verster A. J. M., Horak I. G., Krecek R.C., Grimbeek J. R. (1994) The seasonal abundance of oribatid mites (Acari: Cryptostigmata) on an irrigated Kikuyu grass pasture. *Experimental and Applied Acarology* 18(2):73–86.
- Norton R.A. (1990) Acarina: Oribatida. En: Dindal, D.L. (Ed.), *Soil Biology Guide*. Wiley, New York, 779–803.
- Norton R. A., Alberti G. (1997) Porose integumental organs of oribatid mites (Acari, Oribatida). 3. Evolutionary and ecological aspects. *Zoologica* 146, 115–143.
- Norton R.A., Behan-Pelletier V.M. (2007) *Eniochthonius mahunkai* sp. n. (Acari: Oribatida: Eniochthoniidae), from North American peatlands, with a redescription of *Eniochthonius* and a key to North American species. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 53 (4):295–333.
- Norton, R.A., Behan-Pelletier, V.M. (2009) Suborder Oribatida. In: *A Manual of Acarology*. 3rd edition. Krantz GW, Walter D E, Editors. Texas Tech University Press. 430–564.
- Noti M.I., André H.M., Ducarme X., Lebrun P. (2003) Diversity of soil oribatid mites (Acari:Oribatida) from High Katanga (Democratic Republic of Kongo): a multiscale and multifactor approach. *Biodiversity and Conservation* 12:767–785.

- Norton R.A., Behan-Pelletier V.M. (2009) Suborder Oribatida. In: A Manual of Acarology. 3rd edition. Krantz GW, Walter D E, Editors. Texas Tech University Press, pp. 430–564.
- Palmer M.W. (1990) The Estimation of Species Richness by Extrapolation. *Ecology* 71:1195–1198.
- Preston F.W. (1948) The commonness and rarity of species. *Ecology* 29 (3): 254–283.
- Rangel T.F., Dini-Filho J.A.F., Bini L.M. (2010) SAM: A comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology. *Ecography*, 33: 1–5. www.ecoevol.ufg.br/sam.
- Renker C., Otto P., Schneider K., Zimdars B., Maraun M., Buscot F. (2005) Oribatid Mites as Potential Vectors for Soil Microfungi: Study of Mite-Associated Fungal Species. *Microbial Ecology* 50(4):518–28
- Reynolds B.C., Crossley D.A., Hunter M.D. (2003) Response of soil invertebrates to forest canopy inputs along a productivity gradient. *Pedobiologia* 47:127–139.
- Sackmann P., Ruggiero A, Kun M., Farji-Brener, A. (2006) Efficiency of a Rapid Assessment of the Diversity of Ground Beetles and Ants, in Natural and Disturbed Habitats of the Nahuel Huapi Region (NW Patagonia, Argentina). *Biodiversity and Conservation* 15(6):2061–2084.
- Salazar Martínez A., Accattoli C., Schnack J. (2007) Oribátidos arborícolas del “Paseo del Bosque” (La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 66(1–2):159–163.
- Salazar Martínez A.; Accatoli C., Martínez P.A., Schnack J.A. (2010) Diversidad de oribátidos (acari: oribatida) del «paseo del bosque», la plata (Buenos Aires, argentina). *Ciencia del Suelo (Argentina)* 28(2):181–190.
- Setälä H., Berg M.P., Jones T.H. (2005) Trophic structure and functional redundancy in soil communities. Capítulo 13 en *Biological Diversity and Function in Soils*, Eds. Bardgett R.D., Usher M.B. y Hopkins D.W. Cambridge University Press. British Ecological Society. 236–249.
- Schatz H. (1998) Review Oribatid mites of the Galápagos Islands – faunistics, ecology and speciation. *Experimental and Applied Acarology* 22(7): 373–409.

- Schatz H. (2004) Diversity and global distribution of oribatid mites (Acari, Oribatida)-evaluation of the present state of knowledge. *Phytophaga* 14:485–500.
- Schatz H. (2006) Catalogue of known oribatid mite species (Acari: Oribatida) from the Central American landbridge. *Tropical Zoology* 19:209–288.
- Scheu S., Schulz E. (1996) Secondary succession, soil formation and development of a diverse community of oribatids and saprophagous soil macro-invertebrates. *Biodiversity and Conservation* 5:235–250.
- Schneider K. (2005) Feeding biology and diversity of oribatid mites (Oribatida, Acari). PhD thesis, Technical University, Darmstadt, Germany.
- Schneider K., Maraun M. (2005) Feeding preferences among dark pigmented fungal taxa (“Dematiacea”) indicate limited trophic niche differentiation of oribatid mites (Oribatida, Acari) *Pedobiologia* 49:61–67.
- Schneider K., Renker K., Maraun M. (2005) Oribatid mite (Acari, Oribatida) feeding on ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 16: 67–72.
- Shimano S. (2010) Aoki’s oribatid-based bioindicator systems. *Zoosymposia* 6: 200–209.
- Schulz E., Scheu S. (1994) Oribatid mite mediated changes in litter decomposition: Model experiments with ¹⁴C-labelled holocellulose. *Pedobiologia* 38:344–352
- Siepel H. (1990) Niche relationships between two panphytophagous soil mites, *Nothrus sylvestris* Nicolet (Acari, Oribatida, Nothri-idae) and *Platynocheilus peltifer* Koch (Acari, Oribatei, Camisiidae). *Biology and Fertility of Soils* 9:139.
- Siepel H. (1995) Are some mites more ecologically exposed to pollution with lead than others? – *Experimental and Applied Acarology* 19(7): 391–398.
- Siepel H. (1996) Biodiversity of soil microarthropods: the filtering of species. *Biodiversity and conservation* 5:251–260.
- Siepel H., Maaskamp F. (1994) Mites of different feeding guilds affect decomposition of organic matter. *Soil Biology and Biochemistry* 26:1389–1394.
- Southwood R., Henderson P. A. (2000) *Ecological Methods*. Blackwell Publishing Ltd. 590 pp

- Starý J. (1995) Oribatid mites (Acari: Oribatida) of Beauchêne Island, Falklands, South Atlantic. *Journal of Natural History* 29 (6):1461–1467.
- Starý J., Block W. (1995) Oribatid mites (Acari: Oribatida) of South Georgia, South Atlantic. *Journal of Natural History* 29 (6):1469–1481.
- Starý J., Block W. (1996) Oribatid mites (Acari: Oribatida) of the Falkland Islands, South Atlantic and their zoogeographical relationships. *Journal of Natural History* 30 (4):523–535.
- Streit B., Buehlmann A., Reutiman P. 1985. Mites succession in compost communities: studies with Oribatei, Gamasina and Uropodina. *Pedobiologia* 28:1–12.
- Subías L. (1982) Oribátidos de Murcia I (Oribátidos inferiores. Parte I) (Acarida, Oribátida). *Anales de la Universidad de Murcia, Ciencias*. 38(1–4):133–151.
- Subías L. (2004) Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los Ácaros Oribátidos (Acarifomes, Oribatida) del mundo (1748–2002). *Graellsia* 60:3–305.
- Subías L. (2011) Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los Ácaros Oribátidos (Acarifomes, Oribatida) del mundo (excepto fósiles). Available from: <http://www.ucm.es/info/zoo/Artropodos/Catalogo.pdf> (Date of access: 10-01-2011).
- Subías L., Arillo A. (1995) Los multioppiinae del sur de España ii. el género ramusella con descripción de una nueva especie (acari, oribatida, oppiidae). *Graellsia* 51:45–53.
- Subías L., Balogh P. (1989) Identification keys to the genera of Oppiidae Grandjean, 1951 (Acari: Oribatei) — *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 35(3–4): 355–412.
- Subías L., Rodríguez P. (1986) Oppiidae (Acari, Oribatida) de los sabinares (de *Juniperus thurifera*) de España, IV. Subfamilia *Mystroppiinae* Balogh y *Quadroppiinae* Balogh. *Anales de Biología de la Universidad de Murcia*, 7:37–45.
- Travé J. (1961) Sur un nouveau genre d'oribates: *Neotrichozetes*. *Acarologia* III (3):363–375.
- Urciolo A., Iturraspe R., Collado L., Iturraspe R., Pacheco J., Villena P., Gaviño M., Sarandón R, Guerrero Borges V., Burns S. (2007) Análisis de respuesta de las áreas focales en Argentina. Deliverable 18. Report on basin response for Argentina. Evidence-based Policy for Integrated Control of Forested River Catchments in Extreme rainfall and Snowmelt. EPIC FORCE project INCO-CT2004-510739.

- Vannier, G. (1970) Techniques relatives à l'extraction des arthropodes du sol. Programme Biologique International, Recherche coopérative sur programme du C.N.R.S. N° 40, Ecologie du sol. Editions du CNRS. 263–319.
- Wallwork J. (1970) Acarina: Cryptostigmata of South Georgia. Pacific Insects Monograph 23:161–178.
- Wallwork J. (1972) Distribution patterns of cryptostigmatid mites (Arachnida: Acari) in South Georgia. Pacific Insects 14 (3):615–625.
- Wallwork J. (1983) Oribatids in forest ecosystems. Annual Review of Entomology 28:109–130.
- Walter D., Proctor H. (2001) Mites in soil. An Interactive Key to Mites & Other Soil Microarthropods, ABRS Identification Series, CSIRO Publishing Collingwood Victoria. Available from: http://www.publish.csiro.au/web_cds_demo/mites/UserGuide.htm (Date of access: 17-05-2010).
- Wilkinson, D.M. (1999) The disturbing history of intermediate disturbance. Oikos 84(1): 145–147.
- Winchester N. N., Lindo Z., Behan-Pelletier V.M. (2008) Oribatid Mite Communities in the Canopy of Montane *Abies amabilis* and *Tsuga heterophylla* Trees on Vancouver Island, British Columbia. Environmental Entomology 37(2): 464–471.
- Wunderle I. (1992) Die Oribatiden-Gemeinschaften (Acari) der verschiedenen Habitate eines Buchenwaldes. Carolea 50:115–144.

Apéndices

Apéndice 1. Número de individuos recolectados en sitio C1 (Cerro Otto)

Espece / morfoespece	P1C1H	P1C1S	V1C1H	V1C1S	O1C1H	O1C1S	P2C1H	P2C1S	V2C1H	V2C1S	O2C1H	O2C1S	Totales	H+S	H	S
<i>Tectocephus velatus</i>	153	2	13	0	25	4	83	1	18	2	38	2	341	330	11	
<i>Pheroliodes minutus</i>	102	0	42	4	66	75	10	9	12	1	4	2	327	236	91	
<i>Nothrus peruensis</i>	148	5	6	2	37	11	2	0	0	1	59	0	271	252	19	
<i>Lanceoppia kovacsi</i>	107	8	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	119	110	9	
<i>Discoppia tenuis</i>	46	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	57	46	11	
<i>Lanceoppia hexapili</i>	31	1	3	1	4	3	8	0	0	0	2	0	53	48	5	
<i>Membranoppia argentinensis</i>	26	1	0	3	0	0	0	0	0	0	18	0	48	44	4	
<i>Oxyoppia mustaciata n. sp.</i>	30	7	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	43	32	11	
<i>Licnodamaeus granulatus</i>	0	0	0	0	3	17	1	0	8	1	0	5	35	12	23	
<i>Anderemaeus magellanicus</i>	8	7	0	0	3	1	1	0	2	0	1	1	24	15	9	
<i>Nodocephus dentatus</i>	16	2	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	24	22	2	
<i>Cosmochthonius semifoveolatus</i>	12	3	1	0	0	2	0	0	0	1	0	2	21	13	8	
<i>Trichthonius pulcherrimus</i>	18	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	20	20	0	
<i>Jacotella ornata</i>	3	1	0	0	6	6	1	0	0	0	0	0	17	10	7	
<i>Pheroliodes neuquinus</i>	0	0	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	13	0	
<i>Lanceoppia sp 3</i>	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	9	1	
<i>Oppiidae sp 34</i>	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9	9	0	
<i>Oribatulidae inmaduros</i>	0	0	0	0	7	1	0	1	0	0	0	0	9	7	2	
<i>Jornadia sp</i>	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	
<i>Liochthonius fimbriatissimus</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	2	0	8	8	0	
<i>Microppia minus</i>	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	
<i>Camisia australis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	7	7	0	
<i>Oppiidae sp 27</i>	0	0	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	7	5	2	
<i>Oribatula sp</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	
<i>Phthiracarus insignis</i>	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	3	3	
<i>Globoppia intermedia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	5	0	
<i>Oxyoppia suramericana</i>	0	0	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0	5	1	4	
<i>Brachioppiella pepitensis</i>	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	1	3	
<i>Camisia segnis</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	4	0	
<i>Suctobelbella variabilis</i>	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	3	1	
<i>Brachychthoniidae sp 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	3	0	
<i>Crotonia flagellata</i>	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	3	0	
<i>Epilohmaniidae sp</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	3	3	0	
<i>Oppiidae sp 24</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3	
<i>Oppiidae sp 5</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3	
<i>Oribatulidae sp 1</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	
<i>Tuxenia complicata</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	
<i>Camisia sp</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	
<i>Eniochthonius minutissimus</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	
<i>Globoppia minor</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	
<i>Multioppiinae sp</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	
<i>Membranoppia patagonica</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	2	

<i>Oribatulidae sp 2</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Oribatulidae sp 4</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Suctobelbella cornuta</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Suctobelbella microdentata</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Brachychthoniidae sp 2</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Ceratozetidae sp</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Cosmochthonius sp 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Cuspidozetes armatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Discoppia sp</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Eporibatula australis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Globoppia sp</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Setoppia angustopili</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Membranoppia breviclava</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Oppiella nova</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 10</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 17</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>Oppiidae sp 20</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Oppiidae sp 7</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>Oppiidae sp 8</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Physobates spinipes</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Heminothrus biangulatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	751	62	89	15	169	129	126	17	46	7	137	22	1570	1318	252

Apéndice 2. Número de individuos recolectados en sitio D1 (LLao LLao)

Especie / morfoespecie	P1D1	P1D1	V1D1	V1D1	O1D1	O1D1	P2D1	P2D1	V2D1	V2D1	O2D1	O2D1	Totales		
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H+S	H	S
<i>Globoppia minor</i>	345	24	19	25	25	26	17	21	0	59	47	4	612	453	159
<i>Heminothrus biangulatus</i>	111	8	56	0	160	20	31	2	12	8	35	1	444	405	39
<i>Nothrus peruensis</i>	116	22	0	2	29	33	2	3	0	30	92	4	333	239	94
<i>Tectocepheus velatus</i>	49	8	2	0	112	17	3	4	7	14	93	6	315	266	49
<i>Totobates elegans</i>	8	0	56	11	50	10	38	19	21	9	45	0	267	218	49
<i>Physobates spinipes</i>	16	1	2	1	30	18	45	4	1	21	45	1	185	139	46
<i>Setoppia angustopili</i>	89	9	10	2	13	1	14	3	0	1	8	0	150	134	16
<i>Brachioppiella periculosa</i>	23	24	0	0	0	0	1	0	0	12	15	48	123	39	84
<i>Membranoppia breviclava</i>	28	2	19	0	17	0	1	0	2	9	14	0	92	81	11
<i>Totobates pterygoides</i>	16	0	6	0	43	0	0	0	0	0	24	0	89	89	0
<i>Oppiella nova</i>	13	71	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	85	13	72
<i>Perscheloribates monttensis</i>	26	11	15	6	12	0	0	0	0	4	0	0	74	53	21
<i>Maculobates longiporosus</i>	30	2	27	0	11	0	0	0	0	0	3	0	73	71	2
<i>Globoppia maior</i>	11	0	7	0	7	7	10	0	0	5	15	0	62	50	12
<i>Oxyoppia mustaciata n. sp.</i>	5	37	1	1	0	1	0	0	0	5	3	4	57	9	48
<i>Lanceoppia kovacsi</i>	21	1	0	0	1	4	1	1	0	4	3	6	42	26	16
<i>Maculobates breviporosus</i>	0	0	4	0	16	0	6	0	0	0	0	0	26	26	0

<i>Nodocepheus dentatus</i>	11	1	0	0	2	9	0	0	0	2	0	0	25	13	12
<i>Membranoppia wallworkii</i>	15	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	22	1
<i>Suctobelbella variabilis</i>	17	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	21	17	4
<i>Paroppia patagonica n. sp</i>	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	19	16	3
<i>Austrognetha multipilosa</i>	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1	17
<i>Neoamerioppia chilensis</i>	12	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	18	12	6
<i>Malaconothrus translamellatus</i>	1	1	3	0	0	0	0	9	0	0	2	0	16	6	10
<i>Suctobelbella microdentata</i>	0	13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	14	0	14
<i>Lanceoppia hexapili</i>	9	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	13	12	1
<i>Nesotocepheus n. sp.</i>	1	0	0	0	1	0	3	0	0	3	1	0	9	6	3
<i>Anderemaeus magellanicus</i>	0	0	2	0	2	0	2	0	2	0	0	0	8	8	0
<i>Malaconothrus sp</i>	4	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	8	5	3
<i>Oppiidae sp 11</i>	0	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0
<i>Oppiidae sp 22</i>	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	8	2	6
<i>Phthiracarus insignis</i>	0	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	8	3	5
<i>Eniochthonius minutissimus</i>	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	5
<i>Lanceoppia sp 3</i>	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	4
<i>Oppiidae sp 27</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0
<i>Oppiidae sp 7</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	7
<i>Oxyoppia suramericana</i>	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	5
<i>Ramusella sp 2</i>	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	2
<i>Suctobelbella sp 1</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0
<i>Notaphthiracarus feideri</i>	0	0	0	0	1	0	3	0	0	1	1	0	6	5	1
<i>Cuspidozetes armatus</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	5	1	4
<i>Liochthonius fimbriatissimus</i>	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	1	3
<i>Austroppia petrohuensis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	2
<i>Brachychthoniidae sp 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	3	0
<i>Lanceoppia sp 5</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
<i>Oppiidae sp 25</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
<i>Brassoppia peullaensis</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Lanceoppia sp 2</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Oribatulidae sp 13</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Oribatulidae sp 1</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Pheroliodes minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2
<i>Ramusella puertomontensis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1
<i>Sellnickochthonius elsosneadensis</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Suctobelbella macrodentata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
<i>Brachioppiella pepitensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Brachioppiella sp 1</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Camisia australis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Camisia sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Austrocarabodes travei</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Epilohmaniidae sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Gerloubia bicuspidata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0

<i>Globoppia sp 2</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Globoppia sp 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Perschelorbates sp 3</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Perschelorbates sp 4</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Membranoppia argentinensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Nesotocepheus hauseri</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Nothrus sp</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 10</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 2</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 20</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Oppiidae sp 3</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oribatulidae sp 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Suctobelbella cornuta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	1019	288	241	54	552	160	182	72	47	196	460	86	335	250	85
													7	1	6

Apéndice 3. Número de individuos recolectados en sitio A1 (Cerro P.Laguna)

Especie/morfoespecie	P1A1H	P1A1S	V1A1H	V1A1S	O1A1H	O1A1S	P2A1H	P2A1S	V2A1H	V2A1S	Totales		
											H+S	H	S
<i>Tectocephus velatus</i>	121	13	5	3	61	12	54	2	9	0	280	250	30
<i>Maculobates breviporosus</i>	1	0	24	0	13	0	33	3	75	8	157	146	11
<i>Cultroribula argentinensis</i>	15	32	0	11	5	4	2	0	0	0	69	22	47
<i>Oxyoppia mustaciata n. sp.</i>	4	59	0	1	0	2	0	0	0	0	66	4	62
<i>Brachioppiella pepitensis</i>	1	63	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1	63
<i>Anomaloppia dispariseta</i>	9	25	0	1	1	18	1	0	0	2	57	11	46
<i>Lanceoppia hexapili</i>	1	0	0	1	0	0	47	0	1	0	50	49	1
<i>Oppiella nova</i>	8	32	0	0	0	0	0	0	0	0	40	8	32
<i>Globoppia minor</i>	16	2	10	5	5	1	0	0	0	0	39	31	8
<i>Pheroliodes neuquinus</i>	2	1	2	0	12	1	10	0	0	0	28	26	2
<i>Perschelorbates sp 2</i>	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	23	0
<i>Oppiidae sp 5</i>	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	18
<i>Lanceoppia kovacsi</i>	0	0	0	0	8	0	9	0	0	0	17	17	0
<i>Sellnickochthonius elsosneadensis</i>	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	17	15	2
<i>Austrognetha multipilosa</i>	2	14	0	0	0	0	0	0	0	0	16	2	14
<i>Eniochthonius minutissimus</i>	9	5	0	0	0	0	0	0	0	1	15	9	6
<i>Maculobates longiporosus</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	10	0	15	10	5
<i>Nodocephus dentatus</i>	11	1	0	0	2	1	0	0	0	0	15	13	2
<i>Oxyoppia suramericana</i>	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	15	3	12
<i>Liochthonius fimbriatissimus</i>	6	5	0	0	0	1	0	0	0	1	13	6	7
<i>Paroppia patagonica n. sp</i>	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	11	1
<i>Oppiidae sp 8</i>	3	5	0	0	3	0	0	0	0	0	11	6	5
<i>Perschelorbates monttensis</i>	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	9	1

<i>Ramusella sp 2</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10
<i>Malaconothrus translamellatus</i>	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	8	0
<i>Oppiidae sp 7</i>	1	5	0	0	0	1	0	0	0	1	8	1	7
<i>Membranoppia breviclava</i>	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	5	2
<i>Malaconothrus sp</i>	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	6	2	4
<i>Camisia segnis</i>	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	5	1	4
<i>Epilohmaniidae sp</i>	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	5	5	0
<i>Globoppia maior</i>	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	5	4	1
<i>Anderemaeus magellanicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	4	3	1
<i>Setoppia angustopili</i>	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	4	2	2
<i>Trichthonius pulcherrimus</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0
<i>Nothrus peruensis</i>	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	1
<i>Oppiidae sp 15</i>	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3	3	0
<i>Oppiidae sp 23</i>	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	2	1
<i>Oppiidae sp 27</i>	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	3
<i>Physobates spinipes</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0
<i>Brachioppiella periculosa</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Brachioppiella sp 1</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Oppiidae sp 31</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2
<i>Membranoppia patagonica</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Pedunculozetes andinus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2	0
<i>Pheroliodes minutus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1
<i>Heminothrus biangulatus</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Suctobelbella sp 1</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1
<i>Camisia australis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Cosmochthonius semifoveolatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Crotonia flagellata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Discoppia tenuis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Globoppia intermedia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Membranoppia argentinensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Sphaerochthoniidae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oribatido sp 8</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oribatulidae sp 5</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Pheroliodes sp 2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
	304	314	46	29	127	54	159	8	100	13	1154	736	418

Apéndice 4. Número de individuos recolectados en sitio C2 (Cerro LLao LLao)

Especie/morfoespecie	P1C2H	P1C2S	V1C2H	V1C2S	O1C2H	O1C2S	P2C2H	P2C2S	V2C2H	V2C2S	Totales		
											H+S	H	S
<i>Tectocephus velatus</i>	48	11	4	0	35	103	19	19	5	6	250	111	139
<i>Oxyoppia mustaciata n. sp.</i>	1	4	0	0	0	90	2	11	0	2	110	3	107
<i>Cultroribula argentinensis</i>	4	1	0	0	13	73	0	1	0	0	92	17	75
<i>Anomaloppia dispariseta</i>	0	6	0	0	0	59	0	15	0	0	80	0	80
<i>Licnodamaeus granulatus</i>	6	2	0	0	0	0	46	1	22	0	77	74	3
<i>Eniochthonius minutissimus</i>	1	0	0	0	0	69	0	3	0	0	73	1	72
<i>Perscheloribates monttensis</i>	0	4	16	6	23	1	0	0	0	13	63	39	24
<i>Nothrus peruensis</i>	7	16	4	0	2	22	0	1	2	3	57	15	42
<i>Membranoppia breviclava</i>	0	0	0	0	39	0	0	0	1	0	40	40	0
<i>Lanceoppia kovacsi</i>	12	12	0	0	1	3	0	3	0	1	32	13	19
<i>Globoppia minor</i>	1	5	14	2	7	2	0	0	0	0	31	22	9
<i>Nodocephus dentatus</i>	1	0	0	0	0	5	11	3	3	1	24	15	9
<i>Malaconothrus translamellatus</i>	1	4	1	0	0	1	5	5	3	0	20	10	10
<i>Austrognetha multipilosa</i>	3	16	0	0	0	0	0	0	0	0	19	3	16
<i>Brassoppia peullaensis</i>	1	0	0	0	0	16	0	0	0	0	17	1	16
<i>Zeasuctobelba sp</i>	0	0	0	0	6	11	0	0	0	0	17	6	11
<i>Oxyoppia suramericana</i>	0	0	0	0	0	15	0	1	0	0	16	0	16
<i>Camisia australis</i>	2	0	0	0	1	0	3	0	7	0	13	13	0
<i>Maculobates breviporosus</i>	1	5	4	3	0	0	0	0	0	0	13	5	8
<i>Oppiella nova</i>	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12
<i>Oppiidae sp 31</i>	0	2	0	0	0	2	0	7	0	0	11	0	11
<i>Phthiracarus insignis</i>	0	0	0	0	4	0	1	0	3	2	10	8	2
<i>Heminothrus biangulatus</i>	4	0	5	1	0	0	0	0	0	0	10	9	1
<i>Anderemaeus magellanicus</i>	0	1	0	0	6	0	0	1	1	0	9	7	2
<i>Microppia minus</i>	0	3	0	0	0	5	0	0	0	0	8	0	8
<i>Neoamerioppia chilensis</i>	0	0	0	0	0	4	1	3	0	0	8	1	7
<i>Membranoppia patagonica</i>	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0	8
<i>Paroppia patagonica n. sp.</i>	0	1	0	0	2	4	1	0	0	0	8	3	5
<i>Eupheredermata sp</i>	3	0	0	0	0	1	3	0	0	0	7	6	1
<i>Oppiidae sp 30</i>	0	0	0	0	0	0	1	5	1	0	7	2	5
<i>Cosmochthonius semifoveolatus</i>	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	6	2	4
<i>Globoppia maior</i>	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	6	4	2
<i>Licnodamaeus sp2</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0
<i>Physobates spinipes</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0
<i>Camisia sp</i>	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	5	4	1
<i>Pheroliodes neuquinus</i>	1	0	3	0	0	0	1	0	0	0	5	5	0

<i>Totobates elegans</i>	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	5	2	3
<i>Totobates pterygoides</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5	3	2
<i>Oppiidae sp 7</i>	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4	2	2
<i>Liochthonius rigidisetosus</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0
<i>Oppiidae sp 15</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0
<i>Paleosomata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3	3	0
<i>Trichthonius pulcherrimus</i>	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	3	0
<i>Brachioppiella periculosa</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Cosmochthonius sp 1</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Gerloubia bicuspidata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0
<i>Liochthonius fimbriatissimus</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	2
<i>Malaconothrus sp</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	1
<i>Oppiidae sp 13</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Oppiidae sp 28</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2
<i>Oppiidae sp 29</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2
<i>Oribatulidae sp10</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0
<i>Paleosomata sp</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2
<i>Pheroliodes minutus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	1
<i>Suctobelbila pulchella</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
<i>Suctobelbella variabilis</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	2
<i>Austroppia petrohuensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Brachychthoniidae sp 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Brachychthoniidae sp 4</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Brachychthoniidae sp 5</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Carabodidae sp</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Camisia segnis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Austrocarabodes travei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Ceratozetidae sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Discoppia tenuis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>Glanderemaeus hammerae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Globoppia sp</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Lanceoppia hexapili</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Macropyliino</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Multioppiinae sp</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Oppiidae sp 14</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 16</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>Oppiidae sp 22</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 27</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Oppiidae sp 32</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 33</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 35</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Oribatido sp 4</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Gerloubia sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0

<i>Oribatulidae sp 7</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Phauloppia topali</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Paroppia sp2</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Sellnickochthonius elsosneadensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Sellnickochthonius sp</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Suctobelbella microdentata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Suctobelbella sp 1</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Suctobelbella sp 2</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
	118	117	60	18	146	506	117	86	59	32	1259	500	759

Apéndice 5. Número de individuos recolectados en sitio D2 (Lago Gutiérrez)

Especie/morfoespecie	P1D2H	P1D2S	V1D2H	V1D2S	O1D2H	O1D2S	P2D2H	P2D2S	V2D2H	V2D2S	O2D2H	O2D2S	Totales		
													H+S	H	S
<i>Perschelorbates monttensis</i>	3	19	66	8	107	80	9	23	10	22	38	94	479	233	246
<i>Tectocephus velatus</i>	5	2	35	3	17	5	15	5	45	47	105	22	306	222	84
<i>Globoppia minor</i>	5	2	59	11	15	1	2	4	5	0	11	3	118	97	21
<i>Oxyoppia mustaciata n. sp.</i>	0	0	1	1	3	4	0	0	1	102	0	6	118	5	113
<i>Lanceoppia kovacsi</i>	10	0	8	0	5	3	0	4	2	15	14	13	74	39	35
<i>Maculobates breviporosus</i>	0	0	0	0	7	0	0	5	16	0	10	1	39	33	6
<i>Nothrus peruensis</i>	0	0	7	2	1	0	2	2	4	2	6	6	32	20	12
<i>Membranoppia breviclava</i>	7	0	13	1	0	0	0	1	1	0	5	0	28	26	2
<i>Cultroribula argentinensis</i>	2	2	2	4	9	0	0	8	0	0	0	0	27	13	14
<i>Oppiidae sp 31</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	26	27	0	27
<i>Anderemaeus magellanicus</i>	2	0	5	0	8	0	7	0	0	0	1	1	24	23	1
<i>Zeasuctobelba sp</i>	0	0	19	0	1	0	0	0	0	2	0	0	22	20	2
<i>Suctobelbella sp 1</i>	0	0	0	1	19	0	0	0	0	1	0	0	21	19	2
<i>Physobates spinipes</i>	0	0	0	0	7	0	1	1	1	0	6	0	16	15	1
<i>Membranoppia argentinensis</i>	1	0	3	0	1	2	0	0	1	4	0	3	15	6	9
<i>Pheroliodes neuquinus</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	6	1	5	0	15	14	1
<i>Globoppia maior</i>	2	0	0	0	2	0	2	0	1	0	5	1	13	12	1
<i>Setoppia angustopili</i>	0	0	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	11	10	1
<i>Lanceoppia hexapili</i>	0	0	0	0	4	1	6	0	0	0	0	0	11	10	1
<i>Totobates pterygoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	11	11	0
<i>Anomaloppia dispariseta</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	7	10	3	7
<i>Lanceoppia sp 6</i>	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0
<i>Gerloubia bicuspidata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	4	8	4	4
<i>Oppiidae sp 14</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	7
<i>Oppiidae sp 22</i>	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0
<i>Oppiidae sp 16</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	6	1	5
<i>Oxyoppia suramericana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	6

<i>Austrocarabodes travei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	5	0
<i>Maculobates longiporosus</i>	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	4	0
<i>Amerioppia sp</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0
<i>Camisia australis</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0
<i>Globoppia intermedia</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Oppiidae sp 21</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Malaconothrus translamellatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	1
<i>Pedunculozetes andinus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	2	0
<i>Liochthonius fimbriatissimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
<i>Oppiidae sp 20</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
<i>Oppiidae sp 5</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
<i>Tuxenia complicata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0
<i>Oppiella nova</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Paleosomata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Paleosomata sp</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Cuspidozetes armatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Liochthonius rigidisetosus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 23</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 6</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Gerloubia sp</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Paroppia patagonica n sp</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Heminothrus biangulatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Totobates elegans</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Epilohmaniidae sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>Galumnidae sp 2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Oppiidae sp 26</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Oribatulidae sp 12</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>Phthiracarus insignis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Suctobelbella microdentata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
	44	27	234	33	231	97	49	56	97	205	228	205	1506	883	623

Apéndice 6. Número de individuos recolectados en sitio A2 (Arroyo Challhuaco)

Espece/morfoespece	P1A2H	P1A2S	V1A2H	V1A2S	O1A2H	O1A2S	P2A2H	P2A2S	V2A2H	V2A2S	O2A2H	O2A2S	Totales		
													H+S	H	S
<i>Pheroliodes minutus</i>	11	4	120	6	0	0	0	0	0	0	0	0	141	131	10
<i>Oribatula sp 2</i>	81	16	5	11	0	1	0	0	0	0	0	0	114	86	28
<i>Tectocephus velatus</i>	0	5	8	1	30	0	12	3	8	19	13	8	107	71	36
<i>Physobates spinipes</i>	0	0	0	0	0	0	40	40	0	0	0	0	80	40	40
<i>Cultroribula argentinensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	64	2	68	64	4
<i>Lanceoppia kovacsi</i>	0	0	1	0	13	30	6	0	0	11	0	0	61	20	41

<i>Anomaloppia dispariseta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	49	54	5	49
<i>Maculobates breviporosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	32	12	50	32	18
<i>Globoppia minor</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	34	5	42	35	7
<i>Oppiidae sp 30</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	37	0	37
<i>Membranoppia argentinensis</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	26	3	0	34	3	31
<i>Oppiidae sp 31</i>	0	13	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	29	0	29
<i>Nothrus peruensis</i>	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	20	0	23	22	1
<i>Oribatulidae sp 9</i>	0	0	0	0	0	0	22	1	0	0	0	0	23	22	1
<i>Oxyoppia mustaciata n. sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	11	21	5	16
<i>Lanceoppia hexapili</i>	8	0	0	2	8	0	0	0	2	0	0	0	20	18	2
<i>Oppiidae sp 5</i>	0	0	0	0	0	16	0	1	0	0	2	1	20	2	18
<i>Pheroliodes neuquinus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	19	0	20	19	1
<i>Zeasuctobelba sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	18	18	0
<i>Eniochthonius minutissimus</i>	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	8	4	17	8	9
<i>Licnodamaeus granulatus</i>	0	9	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4	11
<i>Anderemaeus magellanicus</i>	3	1	0	0	2	0	4	0	3	0	1	0	14	13	1
<i>Jornadia sp</i>	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	0
<i>Oppiella nova</i>	0	0	0	0	0	0	5	6	0	0	0	0	11	5	6
<i>Hypovortex transversalis</i>	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	0
<i>Jacotella ornata</i>	0	2	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	7	3	4
<i>Liochthonius fimbriatissimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	5	2	3
<i>Liochthonius sp 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	5	0
<i>Nodocepheus dentatus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	5	4	1
<i>Tuxenia complicata</i>	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	2
<i>Epilohmaniidae sp</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	4	1	3
<i>Tectocepheus sp 2</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	1	3
<i>Licnodamaeus sp</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0
<i>Oppiidae sp 18</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3
<i>Oppiidae sp 19</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	3	0
<i>Oribatula sp</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	3	0
<i>Oxyoppia suramericana</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	3
<i>Notophtiracarus feideri</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0
<i>Cosmochthonius semifoveolatus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Globoppia maior</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1
<i>Pedunculozetes andinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0
<i>Suctobelbella sp 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2
<i>Suctobelbella variabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2
<i>Austrognetha multipilosa</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Brachioppiella periculosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Brachioppiella pepitensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Camisia australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Galumnidae sp 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Globoppia intermedia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

<i>Perschelorbates monttensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Setoppia angustopili</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>Malaconothrus translamellatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 21</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oppiidae sp 27</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Oppiidae sp 32</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Oribatulidae sp 13</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Gerloubia sp</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Paroppia patagonica n. sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
<i>Trichthonius pulcherrimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
	127	66	149	30	57	50	98	58	18	126	240	102	1121	669	432

Apéndice 7. Frecuencia muestral (%) por especie en hojarasca y en suelo de cada sitio.

Especies/Morfoespecies	Frecuencia Muestral											
	HOJARASCA						SUELO					
	A1H	A2H	C1H	C2H	D1H	D2H	A1S	A2S	C1S	C2S	D1S	D2S
<i>Amerioppia sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Anderemaeus magellanicus</i>	4,00	33,33	19,61	10,53	15,38	31,82	4,35	4,76	12,00	11,11	0,00	5,00
<i>Anderemaeus sp</i>	0,00	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Anomaloppia dispariseta</i>	12,00	4,76	0,00	0,00	0,00	13,64	26,09	9,52	0,00	27,78	0,00	10,00
<i>Austrocarabodes travei</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	3,85	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Austrognetha multipilosa</i>	4,00	0,00	0,00	5,26	3,85	0,00	8,70	4,76	0,00	5,56	18,18	0,00
<i>Austroppia petrohuensis</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,09	0,00
<i>Brachioppiella periculosa</i>	4,00	0,00	0,00	0,00	26,92	0,00	0,00	4,76	0,00	5,56	36,36	0,00
<i>Brachioppiella pepitensis</i>	4,00	0,00	1,96	0,00	0,00	0,00	13,04	4,76	4,00	0,00	4,55	0,00
<i>Brachioppiella sp 1</i>	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00
<i>Brachychthoniidae sp 1</i>	0,00	0,00	1,96	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Brachychthoniidae sp 3</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	0,00
<i>Brachychthoniidae sp 4</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Brachychthoniidae sp 5</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Brassoppia peullaensis</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,11	4,55	0,00
<i>Camisia australis</i>	4,00	4,76	3,92	36,84	3,85	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Camisia segnis</i>	4,00	0,00	5,88	5,26	0,00	0,00	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Camisia sp</i>	0,00	0,00	3,92	10,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	4,55	0,00
<i>Carabodidae sp</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ceratozetidae sp</i>	0,00	0,00	1,96	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cosmochthonius semifoveolatus</i>	4,00	9,52	11,76	10,53	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	5,56	0,00	0,00
<i>Cosmochthonius sp 1</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	5,56	0,00	0,00
<i>Crotonia flagellata</i>	4,00	0,00	5,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cultroribula argentinensis</i>	24,00	9,52	0,00	15,79	0,00	27,27	30,43	14,29	0,00	27,78	0,00	25,00
<i>Cuspidozetes armatus</i>	0,00	0,00	1,96	0,00	3,85	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00
<i>Discoppia sp</i>	0,00	0,00	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Discoppia tenuis</i>	0,00	0,00	7,84	0,00	0,00	0,00	4,35	0,00	12,00	5,56	0,00	0,00
<i>Eniochthonius minutissimus</i>	8,00	4,76	1,96	5,26	7,69	0,00	13,04	14,29	2,00	16,67	13,64	0,00
<i>Epilohmaniidae sp</i>	8,00	4,76	3,92	0,00	3,85	0,00	0,00	14,29	0,00	0,00	0,00	5,00
<i>Eupheredermata sp</i>	0,00	0,00	0,00	10,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	0,00

<i>Galumnidae sp 2</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
<i>Galumnidae sp 3</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gerloubia bicuspidata</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	3,85	18,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
<i>Gerloubia sp</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Glanderemaeus hammerae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	0,00
<i>Globoppia intermedia</i>	4,00	0,00	3,92	0,00	0,00	9,09	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Globoppia maior</i>	8,00	4,76	0,00	10,53	46,15	22,73	4,35	4,76	0,00	11,11	18,18	5,00
<i>Globoppia minor</i>	20,00	9,52	3,92	31,58	76,92	45,45	13,04	19,05	0,00	22,22	77,27	35,00
<i>Globoppia sp</i>	0,00	0,00	1,96	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Globoppia sp 2</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Globoppia sp 3</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00
<i>Haplochthoniidae sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
<i>Heminothrus biangulatus</i>	4,00	0,00	1,96	10,53	88,46	4,55	0,00	0,00	0,00	5,56	45,45	0,00
<i>Hypovertex transversalis</i>	0,00	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Jacotella ornata</i>	0,00	14,29	9,80	0,00	0,00	0,00	0,00	14,29	4,00	0,00	0,00	0,00
<i>Jornadia sp</i>	0,00	4,76	11,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lanceoppia hexapili</i>	12,00	23,81	23,53	0,00	11,54	9,09	4,35	4,76	6,00	5,56	4,55	5,00
<i>Lanceoppia kovacsi</i>	12,00	14,29	33,33	10,53	46,15	59,09	0,00	19,05	14,00	27,78	27,27	25,00
<i>Lanceoppia sp 2</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,09	0,00
<i>Lanceoppia sp 3</i>	0,00	0,00	11,76	0,00	7,69	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	4,55	0,00
<i>Lanceoppia sp 5</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00
<i>Lanceoppia sp 6</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Licnodamaeus granulatus</i>	0,00	4,76	5,88	31,58	0,00	0,00	0,00	19,05	10,00	11,11	0,00	0,00
<i>Licnodamaeus sp</i>	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Licnodamaeus sp 2</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Liochthonius rigidisetosus</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Liochthonius fimbriatissimus</i>	12,00	4,76	5,88	0,00	3,85	0,00	13,04	9,52	0,00	11,11	9,09	5,00
<i>Liochthonius sp 3</i>	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Macropylina sp</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Maculobates breviporosus</i>	48,00	9,52	0,00	15,79	19,23	18,18	13,04	14,29	0,00	16,67	0,00	10,00
<i>Maculobates longiporosus</i>	8,00	0,00	0,00	0,00	46,15	9,09	4,35	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00
<i>Malaconothrus sp</i>	4,00	0,00	0,00	5,26	15,38	0,00	8,70	0,00	0,00	5,56	9,09	0,00
<i>Malaconothrus translamellatus</i>	16,00	4,76	0,00	31,58	11,54	4,55	0,00	0,00	0,00	27,78	9,09	5,00
<i>Membranoppia argentinensis</i>	4,00	4,76	9,80	0,00	3,85	18,18	0,00	9,52	4,00	0,00	0,00	20,00
<i>Membranoppia breviclava</i>	12,00	0,00	0,00	15,79	46,15	31,82	8,70	0,00	2,00	0,00	18,18	10,00
<i>Membranoppia patagonica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,35	0,00	4,00	5,56	0,00	0,00
<i>Membranoppia wallworki</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00
<i>Micropopia minus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	11,11	0,00	0,00
<i>Multioppiinae sp</i>	0,00	0,00	3,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	0,00
<i>Neoamerioppia chilensis</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	11,54	0,00	0,00	0,00	0,00	11,11	18,18	0,00
<i>Nodocepheus dentatus</i>	20,00	9,52	7,84	31,58	19,23	0,00	8,70	4,76	4,00	27,78	13,64	0,00
<i>Nothrus peruensis</i>	8,00	9,52	47,06	31,58	57,69	36,36	4,35	4,76	16,00	27,78	68,18	30,00
<i>Nothrus sp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Notophthiracarus feideri</i>	0,00	4,76	0,00	0,00	11,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00
<i>Oppiella nova</i>	16,00	4,76	1,96	0,00	11,54	0,00	13,04	4,76	0,00	5,56	22,73	5,00
<i>Oppiidae sp 10</i>	0,00	0,00	1,96	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 11</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 13</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 14</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
<i>Oppiidae sp 15</i>	8,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 16</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	10,00
<i>Oppiidae sp 17</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 18</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 19</i>	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

<i>Oppiidae sp 2</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 20</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	4,55	5,00
<i>Oppiidae sp 21</i>	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 22</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	3,85	13,64	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00
<i>Oppiidae sp 23</i>	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 24</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 25</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00
<i>Oppiidae sp 26</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
<i>Oppiidae sp 27</i>	0,00	0,00	1,96	0,00	11,54	0,00	13,04	4,76	4,00	5,56	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 28</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 29</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 3</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 30</i>	0,00	0,00	0,00	10,53	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00	5,56	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 31</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,35	9,52	0,00	22,22	0,00	10,00
<i>Oppiidae sp 32</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 33</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 34</i>	0,00	0,00	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 35</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 5</i>	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	8,70	19,05	2,00	0,00	0,00	5,00
<i>Oppiidae sp 6</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oppiidae sp 7</i>	4,00	0,00	0,00	10,53	0,00	0,00	13,04	0,00	2,00	11,11	4,55	0,00
<i>Oppiidae sp 8</i>	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,35	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatida sp 4</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatida sp 8</i>	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatula sp</i>	0,00	4,76	3,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatula sp 2</i>	0,00	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,29	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatulidae inmaduros</i>	0,00	4,76	1,96	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatulidae sp 1</i>	0,00	0,00	1,96	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatulidae sp 11</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatulidae sp 12</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
<i>Oribatulidae sp 2</i>	0,00	0,00	3,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatulidae sp 3</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatulidae sp 4</i>	0,00	0,00	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatulidae sp 5</i>	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatulidae sp 7</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatulidae sp 9</i>	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oribatulidae sp10</i>	0,00	0,00	0,00	10,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Oxyoppia mustaciata n. sp.</i>	8,00	4,76	13,73	10,53	19,23	18,18	17,39	9,52	18,00	38,89	40,91	35,00
<i>Oxyoppia suramericana</i>	8,00	0,00	1,96	0,00	3,85	0,00	8,70	4,76	4,00	11,11	9,09	5,00
<i>Paleosomata sp 1</i>	0,00	0,00	0,00	10,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
<i>Paleosomata sp 2</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	5,00
<i>Paraphauloppia australis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
<i>Paroppia sp 2</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Paroppia patagonica n. sp</i>	8,00	4,76	0,00	10,53	19,23	4,55	4,35	0,00	0,00	11,11	9,09	0,00
<i>Pedunculozetes andinus</i>	8,00	4,76	0,00	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Perscheloribates monttensis</i>	8,00	4,76	0,00	21,05	38,46	63,64	4,35	0,00	0,00	44,44	22,73	90,00
<i>Perscheloribates sp 2</i>	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Perscheloribates sp 3</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Perscheloribates sp 4</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Phauloppia topali</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pheroliodes minutus</i>	4,00	14,29	39,22	5,26	0,00	0,00	4,35	9,52	20,00	5,56	4,55	0,00
<i>Pheroliodes neuquinus</i>	36,00	9,52	3,92	21,05	0,00	31,82	8,70	4,76	0,00	0,00	0,00	5,00
<i>Pheroliodes sp 2</i>	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Phthiracarus insignis</i>	0,00	0,00	5,88	15,79	7,69	4,55	0,00	0,00	6,00	5,56	18,18	0,00

<i>Physobates spinipes</i>	12,00	14,29	1,96	5,26	65,38	22,73	0,00	9,52	0,00	0,00	40,91	5,00
<i>Pseudotocepheus australis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	15,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00
<i>Pseudotocepheus hauseri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ramusella sp 2</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00	8,70	0,00	0,00	0,00	9,09	0,00
<i>Ramusella puertomonttensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	0,00
<i>Sellnickochthonius elsosneadensis</i>	12,00	0,00	0,00	5,26	7,69	0,00	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sellnickochthonius sp</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Setoppia angustopili</i>	4,00	0,00	0,00	0,00	73,08	13,64	4,35	4,76	2,00	0,00	45,45	5,00
<i>Sphaerochthoniidae sp</i>	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Suctobelbella cornuta</i>	0,00	0,00	1,96	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Suctobelbella microdentata</i>	0,00	0,00	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	9,09	5,00
<i>Suctobelbella sp 2</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Suctobelbella variabilis</i>	0,00	0,00	5,88	0,00	19,23	0,00	0,00	4,76	2,00	11,11	13,64	0,00
<i>Suctobelbilla pulchella</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	0,00
<i>Tectocepheus sp 2</i>	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tectocepheus velatus</i>	80,00	57,14	52,94	52,63	57,69	90,91	30,43	42,86	14,00	55,56	59,09	50,00
<i>Totobates elegans</i>	0,00	0,00	0,00	5,26	65,38	4,55	0,00	0,00	0,00	5,56	40,91	0,00
<i>Totobates pterygoides</i>	0,00	0,00	0,00	15,79	38,46	4,55	0,00	0,00	0,00	11,11	0,00	0,00
<i>Trichthonius pulcherrimus</i>	8,00	4,76	13,73	10,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tuxenia complicata</i>	0,00	4,76	5,88	0,00	0,00	4,55	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Zeasuctobelba sp</i>	4,00	4,76	0,00	10,53	11,54	18,18	4,35	4,76	0,00	5,56	4,55	15,00

Apéndice 8. Resultados de las comparaciones mediante la prueba de de Kolmogorov-Smirnov de las curvas de abundancia relativa en función de la secuencia de especies.

	Hojarasca + Suelo					
s	Ciprés 1	Ciprés 2	Coihue 1	Coihue 2	Ñire 1	Ñire 2
Ciprés 1		p>0.1	p>0.1	p>0.1	p>0.1	p>0.1
Ciprés 2			p>0.1	p>0.1	p>0.1	p>0.1
Coihue 1				p>0.1	p>0.1	p>0.1
Coihue 2					p>0.1	p>0.1
Ñire 1						p>0.1
	Hojarasca					
	Ciprés 1	Ciprés 2	Coihue 1	Coihue 2	Ñire 1	Ñire 2
Ciprés 1		p>0.1	p>0.1	p>0.1	p>0.1	p>0.1
Ciprés 2			p>0.1	p>0.1	p>0.1	p>0.1
Coihue 1				p>0.1	p>0.1	p>0.1
Coihue 2					p>0.1	p>0.1
Ñire 1						p>0.1
	Suelo					
	Ciprés 1	Ciprés 2	Coihue 1	Coihue 2	Ñire 1	Ñire 2
Ciprés 1		p>0.1	p>0.1	p>0.1	p>0.1	p>0.1
Ciprés 2			p>0.1	p>0.1	p>0.1	p>0.1
Coihue 1				p>0.1	p>0.1	p>0.1
Coihue 2					p<0.05	p>0.1
Ñire 1						p>0.1

Apéndice 9. Resultados del análisis de autocorrelación espacial

Sitio	Variables	Pares	DC	I de Moran	P	I máximo	Esperado	Resultado	Análisis
A1	Abundancia	208	0,921	-0,071	0,608	0,295	-0,071	no hay SAC	1
A2	Abundancia	208	0,57	-0,088	0,045	0,274	-0,071	SAC neg	1
C1	Abundancia	238	0,272	-0,07	0,276	0,123	-0,067	no hay SAC	1
C2	Abundancia	238	0,272	-0,07	0,276	0,123	-0,067	no hay SAC	1
D1	Abundancia	304	0,074	-0,057	0,742	0,093	-0,059	no hay SAC	1
D2	Abundancia	304	0,077	-0,059	0,472	0,302	-0,059	no hay SAC	1
A1	Abundancia en hojarasca	208	0,921	-0,071	0,457	0,208	-0,071	no hay SAC	2
A2	Abundancia en hojarasca	208	0,57	-0,082	0,060	0,447	-0,071	no hay SAC	2
C1	Abundancia en hojarasca	238	0,272	-0,069	0,266	0,106	-0,067	no hay SAC	2
C2	Abundancia en hojarasca	238	0,272	-0,069	0,266	0,106	-0,067	no hay SAC	2
D1	Abundancia en hojarasca	304	0,074	-0,057	0,834	0,104	-0,059	no hay SAC	2
D2	Abundancia en hojarasca	304	0,077	-0,058	0,749	0,126	-0,059	no hay SAC	2
A1	Abundancia en suelo	208	0,921	-0,074	0,015	0,257	-0,071	SAC neg	3
A2	Abundancia en suelo	208	0,57	-0,075	0,206	0,21	-0,071	no hay SAC	3
C1	Abundancia en suelo	238	0,272	-0,067	0,603	0,148	-0,067	no hay SAC	3
C2	Abundancia en suelo	238	0,272	-0,067	0,603	0,148	-0,067	no hay SAC	3
D1	Abundancia en suelo	304	0,074	-0,07	0,027	0,167	-0,059	hay SAC neg	3
D2	Abundancia en suelo	304	0,077	-0,062	0,035	0,366	-0,059	hay SAC neg	3
A1	Riqueza	208	0,921	-0,056	0,940	0,467	-0,071	no hay SAC	4
A2	Riqueza	208	0,57	-0,074	0,261	0,143	-0,071	no hay SAC	4
C1	Riqueza	238	0,272	-0,072	0,131	0,464	-0,067	no hay SAC	4
C2	Riqueza	238	0,272	-0,072	0,131	0,464	-0,067	no hay SAC	4
D1	Riqueza	304	0,074	-0,059	0,470	0,277	-0,059	no hay SAC	4
D2	Riqueza	304	0,077	-0,059	0,734	0,205	-0,059	no hay SAC	4
A1	Riqueza en hojarasca	208	0,921	-0,054	0,970	0,412	-0,071	no hay SAC	5
A2	Riqueza en hojarasca	208	0,57	-0,074	0,226	0,161	-0,071	no hay SAC	5

C1	Riqueza en hojarasca	238	0,272	-0,076	0,106	0,576	-0,067	no hay SAC	5
C2	Riqueza en hojarasca	238	0,272	-0,076	0,106	0,576	-0,067	no hay SAC	5
D1	Riqueza en hojarasca	304	0,074	-0,059	0,442	0,321	-0,059	no hay SAC	5
D2	Riqueza en hojarasca	304	0,077	-0,052	0,950	0,085	-0,059	no hay SAC	5
A1	Riqueza en suelo	208	0,921	-0,077	0,030	0,289	-0,071	hay SAC neg	6
A2	Riqueza en suelo	208	0,57	-0,073	0,342	0,122	-0,071	no hay SAC	6
C1	Riqueza en suelo	238	0,272	-0,069	0,382	0,419	-0,067	no hay SAC	6
C2	Riqueza en suelo	238	0,272	-0,069	0,382	0,419	-0,067	no hay SAC	6
D1	Riqueza en suelo	304	0,074	-0,063	0,236	0,236	-0,059	no hay SAC	6
D2	Riqueza en suelo	304	0,077	-0,068	0,045	0,367	-0,059	hay SAC neg	6
A1	Diversidad de Shannon	208	0,921	-0,045	0,990	0,325	-0,071	no hay SAC	7
A2	Diversidad de Shannon	208	0,57	-0,074	0,236	0,212	-0,071	no hay SAC	7
C1	Diversidad de Shannon	238	0,272	-0,069	0,337	0,437	-0,067	no hay SAC	7
C2	Diversidad de Shannon	238	0,272	-0,069	0,337	0,437	-0,067	no hay SAC	7
D1	Diversidad de Shannon	304	0,074	-0,061	0,361	0,166	-0,059	no hay SAC	7
D2	Diversidad de Shannon	304	0,077	-0,057	0,729	0,131	-0,059	no hay SAC	7
A1	Diversidad de Shannon en hojarasca	208	0,921	-0,047	0,975	0,293	-0,071	no hay SAC	8
A2	Diversidad de Shannon en hojarasca	208	0,57	-0,072	0,387	0,268	-0,071	no hay SAC	8
C1	Diversidad de Shannon en hojarasca	238	0,272	-0,075	0,106	0,475	-0,067	no hay SAC	8
C2	Diversidad de Shannon en hojarasca	238	0,272	-0,075	0,106	0,475	-0,067	no hay SAC	8
D1	Diversidad de Shannon en hojarasca	304	0,074	-0,058	0,639	0,255	-0,059	no hay SAC	8
D2	Diversidad de Shannon en hojarasca	304	0,077	-0,053	0,930	0,093	-0,059	no hay SAC	8
A1	Diversidad de Shannon en suelo	208	0,921	-0,082	0,121	0,275	-0,071	no hay SAC	9
A2	Diversidad de Shannon en suelo	208	0,57	-0,073	0,196	0,138	-0,071	no hay SAC	9
C1	Diversidad de Shannon en suelo	238	0,272	-0,067	0,472	0,381	-0,067	no hay SAC	9
C2	Diversidad de Shannon en suelo	238	0,272	-0,067	0,472	0,381	-0,067	no hay SAC	9
D1	Diversidad de Shannon en suelo	304	0,074	-0,06	0,402	0,248	-0,059	no hay SAC	9
D2	Diversidad de Shannon en suelo	304	0,077	-0,065	0,131	0,3	-0,059	no hay SAC	9

A1	Equitatividad de Shannon	208	0,921	-0,066	0,894	0,193	-0,071	no hay SAC	10
A2	Equitatividad de Shannon	208	0,57	-0,082	0,055	0,32	-0,071	no hay SAC	10
C1	Equitatividad de Shannon	238	0,272	-0,065	0,704	0,151	-0,067	no hay SAC	10
C2	Equitatividad de Shannon	238	0,272	-0,065	0,704	0,151	-0,067	no hay SAC	10
D1	Equitatividad de Shannon	304	0,074	-0,059	0,361	0,151	-0,059	no hay SAC	10
D2	Equitatividad de Shannon	304	0,077	-0,057	0,693	0,285	-0,059	no hay SAC	10
A1	Equitatividad de Shannon en hojarasca	208	0,921	-0,063	0,925	0,166	-0,071	no hay SAC	11
A2	Equitatividad de Shannon en hojarasca	208	0,57	-0,077	0,171	0,36	-0,071	no hay SAC	11
C1	Equitatividad de Shannon en hojarasca	238	0,272	-0,07	0,136	0,15	-0,067	no hay SAC	11
C2	Equitatividad de Shannon en hojarasca	238	0,272	-0,07	0,136	0,15	-0,067	no hay SAC	11
D1	Equitatividad de Shannon en hojarasca	304	0,074	-0,059	0,700	0,17	-0,059	no hay SAC	11
D2	Equitatividad de Shannon en hojarasca	304	0,077	-0,059	0,739	0,092	-0,059	no hay SAC	11
A1	Equitatividad de Shannon en suelo	208	0,921	-0,086	0,085	0,201	-0,071	no hay SAC	12
A2	Equitatividad de Shannon en suelo	208	0,57	-0,081	0,161	0,23	-0,071	no hay SAC	12
C1	Equitatividad de Shannon en suelo	238	0,272	-0,073	0,065	0,27	-0,067	no hay SAC	12
C2	Equitatividad de Shannon en suelo	238	0,272	-0,073	0,065	0,27	-0,067	no hay SAC	12
D1	Equitatividad de Shannon en suelo	304	0,074	-0,061	0,391	0,233	-0,059	no hay SAC	12
D2	Equitatividad de Shannon en suelo	304	0,077	-0,061	0,251	0,131	-0,059	no hay SAC	12
A1	Dominancia	208	0,921	-0,053	0,980	0,163	-0,071	no hay SAC	13
A2	Dominancia	304	0,586	-0,052	0,918	0,234	-0,059	no hay SAC	13
C1	Dominancia	238	0,272	-0,067	0,987	0,288	-0,067	no hay SAC	13
C2	Dominancia	208	0,125	-0,051	0,990	0,143	-0,071	no hay SAC	13
D1	Dominancia	304	0,074	-0,064	0,887	0,126	-0,059	no hay SAC	13
D2	Dominancia	304	0,077	-0,061	0,970	0,225	-0,059	no hay SAC	13
A1	Dominancia en hojarasca	208	0,921	-0,057	0,955	0,225	-0,071	no hay SAC	14
A2	Dominancia en hojarasca	304	0,586	-0,064	0,944	0,309	-0,059	no hay SAC	14
C1	Dominancia en hojarasca	238	0,272	-0,067	0,991	0,287	-0,067	no hay SAC	14
C2	Dominancia en hojarasca	208	0,125	-0,057	0,995	0,253	-0,051	no hay SAC	14

D1	Dominancia en hojarasca	304	0,074	-0,057	0,969	0,174	-0,059	no hay SAC	14
D2	Dominancia en hojarasca	304	0,077	-0,062	0,967	0,131	-0,059	no hay SAC	14
A1	Dominancia en suelo	208	0,921	-0,099	0,005	0,474	-0,071	hay SAC neg	15
A2	Dominancia en suelo	304	0,586	-0,054	0,948	0,148	-0,059	no hay SAC	15
C1	Dominancia en suelo	238	0,272	-0,068	0,984	0,213	-0,067	no hay SAC	15
C2	Dominancia en suelo	208	0,125	-0,063	0,915	0,145	-0,071	no hay SAC	15
D1	Dominancia en suelo	304	0,074	-0,064	0,938	0,178	-0,059	no hay SAC	15
D2	Dominancia en suelo	304	0,077	-0,052	0,963	0,222	-0,059	no hay SAC	15

Agradecimientos

Agradezco sinceramente,

a la Dra María Inés Messuti, a la Dra Ana Trejo, al Dra Paula Sackmann y al Dr Axel Bachmann por su constante aliento y apoyo en el desarrollo la investigación científica y el estudio de los artrópodos.

al Dr Gernot Vobis, a la Dra Maria Inés Mesuti, a la Dra Laura Lorenzo, a la Dra Eugenia Chaia y al Mg. Gustavo Lipoldt por el apoyo en la provisión de materiales y logística.

al Señor Gerbo del Centro Atómico Bariloche por permitir el uso del SEM.

a Richard Greene y Vielka Chang Hau de la Smithsonian Institution y a la Sra Bibliotecaria Vilma de la Universidad de San Pablo por el suministro ininterrumpido de bibliografía taxonómica antigua.

al Dr Pablo Martínez por la capacitación provista en el reconocimiento taxonómico de los ácaros oribátidos además de su constante aliento en el estudio de los ácaros.

a Santiago Aisen y al Dr Gabriel Russo por la ayuda brindada en algunos muestreos.

a la Dra Laura Lorenzo por la determinación de los hongos de la hojarasca.

al Lic. Luis Wentzeis por la provisión de programas estadísticos y bibliografía.

a la firma Autodesk por permitir el uso sin cargo del programa Autocad 2012.

Al Licenciado Manuel de Paz por la provisión de fotografías.

a mi familia: Adriana, María, Cristian, Leticia, Erik, Kevin y Jorge por soportarme, apoyarme y alentarme.

a mi madre María Luisa, a mi hermana Marilí, a mi hermano Julio Sergio y...

a mi padre Julio allá arriba...en el cielo.