



*Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud
Departamento de Biología y Ambiente*

**ÁCAROS DE SUELO EN UN BOSQUE DE *NOTHOFAGUS PUMILIO*
AFECTADO POR EL FUEGO, EN LA PROVINCIA DE CHUBUT**

MSc. Susana Rizzuto

LIEB - FCN y CS - SEDE ESQUEL

DIRECTOR: Dr. Pablo A. Martínez

CO-DIRECTOR: Dr. Pablo Pessacq

Año 2018

Por medio de la presente se deja constancia de la presentación del ejemplar impreso de la tesis para optar al título de Doctora en Ciencias Biológicas.

Dr. Pablo A. Martínez
Director

Dr. Pablo Pessacq
Co-director

MSc. Susana Rizzuto
Doctorando

Dedicatoria

A los seres mas importantes de mi vida Adri, Nico, Mateo y Sol, mis apoyos incondicionales

.

Agradecimientos

Este que fue mi tercer posgrado, y fue posible gracias a muchos; mi familia en primer lugar que siempre me apoya en mis proyectos cualquiera sea. Y quizás me olvide de algunos...

Gracias a Pablo Martínez por dirigirme y brindarme con paciencia sus conocimientos y apoyo en todos los proyectos y colaborar con el inicio de esta línea de investigación en Patagonia.

Gracias a Pablo Pessacq por co-dirigirme, sin ser especialista en este tema, y brindarme apoyo taxonómico con amabilidad siempre con alegría ¡! estos años.

Gracias a Florencia Urretavizcaya, Florencia Dessechis, Guillermo Deffosé, por invitarme a participar del trabajo en La Colisión, darme la posibilidad de ir al campo durante todo el muestreo y por interesarse, sugerirme e iniciarme en la temática del fuego. Sin su colaboración me hubiera sido imposible acceder a los sitios de estudio.

Gracias a mis colegas Erica Ruiz (fotos) y Rosa Manzo, con quienes armé un gran equipo de trabajo, gracias por confiar en mí y animarse conmigo a un tema nuevo y brindarme su apoyo a pesar de haber superado ampliamente a su co-directora, jaja.

Gracias a Adriana Kutschker, quien desde el primer día me ayudó con la tesis, las presentaciones y ayuda ecológica y lectura del manuscrito y mil cosas más un gran apoyo.

Gracias a Pablo López Bernal, quien es hoy compañero de box, con toda su paciencia me asistió en los análisis estadísticos explicando sencillamente este tema, a veces no preferido por los biólogos más antiguos.

Gracias al Dr. René Covarrubias mi primer mentor, quien generosamente me brindó asistencia y toda su bibliografía y sus conocimientos, haciendo de la acarología un mundo interesante y fácil, antes de jubilarse y después siguiendo mis pasos por facebook.

Gracias a mis compañeros de la cátedra de Zoología General, por bancarme estos años y a Alina y Laura por estimular este doctorado.

Gracias a ADU una mención especial por todo el apoyo en todo sentido, más los aportes económicos brindados desde hace años a los que nos formamos y nos capacitamos, su ayuda siempre fue bienvenida.

Gracias a mi querida Facultad de Ciencias Naturales y sus autoridades que me han brindado su apoyo facilitando todo lo que estuvo a su alcance dándome un gran acompañamiento.

Gracias a Oscar Troncoso compañero desde que llegué a Esquel y con quien nos dimos ánimo para llegar a terminar el doctorado a los 45 años con mil compromisos y proyectos de diversa índole en la universidad y por muchos proyectos mas que vendrán. A Vale Silva por los ánimos mutuos jaja.

Gracias a todos los profesores del Summer Program de Ohio State University, Hans Klompen, Walter Evans, Roy Norton, Valerie Behan-Pelletier (puso mi foto en sus clases!!), Ron Ochoa, autores de los libros mas importantes y eminencias mundiales que con toda humildad compartieron sus saberes y su información generosamente conmigo y por estimular en mí el interés en desarrollar esta línea de investigación en la Patagonia.

Gracias a los miembros de la SABES, CONEBIOS, y a la Sociedad Latinoamericana de Acarología, por ser inspiración y tratarme de igual a igual.

Esta tesis se terminó de hacer..... des-pa-ci-to.... (Fonsi) GRACIAS.

INDICE

I. RESUMEN.....	1
I. ABSTRACT.....	2
II. INTRODUCCIÓN.....	4
II.a) El suelo y su fauna.....	4
II.b) Disturbios ambientales y microartrópodos	7
II.c) Efecto del fuego en los ecosistemas	9
II.d) Antecedentes de estudios en el tema en la región	12
HIPOTESIS.....	14
III. a) Objetivo General.....	14
III.b) Objetivos Particulares	14
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	15
IV.a) Descripción del área de trabajo	15
IV.b) Sitios de muestreo.....	16
IV.c) Muestreo de los microartrópodos.....	17
IV.d) Procesamiento de muestras	18
IV d.1) Descripción de características físico químicas del suelo y humedad.	19
IV d.2) Comparación las abundancias de los tres subórdenes de ácaros de suelo	20
Análisis estadísticos.....	23
IV d.3) Determinación de taxones	23
IV d.4) Atributos ecológicos (riqueza, diversidad, dominancia y paridad)	24
V. RESULTADOS	25
V.a) Descripción de variables físico químicas del suelo	25
V.b) Abundancias de los tres subórdenes mayoritarios de ácaros de suelo en las diferentes estaciones del año.....	26
V.c) Determinación taxonómica el <i>Suborden Oribatida</i>	30
V.c.1) Especies encontradas en los sitios bosque verde y bosque quemado.	30
V.c.2) Diagnóstico y detalles de las principales especies del Suborden Oribatida.....	32
V.d) Atributos ecológicos de la comunidad de ácaros oribátidos.....	53
V.d.1) Riqueza y abundancia de ácaros oribátidos.....	53
V.d.2) Diversidad y Equidad.....	55
VI. DISCUSIÓN	57
VI.a) Descripción de variables físico químicas del suelo	57
VI.b) Abundancias de de ácaros bajo el disturbio del fuego	58
VI.c) Especies de oribatida identificadas bajo el disturbio del fuego.....	60
VI.d) Taxonomía de ácaros oribátidos encontradas bosque verde y bosque quemado	62
VI.e) Atributos ecológicos de ácaros del Suborden Oribatida, bajo el disturbio del fuego.....	64
VII.- CONCLUSIONES.....	68
VII. a) Variación estacional a nivel de subórdenes	68
VII .b) Especies determinadas	69
VII. c) Atributos ecológicos.....	70
FUTUROS ESTUDIOS	70
VIII.- BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS.....	81
ANEXO 1	81
ANEXO 2.....	87
ANEXO 3.....	91
ANEXO 4.....	94
ANEXO 5.....	96

Lista de tablas

Tabla 1: Características morfológicas de los superórdenes de ácaros estudiados tomado de Walter y Proctor 2013.	21
Tabla 2: Clasificación de todos los ácaros según Krantz y Walter 2009.	22
Tabla 3. Análisis químico de muestras de suelo en sitios BLV y BLQ	25
Tabla 4. Análisis estadístico de las variaciones en la densidad media de ácaros oribátidos en diferentes estaciones del año en BLV y BLQ	27
Tabla 5. Análisis estadístico de las variaciones en la densidad media de ácaros oribátidos en diferentes estaciones del año en BLV y BLQ	28
Tabla 6. Análisis estadístico de las variaciones en la densidad media de ácaros Monogynaspida encontrados.	29
Tabla 7: Clasificación de las especies de ácaros oribátidos presentes en los sitios BLV y BLQ.	30
Tabla 8. Abundancia expresada en porcentajes (%) de oribátidos en los sitios BLV y BLQ.....	53
Tabla 9: Abundancia, riqueza, diversidad (Shannon-Wiener), dominancia (Simpson) y equitatividad (Pielou) de oribátidos.	56
Tabla 10. Densidades de oribátidos obtenidas en bosques de especies caducas comparables con el presente estudio.....	64
Tabla 11. Densidades obtenidas en bosques quemados con los tiempos transcurridos y las abundancias obtenidas en cada caso.....	65
Tabla 12. Datos de abundancias utilizados para los análisis estadísticos.....	87
Tabla 12. Continuación.....	88
Tabla 13. Datos de abundancias utilizados para los análisis estadísticos.....	89
Tabla 13. Continuación.....	90
Tabla 14. Análisis estadísticos, ANAVA y Fisher para el sub orden Monogynaspida.....	91
Tabla 15. Análisis estadísticos, ANAVA y Fisher para el sub orden Oribatida	92
Tabla 16. Análisis estadísticos, ANAVA y Fisher para el sub orden Prostigmata	93
Tabla 17. Cálculo de Abundancias medias, y abundancias en porcentaje y densidad de oribátidos en BLV.	94
Tabla 18. Cálculo de Abundancias medias, abundancias en porcentaje y densidad de oribátidos en BLQ.	95
Tabla 19. Cálculo de índices de diversidad.	96

Lista de figuras

Figura 1. Ordenamiento de los integrantes de la fauna de suelo Modificado de Neary <i>et al.</i> 2005.....	5
Figura 2. Mapa general de Chubut marcando el área de estudio.....	15
Figura 3. Imagen satelital del área de trabajo con los dos sitios de muestreo (Fuente: Google Earth 2016).....	16
Figura 4. Detalle de la zona relevada. <i>Nothofagus pumilio</i> , imágenes de los sitios de trabajo.....	17
Figura 5. Muestreo con pala de mano y muestreador de 10x10x10 cm.....	18
Figura 6. Detalle de los embudos diseñados en material inoxidable.....	19
Figura 7. Detalle de los embudos Berlese.....	19
Figura 8. Porcentaje de humedad del suelo en las diferentes estaciones.....	26
Figura 9. Densidad total (individuos/m ²) de ácaros del suborden Oribatida.....	27
Figura 10. Densidad total (individuos/m ²) del suborden Prostigmata.....	28
Figura 11. Densidad total (individuos/m ²) de el sub orden Monogynaspida.....	29
Figura 12. <i>Liochthonius (Liochthonius) fimbriatissimus</i> Hammen 1959.....	33
Figura 13. <i>Trichthonius pulcherrimus</i> (Hammer, 1958).....	35
Figura 14. <i>Globoppia minor</i> Hammer, 1962.....	41
Figura 15. <i>Lanceoppia (Lanceoppia) kovacsi</i> (Balogh y Csiszár, 1963).....	42
Figura 16. <i>Lanceoppia (Bicristoppia) bicristata</i> (Hammer, 1962).....	44
Figura 17. <i>Membranoppia (Pravoppia) argentinensis</i> (Balogh y Csiszár, 1963).....	45
Figura 18. <i>Graptopia (Stenoppia) angusta</i> (Hammer, 1962).....	46
Figura 19. <i>Oppiella (Oppiella) nova</i> (Oudemans, 1902).....	48
Figura 20. <i>Oxyoppia (Oxyoppiella) suramericana</i> (Hammer, 1958).....	50
Figura 21. <i>Tectocephus velatus</i> (Michael, 1880).....	52
Figura 22. Abundancia relativa de especies en BLV y BLQ.....	55
Figura 23. Sotobosque sitio BLV verano.....	81
Figura 24. Sitio verde BLV otoño.....	82
Figura 25. Sotobosque sitio BLV, invierno y primavera.....	83
Figura 26. Sotobosque sitio BLQ. verano.....	84
Figura 27. Sotobosque sitio BLQ. otoño.....	85
Figura 28. Sotobosque sitio BLQ otoño.....	86

I. RESUMEN

Los suelos de la región Patagónica albergan gran diversidad de mesofauna, entre ellos colémbolos y ácaros, siendo estos últimos un grupo muy diverso y abundante. El objetivo del presente trabajo fue analizar de qué manera son afectadas las comunidades de ácaros en un bosque de *Nothofagus pumilio* (lenga) afectado por el fuego, en el NO de la provincia de Chubut. Se muestreó un área boscosa incendiada en el año 2008, denominada la Colisión (BLQ), ubicada a 30 km al sur de la ciudad de Esquel. Se seleccionó como sitio de referencia un área de bosque similar sin disturbar (BLV). En cada área se tomaron al azar cinco muestras de suelo, colectándose los primeros 10 cm de suelo y hojarasca; este material fue posteriormente colocado en los embudos Berlese-Tullgren durante 7 días, conservándose la fauna colectada en frascos con alcohol al 70%. Los organismos fueron separados bajo lupa, mediante minucias enmangadas, identificándose hasta el mínimo nivel taxonómico posible con la utilización de claves específicas. Se cuantificaron un total de 1997 individuos distribuidos en tres subórdenes: Oribatida, Monogynaspida y Prostigmata. Se encontraron diferencias significativas entre las densidades de los diferentes subórdenes entre el sitio BLV y BLQ. Se registraron variaciones estacionales en los valores de abundancia de los diferentes grupos de ácaros, encontrándose diferencias significativas en otoño, primavera y verano para el Suborden Oribatida en el BLQ, no así en la época de invierno. Prostigmata resultó ser el Suborden con una abundancia significativamente mayor en BLV en la estación invernal, por lo que en futuros estudios sería interesante investigar las causas de estos resultados. En BLQ los oribátidos solo mostraron diferencias significativas en la estación de invierno, siendo más altas que en verano. El análisis taxonómico de los ácaros oribátidos permitió identificar 17 familias, de las cuales 12 se registraron en el bosque intacto y 5 en el bosque quemado. Las familias mejor representadas del suborden mayoritario en ambos sitios fueron Opiidae y Acarididae. De un total de 178 individuos de ácaros oribátidos, 128 (71,9%) correspondieron al sitio no quemado, distribuidos en 35 especies, mientras que en el quemado se registraron 50 individuos (28%), repartidos en 14 especies. A partir de los datos de riqueza específica y abundancia se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'). En el sitio intacto se registró un

valor de 2.91, mientras que el sitio quemado alcanzó un valor de 2.38. El BLV además de contar con una mayor riqueza de especies, presentó una mayor equitatividad en relación al sitio quemado, lo que contribuyó a su mayor diversidad. El disturbio del fuego es complejo, y son numerosos los factores o variables a tener en cuenta al momento de evaluar el grado de afectación de los organismos vivos (severidad), en particular de la comunidad de ácaros del suelo, lo cual deja un amplio campo de acción para futuros estudios.

I. ABSTRACT

The soils of the Patagonian region have a great diversity of Mesofauna, among them springtails and mites, this being a very diverse and abundant group. The objective of this paper is to analyse how the communities of soil mites in *Nothofagus pumilio* forest that has suffer a fire in the province of Chubut are affected. An area affected by fire in the year 2008, called the collision, located 30 km south of the city of Esquel was selected to study. We took 5 samples of random soil in each situation (burned and not burned) colecting the first 10 cm of soil and leaves, then were puts in the Berlese-Tullgren funnels for 7 days, preserving the fauna in alcohol to 70%. Once the collecting vials were removed, the organisms were separated under magnifying glass, using minutiae sleeves, and taxonomic identification to the minimum possible level was done with the use of specific keys. A total of 1997 individuals were quantified in three suborders; Oribatida, Monogynaspida and Prostigmata. We found significant differences between the densities of the different sub-orders between the site BLV and BLQ. Significant differences were founded in the different seasons for the case of Oribatida in the BLV, in autumn spring and summer but not in winter. The sub order Prostigmata proved to be significantly higher in the winter season so in future studies it would be interesting to investigate the causes of these results. In BLQ only showed significantly differences the oribatids in winter that were higher than in the summer. When analyzing the oribatid mites, 17 families were identified, of which 12 correspond to the unburned forest and 5 to the burned forest. The families of the oribatid suborder best represented in both sites were Opiidae and Acarididae. There were a total of 178 individuals of oribatid mites with which the analysis of diversity was performed: 128 individuals (71.9%)

correspond to the unburned site, while in the burnt, 50 individuals (28%) were recorded. The richness was greater in the site BLV (35 spp.) than in the BLQ (14 spp.) The site that showed greater diversity of species according to the index of Shannon-Wiener (H), was the green site with a value of 2.91, while the site burned reached a value of 2.38. The green site recorded a greater specific richness, but the value of the evenness was greater in relation to the burned site. Fire disturbance is complex, and has a large number of factors that could be taken into account in future studies, like the relationship with vegetation, the coverage and type of litter, differences between years since the disturbance has already been provoked, stations of the year to work, vertical migration of the mites, the composition of the fungal community inhabitant of the soil and its relation with the taxa in study.

II. INTRODUCCIÓN

II.A) EL SUELO Y SU FAUNA

El suelo está constituido por una base de partículas inorgánicas de distintos tamaños, entre las cuales se encuentran fisuras y canalículos conteniendo aire, agua y organismos vivos de muy variada naturaleza. A partir de un material de origen rocoso el suelo se va modificando de acuerdo a diversos y complejos procesos físicos y químicos locales, la acción del clima y de los seres vivos, más la presencia de sustancias orgánicas. En respuesta a estos procesos e interacciones, el perfil suele dar lugar a los llamados horizontes con distintas características físicoquímicas (Coleman *et al.* 2004).

Desde el punto de vista ecológico, el suelo es el subsistema en donde se realiza el proceso de descomposición, fundamental como parte del reciclado de nutrientes que asegura la continuidad del proceso vital de la producción y el flujo de energía (Coleman *et al.* 2004; Iturrondobeitia *et al.* 2004; Walter y Proctor 2013).

En un puñado de suelo forestal, se encuentran cientos de millones de microorganismos. Entre los organismos que pueden hallarse en el suelo y que contribuyen a su formación, se cuenta con hongos, bacterias, protistas, nematodos, artrópodos, anélidos, moluscos y hasta pequeños vertebrados (Neary *et al.* 2005). Otros organismos pasan sólo alguna de las etapas de su vida en el suelo, tal como las larvas de insectos. Los organismos de mayor tamaño, tales como grandes arácnidos, miriápodos, anélidos, reptiles y micromamíferos, realizan sus madrigueras en el suelo y forman también parte importante en la dinámica de la biocenosis edáfica. Los más pequeños (<1 mm) realizan su ciclo vital completo en este ambiente, siendo los menos conocidos dadas las dificultades de su estudio y su gran diversidad; esto es particularmente cierto para los microartrópodos.

Los invertebrados con un tamaño entre 0,1 y 2 mm constituyen la mesofauna, y los artrópodos que pertenecen a ella, principalmente ácaros (Arachnida) y colémbolos (Hexapoda), se denominan microartrópodos. Éstos no solamente participan en los procesos de desintegración y distribución de la materia orgánica entre los horizontes del suelo, sino que también modifican la

estructura del suelo y fundamentalmente, controlan las poblaciones de microflora y microorganismos ya que pueden ser parásitos, predadores o subsisten en materiales vegetales (Linden *et al.* 1994; Iturrondobeitia *et al.* 2004; Walter y Proctor 2013; Neary *et al.* 2005).

Los invertebrados que tienen un tamaño > 2 mm generalmente son predadores: insectos, hormigas, escarabajos, ciempiés, arañas y algunos ácaros; o bien que dependen de materiales vegetales: insectos, larvas de escarabajos, caracoles, milpiés, lombrices (Busse y DeBano 2005; Neary *et al.* 2005) (Figura 1).

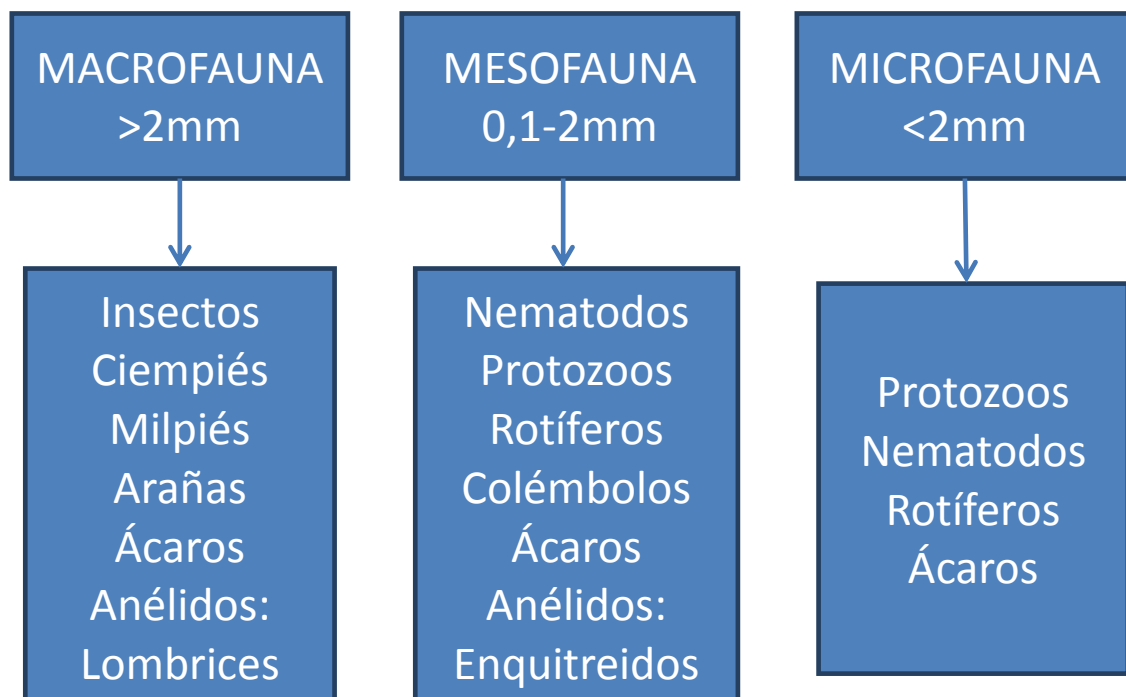


Figura 1. Clasificación de los integrantes de la fauna del suelo según su tamaño (modificado de Neary *et al.* 2005).

Está ampliamente documentada la importante función que cumplen en el suelo los microartrópodos (e.g. Covarrubias *et al.* 1964; Iturrondobeitia *et al.* 2004; Neary *et al.* 2005; Estrada Venegas 2012; Walter y Proctor 2013). La descomposición activa de materiales vegetales y animales es esencial para el ciclado de la materia, mientras que la movilización de nutrientes entre las capas subterráneas de suelo y las más superficiales o mantillo, permiten que estos sean más accesibles para las plantas (Coleman *et al.* 2004). Los

microartrópodos, al triturar los restos vegetales, generan mayor superficie para que la microflora pueda cumplir efectivamente su rol y se logre devolver los nutrientes y mejorar la aireación del suelo, facilitando así que los productores del ecosistema puedan utilizarlos. Intervienen en el proceso de mineralización del nitrógeno, de manera tal que aquel fijado por los simbioses de las plantas, pueda estar disponible en el suelo de manera inorgánica una vez descompuestos estos tejidos (Coleman *et al.* 2004; Cilimburg y Short 2009).

Los descomponedores (hongos y bacterias) son la base para el desarrollo de las comunidades heterófagas (muchos de los microartrópodos como ácaros, colémbolos y otros organismos más grandes como diplópodos y pseudoescorpiones), estableciéndose entre ellos cadenas tróficas complejas (Coleman *et al.* 2004; Iturrondobeitia *et al.* 2004).

En el presente estudio se trabajó con mesofauna, incluyendo principalmente a los grupos más abundantes en el primer horizonte del suelo como son los ácaros (Covarrubias 1989). Éstos han colonizado ambientes en todas las latitudes y altitudes del planeta, siendo uno de los grupos de artrópodos más abundantes y diversos en los suelos (Linden *et al.* 1994; Walter y Proctor 2013), cumpliendo a su vez importantes funciones dentro de la rizósfera, ya que algunos son depredadores de nemátodos perjudiciales para las plantas o se alimentan de hongos y bacterias. Pueden regular el proceso de descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. Se los puede agrupar en microbívoros, detritívoros, filtradores, parásitos de plantas, depredadores, si bien hay discusiones sobre estos términos. Si no hay competencia pueden ser flexibles a a diferentes tipos de alimentación (Walter y Proctor 2013). Según Iturrondobeitia *et al.* (2004) los oribátidos, un grupo de ácaros dominante en suelos con abundante materia orgánica, pueden ser utilizados como indicadores de disturbios, tales como contaminación atmosférica, prácticas en la agricultura y silvicultura e incendios, entre otros. Los oribátidos tienen ciclos de vida largos comparados con los prostigmatas y mesostigmatas, son de pequeño tamaño y se encuentran en gran abundancia comparados con otro grupos de artrópodos de suelo (arácnidos, ciempiés, insectos), por lo que dadas estas características

pueden utilizarse como buenos indicadores de calidad de suelo.

Según Estrada Venegas (2013) y Coleman (2004) en el ecosistema suelo están presentes todos los subórdenes de ácaros; dentro de ellos los Oribatida son un grupo considerado estrictamente fauna del suelo y los Prostigmata son de hábitos diversos. Los Mesostigmata incluyen muchas especies depredadoras y los Astigmatina son el grupo menos representado en los ecosistemas naturales. Dentro de los ácaros se destacan 3 Órdenes (Krantz y Walter 2009):

- Mesostigmata (los mas comunes Suborden Monogynaspida) ácaros parásitos y depredadores de tallas variables y que se encuentran en diversos hábitats. Importantes reguladores en las cadenas tróficas, se mueven entre los estratos del suelo principalmente entre la hojarasca y los primeros centímetros del suelo.
- Trombidiformes (los mas comunes Suborden Prostigmata) grupo de ácaros de hábitos variados y con tallas desde muy pequeñas hasta algunos visibles a simple vista (trombídidos, trombicúlidos). En el suelo tienen diferentes hábitos; suelen ser un grupo muy diverso en zonas desérticas, templadas y tropicales.
- Sarcoptiformes:
 - Suborden Oribatida: es un grupo que se restringe en su mayoría a vivir en el suelo, con hábitos variados y de distribución cosmopolita. Se menciona que los oribátidos tienen estrategias para sobrevivir en un ecosistema cambiante y pueden variar sus hábitos para adecuarse a las nuevas condiciones para sobrevivir.
 - Cohorte Astigmatina: antes un suborden independiente que actualmente se considera una cohorte del Sub orden Oribatida, por sus características morfológicas (Krantz y Walter 2009). Los miembros de este grupo pueden vivir en diferentes sistemas (nidos, viviendas, alimentos almacenados, ambientes naturales y en los suelos).

II.B) DISTURBIOS AMBIENTALES Y MICROARTRÓPODOS

En el siglo XX, dado el desarrollo creciente de la población, se ha entrado en conflicto con el ambiente, incluyendo al suelo, principalmente por

los asentamientos humanos, el vertido de efluentes y residuos, la extracción de minerales, la agricultura y ganadería intensiva, así como la deforestación, los cuales han ejercido y ejercen una gran presión en este sistema.

Dentro de los impactos o disturbios que pueden afectar al suelo, podemos distinguir aquellos antrópicos, como el reemplazo de especies vegetales, incendios o quemas controladas, manejos silvícolas, uso de agroquímicos; o naturales como sequías, incendios, inundaciones o caída de cenizas volcánicas entre otros. En referencia al impacto sobre la biota del suelo, en la Patagonia chilena se han realizado estudios sobre composición de microartrópodos en los sistemas urbanos (Covarrubias y Vera 1992), colonización biótica en sustratos de origen volcánico (Covarrubias *et al.* 1990), variación en la diversidad de artrópodos en un reemplazo de bosque nativo por plantaciones de *Pinus* sp. (Covarrubias 1993; Verdugo 2008), manejos forestales del bosque siempre verde chileno (Lencinas *et al.* 2005), manejos forestales de raleo selectivo y cortes en hoyos de luz (Covarrubias y Contreras 2003).

En todos estos trabajos se da cuenta de que al cambiar o modificar la composición florística, los manejos sobre el suelo o las condiciones de humedad o temperatura, se observan cambios en las comunidades de microartrópodos, ya sea en la diversidad o en la abundancia de diversos taxa. Por lo tanto, estos organismos resultan de utilidad a la hora de evaluar dichos impactos (Iturrondobeitia *et al.* 2004).

En los últimos años ha habido un incremento en la demanda de organismos válidos para la evaluación del estado del medioambiente de una forma eficiente, rápida y económica. Hasta hace poco éstos bioindicadores se buscaban en las aguas, actualmente se buscan también en el medio edáfico, siendo para algunos autores más importantes que algunos parámetros físicoquímicos del suelo en sí (Linden *et al.* 1994, Iturrondobeitia *et al.* 2004). En algunos casos las modificaciones en los ambientes se “monitorean” mediante parámetros físicos o químicos por ejemplo del suelo. Los que habitualmente se utilizan, son los análisis químicos como pH, materia nitrógeno total (Nt), fósforo, capacidad de Intercambio catiónico (CIC) y bases de intercambio: Na, Ca, K, Mg o bien físicos como la textura, porosidad,

densidad y humedad. Que si bien son útiles a la hora de describir el estado del sistema de estudio no muestran los mismos efectos que los organismos vivos en si mismos. La presencia o ausencia de ciertos taxones tendría relevancia a la hora de querer sacar conclusiones a este respecto.

II.C) EFECTO DEL FUEGO EN LOS ECOSISTEMAS

Habitualmente las teorías sobre disturbios naturales utilizaban conceptos hoy descartados como: que son eventos catastróficos que se originan en el medio físico y es un agente exógeno de cambio (Agge 1993). Hoy en día el concepto de disturbio reconoce un gradiente de menor a mayor, e incluye la naturaleza endógena de los disturbios. En términos ecológicos es difícil de definir ya que implica el interrumpir un orden, cuando se sabe que los ecosistemas forestales son sistemas dinámicos (Agge 1993).

Dentro de los disturbios más importantes que afectan los ecosistemas se encuentran los incendios, cuyos efectos sobre la comunidad de ácaros se analizan en este trabajo. El fuego generado naturalmente ha sido un factor importante en el mantenimiento y evolución de algunos ecosistemas, y es parte esencial en los sistemas humanos desde tiempos ancestrales (Rothkugel 1916). En los ecosistemas boscosos, los incendios forestales constituyen un factor determinante para los procesos de sucesión ecológica y mantención de la estabilidad de los mismos en las regiones forestales templadas (Donoso 1997). Dicha estabilidad ha sido modificada por la creciente acción humana, cada vez más agresiva sobre los recursos naturales renovables (Castillo Soto 2006). De hecho, las quemadas intencionales antrópicas han ocasionado incendios forestales de gran magnitud, ocasionando la pérdida y degradación de extensas superficies boscosas.

El fuego puede afectar a los organismos de dos maneras, directamente o indirectamente. Los efectos directos son aquellos cambios a corto plazo, que ocurren cuando un organismo es directamente expuesto al fuego o calor, o a los gases lo cual provoca su muerte o lo daña severamente. Los efectos indirectos son aquellos que tienen que ver con el hábitat, la provisión de alimentos, la competencia, y otros cambios sutiles que afectan la

recuperación y la sucesión de plantas y animales (Busse y DeBano 2005).

En el suelo propiamente dicho los efectos del fuego pueden ser tanto cambios físicos y químicos, como cambios en la disponibilidad de nutrientes, temperatura, humedad y aireación del suelo, combustión de la materia orgánica del suelo del bosque, remoción de la vegetación, y cambios en la biota; siendo estos últimos los más notorios ante un incendio (Bruhjell 2004; Cilimburg y Short 2008). En relación a la temperatura se puede decir que la pérdida de mantillo y de la vegetación, la apertura del dosel y la acumulación de materia más oscura (cenizas y carbón) hacen que varíe el régimen térmico, alterándose las temperaturas máximas y mínimas, luego de ocurrido el incendio (Urretavizcaya 2005; Cilimburg y Short 2008). Los cambios en la temperatura del suelo pueden tener importantes repercusiones en el desarrollo post-incendio, como por ejemplo afectar la actividad microbiana. En caso de producirse heladas, estas afectarán en mayor medida la disponibilidad de nutrientes y por ende el crecimiento de nuevas plantas. Además, se producen cambios en la tasa de infiltración y la relación hídrica, entre otros factores (Urretavizcaya 2005; Cilimburg y Short 2008), que pueden durar meses o hasta años.

En cuanto a la disponibilidad de nutrientes los cambios son más drásticos. Estos cambios incluyen que elementos químicos como el carbono, nitrógeno, fósforo y potasio útiles para el suelo y su biota pasen a iones, que se volatilicen, que se pierdan como partículas en el humo, y que sean llevados por el agua o el viento (Urretavizcaya 2005; Cilimburg y Short 2008). La pérdida de estos elementos, que fueron producto de la descomposición microbiana y se acumularon a lo largo de muchos años, traerá inconvenientes para la sucesión de la vegetación en las áreas afectadas por el fuego.

Por causa del fuego, en algunos ambientes ciertos elementos como el nitrógeno se ven incrementados (Cilimburg y Short 2008) y en otros se pierden junto al carbono (Caldwell *et al.* 2002). Asimismo, la concentración del carbono orgánico en lugares donde la vegetación no está homogéneamente distribuida puede disminuir según la severidad del quemado (Gaitán *et al.* 2007).

En cuanto al movimiento de aire y agua, el fuego puede reducir la

porosidad, dado que el mantillo se convierte en cenizas, se incrementa el impacto de la lluvia, se reduce la capacidad de absorción del mismo, e incluso se aumenta la repelencia al agua. Lo que provocará la desecación del suelo, impactando tanto en los organismos que necesitan humedad para su desarrollo como en el caso de los hongos y bacterias, así como también en las reacciones de fermentación o degradación de compuestos que se dan en el suelo húmedo. Esta repelencia tendrá mayor o menor impacto según la severidad del incendio, el tipo de vegetación, la textura del suelo, su humedad y el tiempo transcurrido (Mac Donald y Huffman 2004; Cilimburg y Short 2008).

Una rápida colonización del suelo por parte de la vegetación es un factor clave en la minimización de la pérdida de nutrientes después del fuego. La efectiva recuperación de los nutrientes disueltos disminuye la posibilidad del lavado posterior al fuego (Urretavizcaya 2005). Esta recuperación, conjuntamente con la inmovilización microbiana, son los principales procesos que determinan la resiliencia de un ecosistema después del fuego (Urretavizcaya 2005). Asociado a esto se dará lugar a la sucesión vegetal y de la fauna del suelo; todos estos factores interactuando son los que contribuyen a re-generar el horizonte orgánico necesario para el desarrollo del bosque.

Varios estudios han demostrado que el número de animales del suelo se reduce notablemente por incendios forestales (Heyward y Tissot 1936; Pearse 1943; Huhta *et al.* 1967; Malmström 2008; Malmström *et al.* 2008). Muchos animales que viven en la capa superior de la hojarasca mueren inmediatamente durante el paso del fuego, pero los animales que habitan la capa de humus no quemado tampoco pueden sobrevivir, ya que mueren por el calor, sequía o gases peligrosos (Malmström 2008). La relación entre la vegetación y los microartrópodos de suelo, así como la perturbación de los bosques y su consecuencia en estos organismos, han sido estudiados en otras regiones y muestran la relación positiva entre la producción de hojarasca, el aumento de la vegetación después del fuego y el contenido de materia orgánica del suelo (Huhta 1976; Webb 1994). Las tasas de recuperación de comunidades de fauna de suelo después de un incendio son

poco conocidas y varían de un par de meses a más de 5 años (Hutha *et al.* 1967; Webb 1994). Los datos sobre abundancia total han demostrado ser una medida pobre de la recuperación, ya que es un parámetro que a menudo se recupera rápidamente, mientras que la diversidad y composición de especies de la comunidad brindan mayor información ya que tardan más en equilibrarse (Lindberg y Bengtsson 2005).

II.D) ANTECEDENTES DE ESTUDIOS EN EL TEMA EN LA REGIÓN

En Argentina, los Bosques Subantárticos o Andino Patagónicos son bosques templados que se extienden desde el norte de la provincia de Neuquén (a la altura del paralelo 35° sur) hasta la Isla de los Estados (paralelo 54° sur), con una longitud de 2000 Km y un ancho máximo de 75 Km (Cabrera 1971). La provincia del Chubut cuenta con 743 mil ha de bosques nativos, de las cuales 282 mil son bosques bajos, casi exclusivamente de ñire, 334 mil son bosques de protección y 130 mil ha corresponden a bosque altos de producción. Se estima que el 44% del total del bosque alto se encuentra degradado (Bava *et al.* 2006).

En cuanto al total de superficie por especie, 19 mil ha corresponden a bosques de ciprés y 400 mil ha a bosques de lenga. El ciprés de la cordillera y la lenga son, por sus amplios rangos de distribución latitudinal, superficie de ocupación y calidad de su madera, las especies más importantes de la región. Tienen un alto valor productivo y, por su ubicación, cumplen con importantes funciones de protección y conservación por ejemplo de las cuencas de cabecera. Ambos pertenecen a ecosistemas que son hábitats únicos para la flora y fauna silvestre de la región (Defossé y Pieri 2008).

Según Kun *et al.* (2010) los estudios taxonómicos de oribátidos en Argentina son limitados en comparación con otros lugares del mundo. La intensidad de las investigaciones no es suficiente aún, teniendo en cuenta el alto número de especies conocidas en la Región Paleártica a nivel de género y especie (Schatz 2004) que permitirían suponer que en nuestra región deben existir numerosas especies por conocer.

En particular, en Patagonia el estudio de los microartrópodos es escaso

o incipiente (Verdugo 2008; Kun *et al.* 2010), por lo que es de suma importancia poder aportar datos concretos y contribuir al estudio taxonómico de sus especies. Los estudios más importantes en la región fueron los realizados por Marie Hammer (1958, 1962b), quien recorrió parte de la cordillera de los Andes, del lado chileno y argentino, describiendo más de 100 nuevas especies. Posteriormente, Balogh y Csiszár (1963) describieron 26 especies más en muestreos realizados cerca de El Bolsón (Río Negro, Argentina). A estos trabajos, se suman los de Niedbala (1984) y Baranek (1986), y a partir de allí no se habían realizado más estudios taxonómicos en el noroeste de la Patagonia argentina hasta los más recientes de Kun (2012), Ruiz *et al.* (2015) y el presente estudio.

En relación a la fauna de suelo asociada a los bosques de *Nothofagus*, existen estudios donde sólo se describe la mesofauna en general, o se analizan las fluctuaciones estacionales en latitudes semejantes de Chile (Covarrubias 1988, 1991; Covarrubias *et al.* 1989 1992).

El disturbio producido por incendios forestales y su impacto sobre los microartrópodos del suelo no han sido estudiados aún en Argentina. Cómo las condiciones edáficas cambian, qué taxones de ácaros son más afectados, cómo varíara su abundancia y cómo se llevará a cabo el proceso de recolonización de estos ambientes es desconocido. Qué estrategias ecológicas son las que sirven mejor a las especies para recomponer sus abundancias, son todos interrogantes aún sin respuesta. El objetivo de este estudio es conocer cómo se conforma la comunidad de ácaros de suelo de un bosque nativo de *Nothofagus pumilio* y su dinámica post fuego.

Este estudio aportará información de base, proponiendo o generando nuevas sugerencias adecuadas para próximas investigaciones en el tema.

HIPOTESIS

1. El fuego afecta a los ácaros del suelo provocando la desaparición/ disminución de abundancia de determinados taxones y la aparición o aumento de otros, en las primeras etapas del repoblamiento post fuego.
2. Los taxones que dominan en el ambiente quemado son estrategias *r*, mientras que los que disminuyen su frecuencia son estrategias *K*.

III. OBJETIVOS

III. a) Objetivo General

El presente trabajo tiene como finalidad conocer cómo se conforma la comunidad de ácaros oribátidos en el suelo de un bosque nativo de *Nothofagus pumilio* y su dinámica post fuego.

III.B) OBJETIVOS PARTICULARES

1. Comparar las abundancias de los tres subórdenes mayoritarios de ácaros de suelo (Oribatida, Prostigmata, Monogynpaspida) en las diferentes estaciones del año, en bosque nativo quemado y en bosque nativo sin quemar.
2. Determinar los taxones (a nivel de especie o morfoespecie) de ácaros oribátidos encontrados en bosque nativo quemado y en bosque nativo sin quemar.
3. Comparar algunos atributos ecológicos (riqueza, diversidad, dominancia y paridad) de la comunidad de ácaros oribátidos de un bosque nativo quemado respecto de los encontrados en un bosque nativo sin quemar.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

IV.A) DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El trabajo se llevó a cabo en un área ubicada al norte de la laguna Terraplén, sector afectado por un incendio, en el paraje La Colisión ($42^{\circ}56'56''$ S, $71^{\circ}30'19''$ O), lindero al Parque Nacional Los Alerces, en el noroeste de la provincia de Chubut, a 30 km de Esquel (Figura 2).

La altura del sitio es de 1.000 metros sobre el nivel del mar, se encuentra ubicada a media ladera con exposición sur. El clima es templado frío, con una temperatura media anual de 8°C (media máxima anual = 14.3°C , media mínima anual = 2.7°C) y con lluvias que pueden llegar a los 800 mm anuales, con el período estival seco y las precipitaciones desde el otoño a la primavera en forma de lluvias o nieve. Es una zona que no está libre de heladas en ningún momento del año. El suelo es de textura franco arenosa con un pH de 6,8 y 11.5 % de materia orgánica (Urretavizcaya *et al.* 2018).

Fitogeográficamente pertenece a la Provincia Sub Antártica, Distrito del Bosque Caducifolio (Cabrera & Willink 1980), dominado por especies del género *Nothofagus*. En febrero de 2008, este área (5941 ha) sufrió un incendio que tuvo condiciones extremas (alta severidad) de acuerdo a la clasificación propuesta por Mutch & Swetman (1995). Del total de esa superficie se quemaron 262 ha (Urretavizcaya *et al.* 2011).

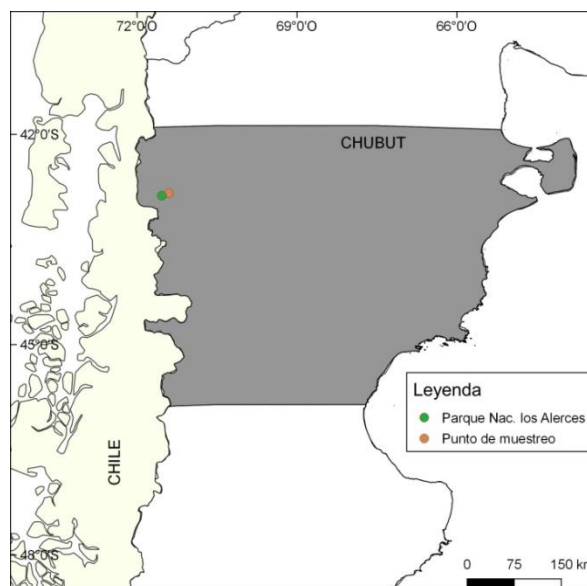


Figura 2. Mapa general de Chubut marcando el área de estudio.

IV.B) SITIOS DE MUESTREO

Mediante el uso de imágenes satelitales y relevamientos a campo se definió el área de muestreo. Sobre una ladera de exposición sur, se establecieron dos sitios de aproximadamente 1 ha para la recolección del material. Uno de ellos se ubicó en el bosque quemado (BLQ) y el otro, el control, a unos 1000 metros al este, en el bosque verde (BLV). Ambos sitios se señalaron y se relevaron a lo largo de todo el año (Fig. 3).



Figura 3. Imagen satelital del área de trabajo con los dos sitios de muestreo (Fuente: Google Earth 2016).

Los sitios se muestrearon durante un año, en verano, otoño, invierno y primavera, comenzando luego de un año de sufrido el incendio que ocurrió en 2008. Se registraron fotográficamente los cambios en la vegetación. (Anexo 1 Figuras 23 a 28).

El bosque verde (Figura 4), además de la lenga (*Nothofagus pumilio*), especie arbórea dominante, presenta especies arbustivas nativas en el sotobosque como *Berberis microphylla*, *Berberis serratodentata*, *Ribes cucullatum*, *Ribes magellanicum*, y herbáceas como *Osmorhiza chilensis*, *Poa*

pratensis, *Acaena ovalifolia*, *Phacelia secunda* y *Calceolaria biflora* (Urretavizcaya *et al.* 2018).

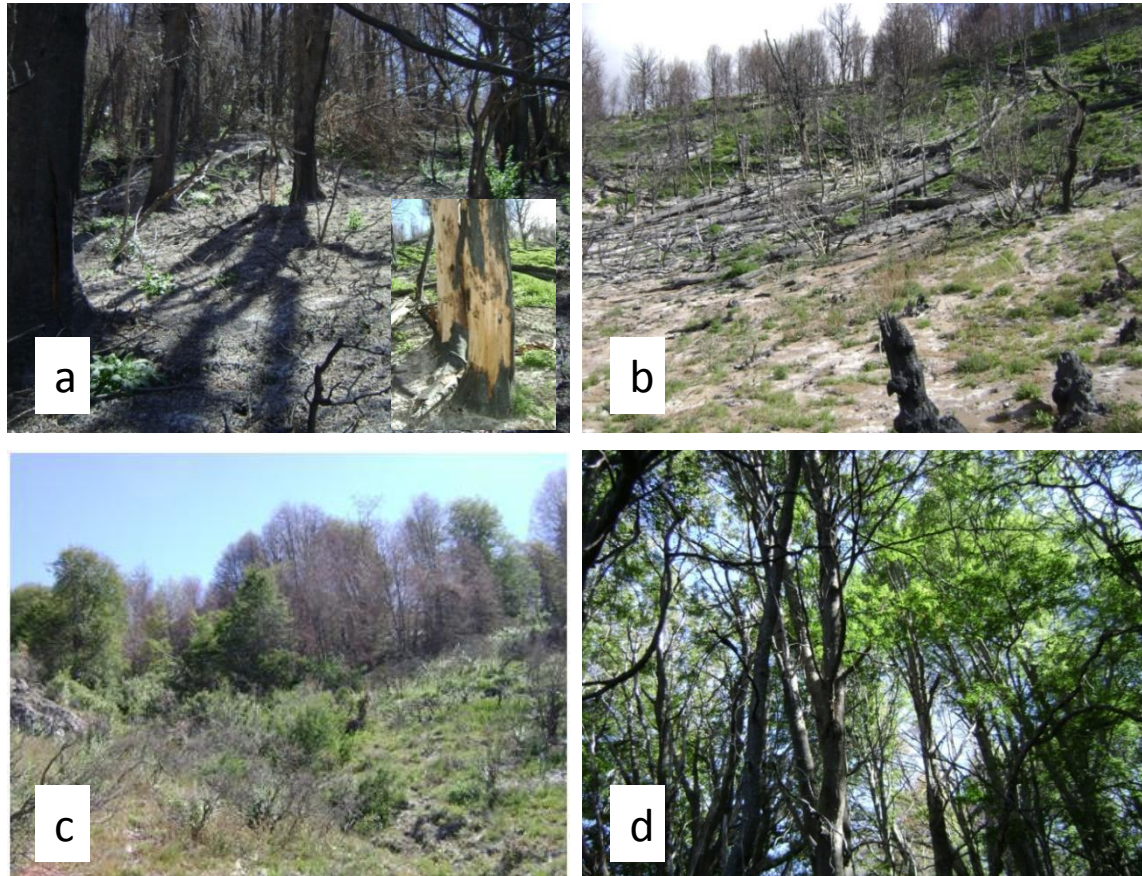


Figura 4. Detalle de la zona relevada. *Nothofagus pumilio*, imágenes de los sitios de trabajo. a: Detalle de troncos quemados y descortezados, b: Bosque quemado (BLQ), c: Bosque verde (BLV), d: Vista de la cobertura de copa de *Nothofagus pumilio* (BLV).

IV.C) MUESTREO DE LOS MICROARTRÓPODOS

Se realizó un muestreo en cada estación del año desde enero de 2009 hasta marzo de 2010. Se tomaron estacionalmente cinco muestras de suelo (sin la hojarasca) en el sitio de referencia (BLV) y cinco en el sitio quemado (BLQ), totalizando 40 muestras en el año. Se tomaron con una pala de mano, en puntos elegidos al azar entre tres árboles de gran porte. Cada muestra consistió en un cuadrado de 10 x 10 cm, hasta 10 cm de profundidad, utilizando un muestreador para mantener estas medidas (Fig. 5). El material se colocó en bolsas de polietileno, que fueron etiquetadas (fecha, lugar de

toma de la muestra, número de muestra) y puestas en una caja aislante, para su traslado al laboratorio sin presiones ni cambios de temperatura.



Figura 5. Muestreo con pala de mano y muestreador de 10x10x10 cm. a: Bosque de lenga quemado (BLQ) y b: Bosque de lenga verde (BLV).

IV.D) PROCESAMIENTO DE MUESTRAS

En laboratorio, se tomó una porción de 250 cm de cada muestra (medido en fracos de 250 ml) y el resto se descartó. Las fracciones conservadas se colocaron en embudos de Berlese-Tullgren, bajo iluminación por lámparas de 40w durante una semana (Figuras 6-7), para asegurar la extracción de un máximo de fauna (Covarrubias y Sáiz 1971). Estos embudos fueron diseñados y construidos de acero inoxidable, con malla inoxidable de tamaño de abertura de hasta 2 mm (Figura 6). La fauna se recogió en frascos colectores con alcohol 75%. Posteriormente, de cada frasco se separaron los organismos utilizando lupa binocular, pinzas, aguja de disección, pincel y pipetas finas.



Figura 6. Detalle de los embudos diseñados en material inoxidable.



Figura 7. Detalle de los embudos Berlese, en su soporte, con las muestras y la luz encendida.

IV D.1) DESCRIPCIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO Y HUMEDAD

En el laboratorio se tomó el peso húmedo de las muestras de 250 cm (antes de ser colocadas en el embudo) y el peso seco de cada muestra (luego de retirada del embudo) en una balanza digital con sensibilidad de 0,001 g. Para obtener el peso seco se colocó el material, luego de haber estado en el

embudo, por 2 horas en una estufa a 105°C (Covarrubias 1991). Para obtener la humedad del suelo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{peso fresco} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} * 100$$

$$(\text{PF-PS} / \text{PS} * 100)$$

Para los análisis químicos se extrajo una muestra compuesta de cada sitio (se colectó una cucharada de suelo cada diez pasos al azar y se juntó en un mismo recipiente, dado que estas variables son similares en el terreno cercano); luego fueron colocadas en bandejas, secadas al aire y posteriormente tamizadas (apertura de poro: 2 mm). A cada muestra se le realizaron las siguientes determinaciones analíticas en el Laboratorio de Suelos del CIEFAP: pH en agua (1:1) por vía potenciométrica (Bailey 1943), materia orgánica por oxidación húmeda (Walkley y Black 1934), nitrógeno total (Nt) según Kjeldahl (Bremmer y Mulvaney 1982), fósforo disponible (Bray y Kurtz 1945), capacidad de Intercambio Catiónico (Richter *et al.* 1982) y bases de intercambio: Na, Ca, K, Mg (Schollenber y Simon 1945).

IV D.2) COMPARACIÓN LAS ABUNDANCIAS DE LOS TRES SUBÓRDENES MAYORITARIOS DE ÁCAROS DE SUELO

Se separaron todos los grupos de microartrópodos de la mesofauna, solo se consideraron para este estudio los pertenecientes a la subclase Acari (Arachnida). Se realizó la identificación de los ácaros obtenidos, utilizando un microscopio óptico LEICA DM500 con cámara digital ICC50 HD. El material fue depositado en la colección del Laboratorio de Investigaciones en Evolución y Biodiversidad de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Sede Esquel, (LIEB-UNPSJB) en forma de preparados definitivos (montados en medio de Hoyer) y en alcohol 70%.

Para la identificación de los tres subórdenes mayoritarios de ácaros (Oribatida, Monogynaspida y Prostigmata), se tuvieron en cuenta las principales características morfológicas que los diferencian según lo

propuesto por Walter y Proctor (2013) (Tabla 1). Adicionalmente se utilizaron las claves de Krantz y Walter (2009) (Tabla 2) y Lindquist *et al.* (2009).

Tabla 1: Características morfológicas de los superórdenes de ácaros estudiados tomado de Walter y Proctor 2013.

ACARIFORMES	PARASITIFORMES
Setas birrefringentes bajo luz polarizada	Setas no birrefringentes bajo luz Polarizada
Palpos sin apotele	Palpos con apotele subterminal
Faringe en forma de medialuna en corte transversal	Faringe trirradiada, forma de Y en corte transversal
Coxas de las patas fusionadas al vientre	Coxas de las patas libres, articuladas
Coxas cubren la región de patas I-IV	Región esternal de patas II-IV distintiva y usualmente cubierta de una o más placas
Región anterior separada por la sutura sejugal (quelíceros, pedipalpos y patas I-II)	Sutura ausente
Prodorso con tricobotrias	Prodorso sin tricobotrias
Larva con osmorregulación por órgano de Claparède	Larva sin órgano de Claparède
Túbulos de Malpighi ausentes	Túbulos de Malpighi presentes
Abertura de estigmas y tráqueas ausente en grupos basales, origen múltiple en linajes derivados	Abertura de estigmas por encima o entre la base de las patas, tráqueas presentes en todos los estados post-larvales
Transferencia de esperma en espermatóforos con base, o inseminación directa por variados métodos	Transferencia de esperma por los quelíceros directamente a la apertura genital de la hembra o a un poro de inducción secundaria
Espermatozoides simples y nunca Vacuolados	Espermatozoides complejos y Vacuolados

En el caso de los Monogynaspida (Gamasida) se decidió utilizar esta jerarquía para trabajar con una única categoría taxonómica (suborden), dado que no se registraron especímenes de los otros subórdenes de Gamasida (Sejida y Trigynaspida).

Tabla 2: Clasificación de todos los ácaros según Krantz y Walter 2009. Se mencionan los números de las familias que poseen los más frecuentes en suelo.

PHYLUM ARTHROPODA

Subphylum Cheliceriformes

Clase Chelicerata

Subclase ACARI

I. SUPERORDEN PARASITIFORMES

Orden Ixodida

Orden Holothyrida

Orden Opilioacarida

Orden Mesostigmata 100 familias

Suborden Sejida 5 familias

Suborden Trigynaspida 28 familias

Suborden Monogynaspida 77 familias

Cohorte Gamasina

II. SUPER ORDEN ACARIFORMES

Orden Trombidiformes

Suborden Prostigmata 150 familias

Suborden Sphaerolichida

Orden Sarcoptiformes

Suborden Oribatida

Supercohorta Paleosomata 6 familias

Supercohorta Enarthronota 18 familias

Supercohorta Parhyposomata 3 familias

Supercohorta Mixonomata 9 familias

Supercohorta Desmonomata 240 familias

Cohorte Notrhida

Cohorte Brachypylina

Cohorte Astigmatina

Suborden Endeostigmata

Se calculó la densidad de los diferentes subórdenes para las cuatro estaciones del año. La densidad fue determinada en base al número de individuos contabilizados (abundancia) de la submuestra de 250 cm², y se

expresó luego como número de individuos por unidad de superficie (metro cuadrado) (número de ind*10000/250 = Densidad).

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para los análisis estadísticos se utilizó el programa InfoStat versión 2015 (Di Rienzo *et al.* 2008). Se consideraron las densidades de los tres subórdenes mayoritarios de ácaros (Oribatida, Monogynaspida, Prostigmata) en las diferentes estaciones del año en ambos sitios. Se testearon los supuestos de normalidad mediante una prueba de Shapiro-Wills, y el test de homocedasticidad. Como los datos no se ajustaban a estas pruebas de normalidad fueron transformados como $\log_{(x+1)}$ (Covarrubias *et al.* 1992) (anexo 2, tablas 12 ay 13) antes de la realización del análisis de la varianza. Se utilizó un diseño de parcelas divididas (el disturbio (BLQ=1 BLV=0) fue la parcela principal y la estación del año la parcela secundaria), la partición fueron los subórdenes, y luego de analizar las interacciones se tomaron como particiones las estaciones y el disturbio. Mediante el test de Fisher, se analizó la densidad de cada suborden en función el sitio quemado y no quemado y de la estación a los fines de determinar la existencia de diferencias entre ambos sitios (Anexo 3, Tablas 14 a 16).

Para los gráficos se utilizaron como datos las medias originales sin transformar y se les añadió el error standard.

IV D.3) DETERMINACIÓN DE TAXONES

Los oribátidos fueron determinados hasta nivel de especie mediante el uso de claves específicas (Balogh y Balogh 1988, 1990, 1992), siguiendo la clasificación de Schatz (2011) para el suborden Oribatida e infraórdenes y la de Subías (2004, actualización 2018) para géneros y especies. Esta última no ha actualizado la clasificación de los oribátidos a nivel de suborden y los considera un orden.

La información adicional brindada para cada especie incluyó: sitio donde se encontró la especie, número de ejemplares estudiados, distribución

geográfica (Subías 2004, actualización 2018), notas sobre el hábitat donde ha sido encontrada por primera vez, y características particulares tanto taxonómicas como ecológicas según el caso. Se incluyeron notas publicadas por investigadores que han trabajado en el tema y en la zona patagónica entre 60 y 50 años atrás, como Hammer, Balogh y Ciszar, Mahunka, así como los más actuales como Kun y Ruiz.

Se realizó un listado de las especies encontradas. Algunos especímenes de la familia Oppiidae no se llegaron a determinar, por lo que no se consideraron para el análisis de diversidad. Aquellos ejemplares que se identificaron solo hasta nivel de género, no se incluyeron en el listado final de los resultados.

IV D.4) ATRIBUTOS ECOLÓGICOS (RIQUEZA, DIVERSIDAD, DOMINANCIA Y PARIDAD)

Estos cálculos se tomaron en base a un $n=20$ ya que los oribátidos determinados se unificaron en todas las estaciones juntas, sin separar los datos de las especies por estación y por muestra. Se calculó la riqueza de especies, la diversidad (índice de Shannon-Wiener), la paridad específica o equitatividad (índice de Pielou) y la dominancia (Simpson). Se calculó la abundancia promedio (número de individuos de la especie $x/20$) y en función de esto se calculó la abundancia expresada en porcentaje ($BLV = (X \cdot 100) / 6,35$ $BLQ = (X \cdot 100) / 2,5$ [6,35 es la suma de las abundancias medias de BLV y 2,5 es la sumatoria de las abundancias medias del BLQ] Anexo 4, Tablas 17 y 18), para poder establecer la proporción en la que se encuentran las diferentes especies en cada sitio.

V. RESULTADOS

V.A) DESCRIPCIÓN DE VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL SUELO

El porcentaje de materia orgánica resultó mayor en aproximadamente un 50% en la zona no quemada. El pH fue similar, mientras que se detectó un aumento de algunos cationes como Na^+ y K^+ y una disminución del valor de la constante de intercambio catiónico (CIC) en el sitio quemado (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis químico de muestras compuestas de suelo en ambos sitios BLV (bosque de lenga verde) BLQ (bosque de lenga quemado).

VARIABLE	BLV	BLQ
pH 1:2,5	6,20	6,75
% MO	27,8	12,7
% N total	0,48	0,46
P disp. (mg/kg)	6	13
SO_4^- (mg/kg)	121	165
K (meq/100g)	0,8	1,1
Ca (meq/100g)	22,4	17,3
Mg (meq/100g)	10,8	11,0
Na (meq/100g)	0,5	0,9
CIC (meq/100 g)	34	26

El porcentaje de humedad del suelo obtenido resultó menor en el sitio quemado, respecto al sitio verde (Figura 8). La estación con menores valores fue el verano, donde bajó hasta un 20% en el sitio quemado. Invierno, otoño y primavera fueron las estaciones con mayor humedad.

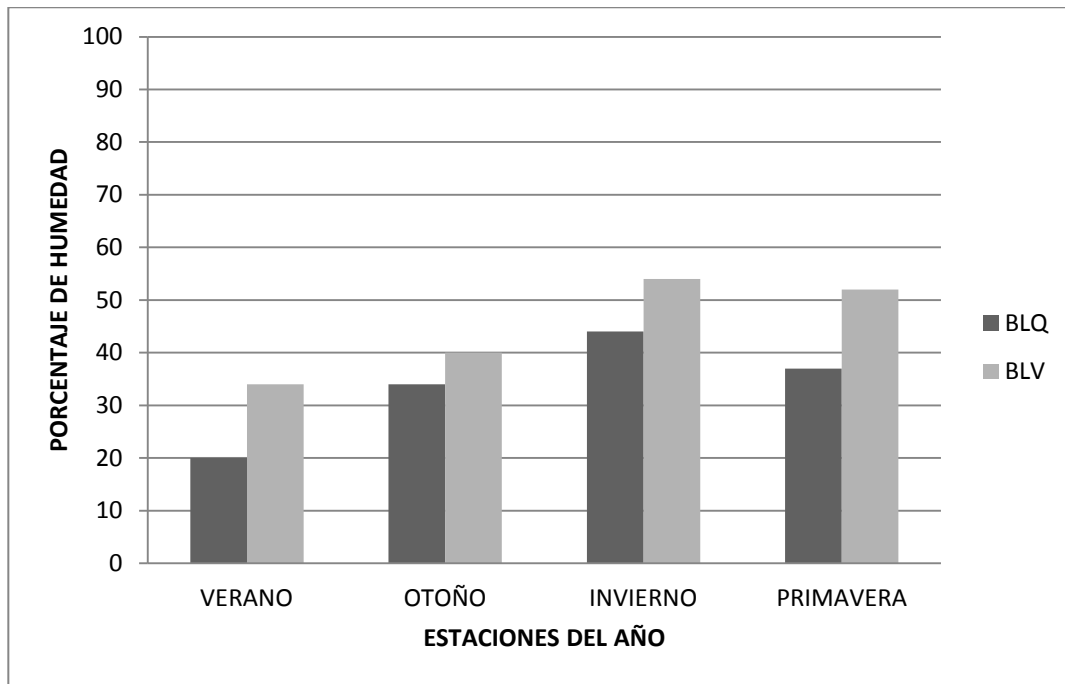


Figura 8. Porcentaje de humedad del suelo en las diferentes estaciones para ambos sitios: bosque lenga verde (BLV) y bosque lenga quemado (BLQ).

V.B) ABUNDANCIAS DE LOS TRES SUBÓRDENES MAYORITARIOS DE ÁCAROS DE SUELO EN LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL AÑO.

En los dos sitios muestreados, considerando las cuatro estaciones, se colectaron un total de 1997 individuos pertenecientes a los tres subórdenes; de ellos 1586 se registraron en BLV y 411 en BLQ. En la figura 9 se grafica la densidad de los ácaros oribátidos obtenidos en ambos sitios. Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas para esa variable ($p < 0,05$; $Fisher = 0,0002$) entre los datos obtenidos en el bosque verde versus los del bosque quemado.

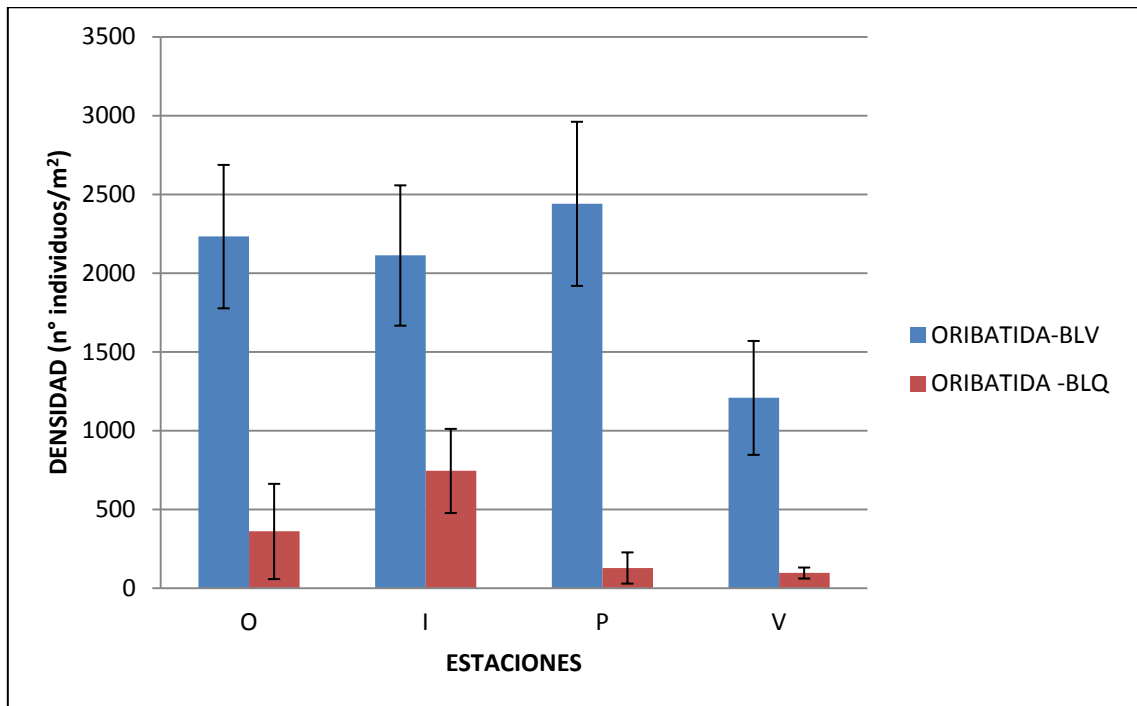


Figura 9. Densidad total (individuos/m²) de ácaros del suborden Oribatida encontrados en el bosque de lenga en ambos sitios, en todas las estaciones. (BLV= bosque verde; BLQ= bosque quemado).

En cuanto a las estaciones, se observa que para el sitio verde las diferencias no son significativas (Fisher= 0,21) mientras que en el sitio quemado hay diferencias entre invierno con primavera y verano (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis estadístico de las variaciones en la densidad media de ácaros oribátidos en diferentes estaciones del año en V (bosque de lenga verde) Q (bosque de lenga quemado) (letras diferentes indican diferencias significativas).

ESTACIONES	MEDIA	ANALISIS
OTOÑO-V	2232	C
INVIERNO-V	2112	C
PRIMAVERA-V	2440	C
VERANO-V	1208	C
OTOÑO-Q	360	A
INVIERNO-Q	744	BC
PRIMAVERA-Q	128	A
VERANO-Q	96	AB

En el caso de suborden Prostigmata se obtuvieron diferencias significativas en las densidades entre los sitios BLV y BLQ ($p < 0,05$; Fisher= 0,0179) (Anexo 3, Figura 10).

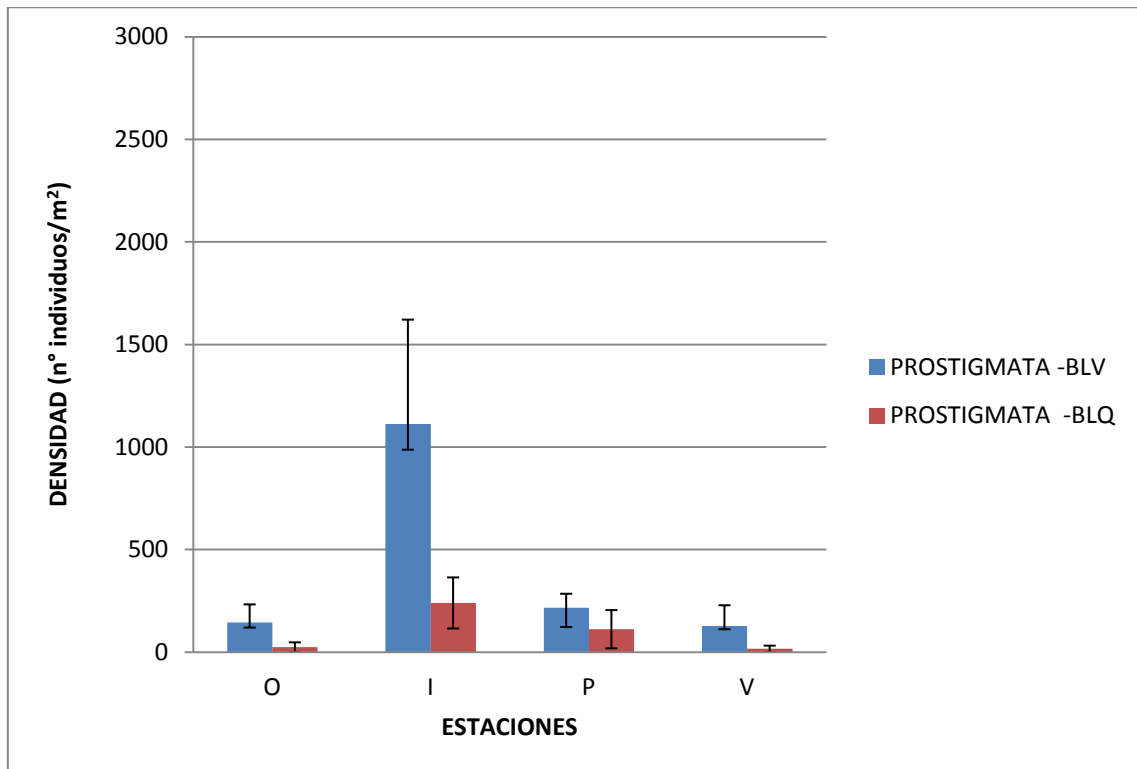


Figura 10. Densidad total (individuos/m²) del suborden Prostigmata encontrados en el bosque de lenga en ambos sitios en todas las estaciones del año (BLV= bosque verde; BLQ= bosque quemado).

En relación a la variación estacional de los Prostigmata, en el sitio verde el otoño y el verano son similares, mientras que el invierno mostró diferencias significativas respecto de estos. La primavera resultó similar a las otras tres estaciones. En el sitio quemado no se detectaron diferencias significativas entre las estaciones (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis estadístico de las variaciones en la densidad media de ácaros oribátidos en diferentes estaciones del año en V (bosque de lenga verde) Q (bosque de lenga quemado) (letras diferentes indican diferencias significativas).

ESTACIONES	MEDIAS	ANALISIS
OTOÑO-V	144	AB
INVIERNO-V	1112	C
PRIMAVERA-V	216	BC
VERANO-V	128	AB
OTOÑO-Q	24	A
INVIERNO-Q	240	ABC
PRIMAVERA-Q	112	AB
VERANO-Q	16	A

En la figura 11 se observa la densidad de los ácaros del suborden Monogynaspida; se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$; *Fisher*= 0,0259) entre los dos sitios BLV y BLQ.

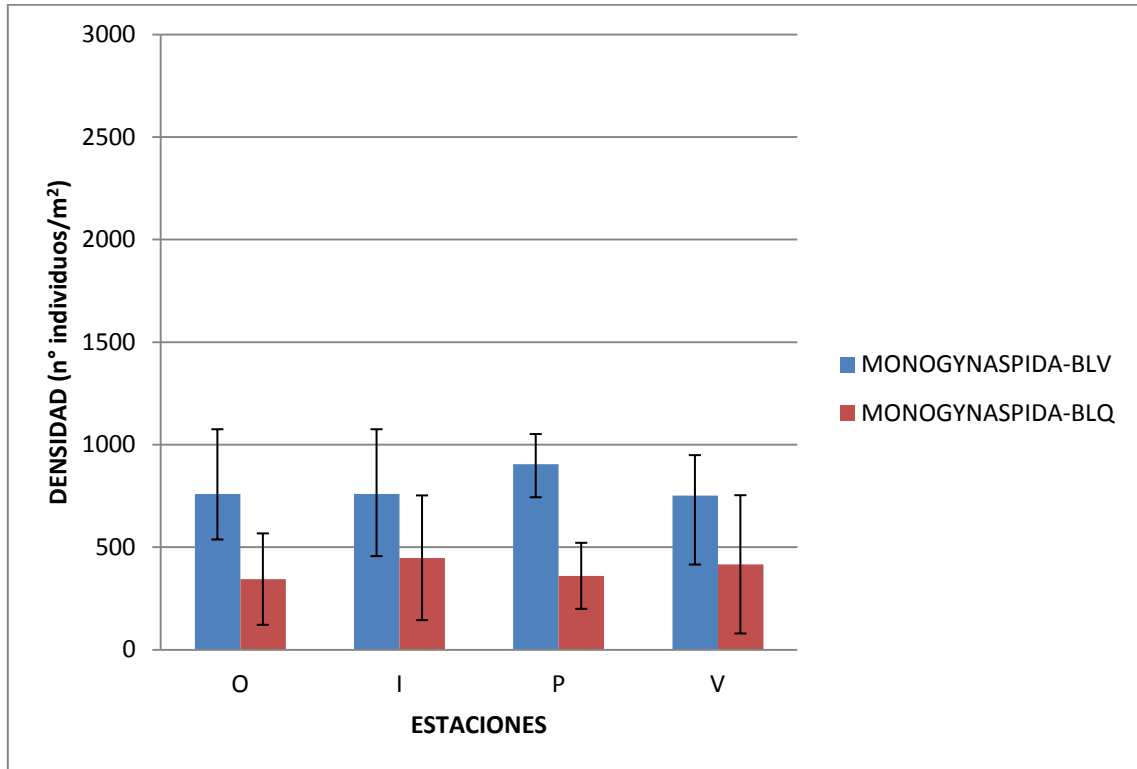


Figura 11. Densidad total (individuos/m²) de el sub orden Monogynaspida encontrados en el bosque de lenga en ambos sitios en todas las estaciones del año (BLV= bosque verde; BLQ= bosque quemado).

No se encontraron diferencias significativas para ninguno de los sitios, en las diferentes estaciones del año (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis estadístico de las variaciones en la densidad media de ácaros Monogynaspida en ambos sitios del bosque de lenga, en todas las estaciones del año (V= bosque verde; Q= bosque quemado), (letras diferentes indican diferencias significativas).

ESTACIONES	MEDIAS	ANALISIS
OTOÑO-V	760	A
INVIERNO-V	760	A
PRIMAVERA-V	904	A
VERANO-V	752	A
OTOÑO-Q	344	A
INVIERNO-Q	448	A
PRIMAVERA-Q	360	A
VERANO-Q	416	A

V.C) DETERMINACIÓN TAXONÓMICA EL SUBORDEN ORIBATIDA

V.C.1) ESPECIES ENCONTRADAS EN LOS SITIOS BOSQUE VERDE Y BOSQUE QUEMADO.

Al comparar los sitios en detalle se observa que hay especies que se encuentran en ambas condiciones del bosque de lenga, como: *Anderemaeus magellanicus*, *Austroppia crozetensis*, *Globoppia maior*, *Lanceoppia (Bicristoppia) bicristata*, *Lanceoppia (Lancelalmoppia) sp.*, *Lanceoppia (Lancelalmoppia) nodosa*, *Membranoppia (Pravoppia) argentinensis*, *Nothrus peruensis*, *Oppiella (Oppiella) nova*, *Oxyoppia (Oxyoppiella) suramericana*, *Paroppia patagónica*, *Sellnickochthonius elsosneadensis* y *Tyrophagus sp.*

Las especies del bosque verde que no se encontraron en el quemado son: *Carabodes sp.*, *Acrotritia parareticulata*, *Brachioppiella (Gressittoppia) pepitensis*, *Camisia (Camisia) australis*, *Cuspidozetes armatus*, *Globoppia minor*, *Graptoppia (Stenoppia) angusta*, *Lanceoppia (Lanceoppia) kovacsi*, *Liochthonius (Liochthonius) fimbriatissimus*, *Microppia minus*, *Nodocephus dentatus*, *Nothrus sp. 1*, *Nothrus sp. 2*, *Pheroliodes roblensis*, *Phtiracarus sp.*, *Ramusella (Insculptoppia) sp.*, *Scutovertex sp.*, *Similoppia (Reductoppia) sp.*, *Stomacarus sp.*, *Suctobelbella sp.*, *Tectocephus velatus* y *Trichthonius pulcherrimus*.

La única especie que aparece en el sitio quemado y no se halló en el bosque verde es *Membranoppia (Membranoppia) tuxeni*.

Las especies de ácaros oribátidos identificados se listan en la tabla 7. Se informa la clasificación actual desde la categoría taxonómica superior que es Infraorden, seguido de la Superfamilia y Familia.

Tabla 7: Clasificación de las especies de ácaros oribátidos desde las categorías superiores de Infraorden, Superfamilia y Familia presentes en los sitios BLV y BLQ (Las especies marcadas con asterisco **están presentes en BLQ).

Infraorden	Superfamilia	Familia	Especie
PALAEOSOMATA	Acaronychoidea	Acaronychidae	<i>Stomacarus sp.</i>
ENARTHRONOTA	Brachychthonioidea	Brachychthoniidae	<i>Liochthonius (Liochthonius) fimbriatissimus</i> Hammen, 1962
ENARTHRONOTA	Brachychthonioidea	Brachychthoniidae	<i>Sellnickochthonius elsosneadensis</i> (Hammer, 1958)
ENARTHRONOTA	Cosmochthonioidea	Trichchthoniidae	<i>Trichthonius pulcherrimus</i> (Hammer, 1958)**

Tabla 7: Clasificación de las especies

Infraorden	Superfamilia	Familia	Especie
MIXONOMATA	Phthiracaroidae	Phthiracaridae	<i>Phthiracarus</i> sp.
MIXONOMATA	Euphthiracaroidae	Euphthiracaridae	<i>Acrotitia parareticulata</i> (Niedbala, 2002)
DESMONOMATA	Crotonioidea	Crotoniidae	<i>Camisia (Camisia) australis</i> Hammer, 1958
DESMONOMATA	Crotonioidea	Nothridae	<i>Nothrus peruensis</i> Hammer 1961
DESMONOMATA	Crotonioidea	Nothridae	<i>Nothrus</i> sp. 1**
DESMONOMATA	Crotonioidea	Nothridae	<i>Nothrus</i> sp. 2
DESMONOMATA	Eremellioidea	Caleremaeidae	<i>Anderemaeus magellanicus</i> Hammer, 1962
DESMONOMATA	Eutegaeoidea	Nodocephelidae	<i>Nodocephelus dentatus</i> Hammer, 1958**
DESMONOMATA	Plateremaeoidea	Pherolioididae	<i>Pheroliodes roblensis</i> Covarrubias 1968
DESMONOMATA	Tectocephoidea	Tectocephelidae	<i>Tectocephelus velatus</i> (Michael, 1880)
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Austropia crozetensis</i> (Richters, 1908)
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Brachioppiella (Gressittoppia) pepitensis</i> (Hammer, 1962)
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Globoppia minor</i> Hammer, 1962
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Globoppia maior</i> Hammer 1962
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Lanceoppia (Lanceoppia) kovacsi</i> (Balogh y Csiszár, 1963)
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Lanceoppia (Lancelalmoppia) sp.</i>
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Lanceoppia (Lancelalmoppia) nodosa</i> (Hammer, 1958)
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Lanceoppia (Bicristoppia) bicristata</i> (Hammer, 1962)
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Membranoppia (Pravoppia) argentinensis</i> (Balogh & Csiszár, 1963)
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Membranoppia (Membranoppia) tuxseni</i> ** (Hammer, 1968)
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Micropia minus</i> (Paoli, 1908)
DESMONOMATA	Trizetoidea	Suctobelbidae	<i>Suctobelbella</i> sp.
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Graptoppia (Stenoppia) angusta</i> (Hammer, 1962)
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Oppiella (Oppiella) nova</i> (Oudemans, 1902)
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Paroppia patagonica</i> Kun, 2010
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Oxyoppia (Oxyoppiella) suramericana</i> (Hammer, 1958)
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Ramusella (Insculptoppia) sp.</i>
DESMONOMATA	Oppioidea	Oppiidae	<i>Similoppia (Reductoppia) sp.</i>
DESMONOMATA	Oribatelloidea	Oribatellidae	<i>Cuspidozetes armatus</i> Hammer 1962
DESMONOMATA	Licneremaeoidea	Scutoverticidae	<i>Scutovertex</i> sp.
DESMONOMATA	Carabodoidea	Carabodidae	<i>Carabodes</i> sp.
DESMONOMATA	Acaroidea	Acaridae	<i>Tyrophagus</i> sp.**

De las 17 familias registradas, 12 se encontraron en el bosque intacto y 5 en el bosque quemado. Las familias mejor representadas del suborden

mayoritario en ambos sitios fueron Opiidae (17 especies de un total de 35 son miembros de esta familia) y Acarididae (si bien hay un solo género presente tiene las mayores abundancias en ambos sitios).

V.C.2) DIAGNOSIS Y DETALLES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DEL SUBORDEN ORIBATIDA

Los ejemplares identificados 35 especies y morfoespecies, de las cuales 25 se identificaron hasta nivel de especie y sobre éstas se brinda información a continuación. De éstas 8 son nuevas citas para la provincia del Chubut: *Acrotritia parareticulata*, *Anderemaeus magellanicus*, *Globoppia maior*, *Lanceoppia (Lancelalmoppia) nodosa*, *Nothrus peruensis*, *Camisia (Camisia) australis*, *Cuspidozetes armatus*, *Micropoppia minus*.

Once taxones se determinaron sólo hasta nivel de género, cinco de los cuales corresponden a nuevos registros para la provincia de Chubut: *Phthiracarus*, *Ramusella (Insculptoppia)*, *Scutovertex*, *Similoppia (Reductoppia)* y *Carabodes*.

Brachychthoniidae Thor, 1934

Liochthonius (Liochthonius) Hammen 1959

Liochthonius (Liochthonius) fimbriatissimus Hammer, 1962

Material de estudio: BLV, La Colisión, 3 ej.; BLQ, La Colisión, 2 ej. (Figura 12)

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

Notas: La especie fue descripta por primera vez como *Brachychthonius fimbriatus* por Hammer en 1958. La misma especie fue citada por Hammer como *Liochthonius fimbriatissimus* para la provincia de Santa Cruz (Hammer 1962) y luego hallada en Río Negro (Balogh y Csiszár 1963). En estos

ambientes se la encontró en musgos húmedos y bajo plantas (*Ranunculus*, *Juncus*, *Mimulus*, *Calceolaria*). También se registró, como *Liochthonius fimbriatus*, en la provincia de Tierra del Fuego (Mahunka 1980). Los registros en Argentina son de la ciudad de San Carlos de Bariloche, Rio Negro: en el Cerro LLao LLao y el Cerro Padre Laguna (Kun *et al.* 2010) y en Chubut (Ruiz *et al.* 2015). En este estudio se encontró en la hojarasca y suelo del bosque de lenga.

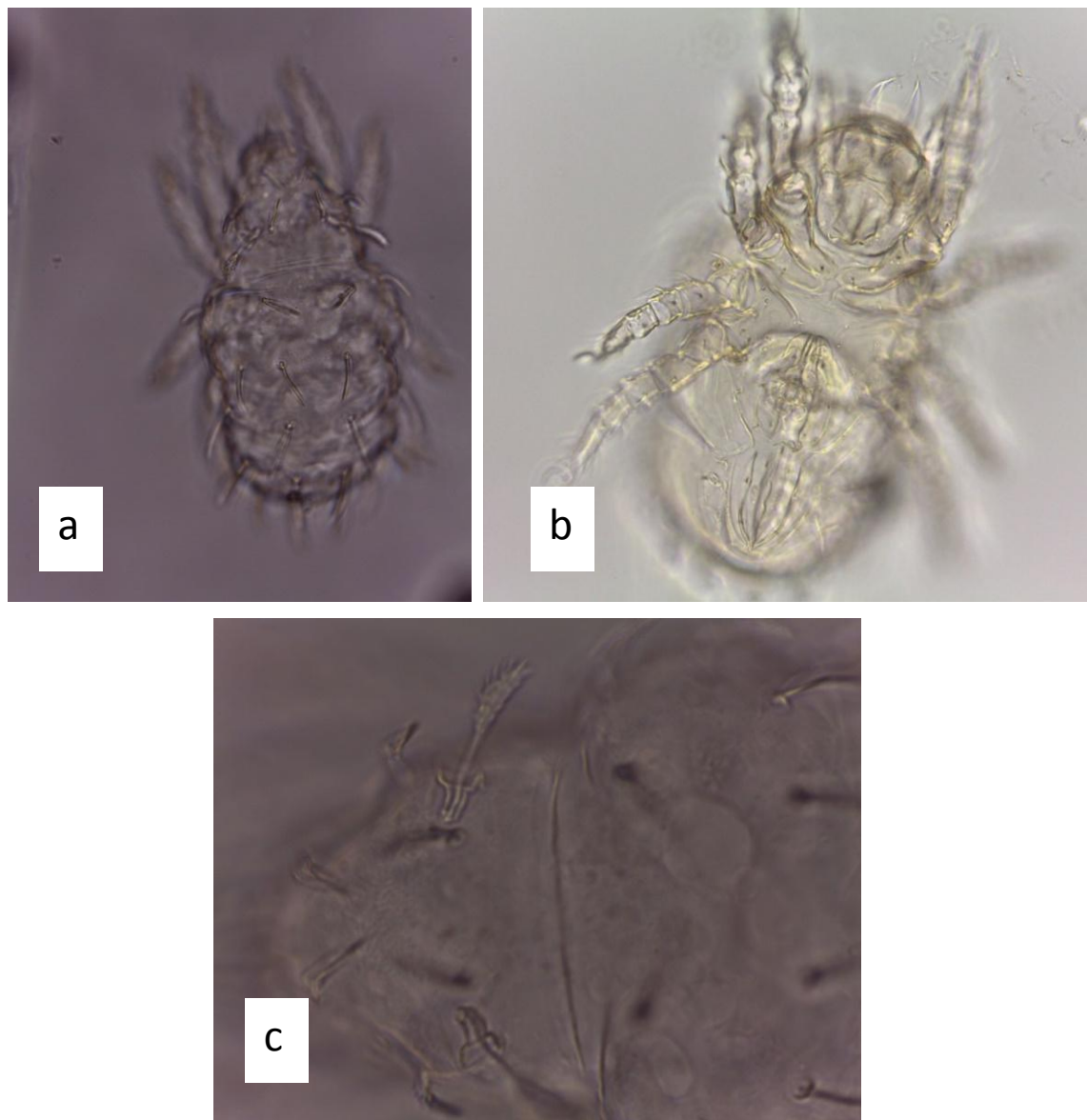


Figura 12. *Liochthonius (Liochthonius) fimbriatissimus* Hammen 1959. a: vista general dorsal, b: vista ventral, c: sensilos (fotos Erica Ruiz).

Sellnickochthonius Krivolutsky, 1964

Sellnickochthonius elsosneadensis (Hammer, 1958)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 1 ej.

Distribución: Semicosmopolita, Paleártica Oriental (China suroriental), Neotropical (Panamá), Andina (Argentina) y Australiana (Australia).

Notas: Descrita para Argentina en Mendoza (*Brachyochthonius elsosneadensis*) bajo una almohadilla húmeda de *Juncus*. Hammer 1958 dice: “el propodosoma es muy estrecho, los pelos rostrales son rígidos y algo gruesos. Frente a las setas lamelares, hay un amplio puente quitinoso doblado, que continúa hacia atrás y hacia afuera...”.

Son abundantes y diversos en el suelo, en hojarasca de bosques húmedos y aparecen en ambientes recientemente creados, no se conoce mucho sobre sus hábitos alimentarios. Fue encontrada en Río Negro (Kun *et al.* 2010) y en Chubut (Ruiz *et al.* 2015).

Trichthoniidae Lee, 1982**Trichthonius** Hammer, 1961

Trichthonius pulcherrimus (Hammer, 1958)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 2 ej.; BLQ, La Colisión, 2 ej. (Fig. 13)

Distribución: Andina (Argentina, Bolivia, Perú y Chile) y Australiana (Australia).

Notas: Especie descrita por Hammer 1958 (*Cosmochthonius pulcherrimus*) en Mendoza. Se ha citado también en Chile, Bolivia, Perú y Australia. También se han encontrado individuos bajo el mantillo de *Araucaria araucana* y *N. pumilio* (Martínez y Casanueva 1995). Algunas características que posee se describen como: “histerosoma dividido en tres segmentos delimitados por dos surcos. Los segmentos I y III son del mismo largo, el segmento II es dos tercios de longitud. Todos los segmentos tienen setas anchas y ramificadas sobre sus placas. El rostro es redondeado anteriormente...”.

Poseen setas eréctiles, no se conocen sus hábitos alimentarios. En Río Negro la citaron Balogh y Csiszár (1963) y Kun *et al.* (2010); la primera cita para esta especie en Chubut es de Ruiz *et al* (2015).



Figura 13. *Trichthonius pulcherrimus* (Hammer, 1958). a: vista dorsal, b: detalle setas eréctiles (fotos Erica Ruiz)

Euphthiracaridae Jacot, 1930

Acrotritia Jacot, 1923

Acrotritia parareticulata (Niedbala, 2002)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 2 ej.

Distribución: Canadá.

Notas: Es la primera vez que se cita para Argentina.

Nothridae Berlese, 1896

Nothrus Koch, 1836

Nothrus peruensis (Hammer, 1961)

Material de estudio: BLV, La colisión, 1 ej.

Distribución: Neotropical y Sureste de U.S.A.

Notas: Descrita por Hammer para Perú, en Argentina fue citada en la provincia de Río Negro (Balogh y Csiszár 1963; Kun *et al.* 2010) y en la Provincia de Tierra del Fuego (Baranek 1988) sobre líquenes. Tiene sensilos alargados, patas monodactilas y setas h_2 muy largas. Se alimentan de materia vegetal y hongos. (Hammer 1962a). Este es el primer registro para la Provincia de Chubut.

Crotoniidae Thorell, 1876

Camisia (*Camisia*) Heyden, 1826

Camisia (*Camisia*) *australis* Hammer 1958

Material de estudio: BLV, La Colisión, 2 ej.

Distribución: Neotropical austral, Argentina.

Notas: Colectada por Hammer, en Mendoza, sobre musgos húmedos, en el Bolsón (Balogh y Csiszár 1963), en base de árboles y musgos, cerca de *Chusquea culeou* en Río Negro Hammer 1962 y Kun *et al.*, 2010. Hammer, en la descripción original destaca: “*tienen en el propodosoma puntuaciones profundas, en el histerosoma son menos profundas y con forma de panal de abeja. El rostro tiene dos proyecciones como dientes que son las terminaciones de dos pliegues quitinosos entre las apófisis de los pelos lamelares...*”.

Los adultos solamente han sido encontrados en la hojarasca, no se suelen encontrar en grandes abundancias. Poseen un cerotegumento al cual se adhieren partículas de suelo, restos vegetales, polen, esporas e hifas,

formando una capa gruesa y compacta (Collof 1993). Según Norton y Behan-Pelletier (1990), son principalmente arborícolas, pero también pueden hallarse sobre troncos o entre musgos y rocas. Este es el primer registro para la Provincia de Chubut.

Pherolioidae Paschoal, 1987

Pheroliodes Grandjean, 1931

Pheroliodes roblensis (Covarrubias 1968)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 11 ej.

Distribución: Andina (Chile y Argentina).

Notas: Esta especie fue descrita por primera vez por Covarrubias (1986) en cercanías de la ciudad de Santiago de Chile, en Cerro el Roble. Se los suele encontrar en suelos orgánicos húmedos, se presume que es accidental esta filiación, parece ser más epígeo en microhábitas sujetos a variaciones significativas de humedad (Norton y Alberti 1997). En nuestro país Kun *et al.* (2010) han citado a *P. neuquinus* y *P. minutus* en Río Negro. Esta especie fue reportada en Chubut por Ruiz *et al.* (2015).

Nodocepheidae Piffli, 1972

Nodocepheus Hammer, 1958

Nodocepheus dentatus (Hammer, 1958)

Material de estudio: BLV, La colisión, 1 ej.; BLQ, 1 ej.

Distribución: Neotropical, Australia, Nueva Zelanda y subantártica.

Notas: La especie fue descrita por primera vez por Hammer en 1958 en Argentina, registrándose en las provincias de Mendoza (Hammer 1958), Río Negro (Hammer 1962b; Balogh y Csiszár 1963; Kun *et al.* 2010), Chubut

(Balogh y Csiszár 1963), Islas Malvinas (Balogh 1988) y Chile (Hammer 1962a). Según Norton y Behan-Pelletier (2009), los miembros de la familia Nodocepheidae, de la cual *Nodocepheus* es el género más numeroso con siete especies suelen encontrarse a grandes altitudes en Costa Rica, Pakistán, Sudamérica y Nueva Zelanda. Como carácter morfológico saliente, presenta procesos humerales en el notogaster con aspecto de pteromorfos.

Caleremaeidae Grandjean, 1965

Anderemaeus Hammer 1958

Anderemaeus magellanicus Hammer, 1962

Material de estudio: BLV, La colisión, 2 ej.

Distribución: América Austral

Notas: Originalmente descrita para Chile bajo *Berberis*. Previamente citada en Argentina para las provincias de Tierra del Fuego, en musgos y líquenes secos (Hammer 1962), Río Negro (El Bolsón, Balogh y Csiszár 1963; Bariloche, Kun *et al.* 2010). Las especies de *Anderemaeus* están restringidas a grandes altitudes o a latitudes meridionales de Sudamérica (Norton y Behan-Pelletier 2009). Esta es la primera cita de la especie para la Provincia de Chubut.

Oppiidae Sellnick, 1937

Austroppia Balogh, 1983

Austroppia crozetensis (Richters, 1908)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 1 ej.

Distribución: Antártica (Isla de la Posesión), Andina (Islas Georgias del Sur y Sandwich del Sur, Chile y Argentina).

Notas: Esta especie fue hallada en las regiones Antártica y Andina, con una amplia distribución, siendo descrita originalmente como *Notaspis crozetensis* (Richters, 1908) en la isla de la Posesión, en áreas con matorrales; fue redescrita a partir de material de la Isla Macquarie (Wallwork 1963) y también registrada para las Islas Georgias del Sur y Sandwich del Sur. Hammer (1962a) recolectó en Chile (Tierra del Fuego y Punta Arenas) una especie que consideró nueva y denominó *Oppia magellanicus*, pero que resultó ser la misma especie. Kun encontró en Bariloche una especie del mismo género: *A. petrohuensis*; Ruiz *et al.* (2015) citaron a esta última para la provincia de Chubut.

Brachioppiella (Gressittoppia) Balogh, 1983.

Brachioppiella (Gressittoppia) pepitensis (Hammer, 1962)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 1 ej.; BLQ, La Colisión, 5 ej.

Distribución: América Austral (I. Shetland del Sur, Chile y Argentina).

Notas: Fue descrita originalmente para Chile. Hammer la describió como *Oppia pepitensis* en Tierra del Fuego (Hammer 1962). Luego fue descrita la subespecie *Oppia pepitensis brevipectinata* (Covarrubias 1968) en las islas Shetland del Sur. En Argentina se la halló en Río Negro (Kun *et al.* 2010) y en Chubut (Ruiz *et al.* 2015).

Esta especie es reconocida, entre otras cosas, por las sigilas prodorsales 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, sensilo fusiforme y ciliado que termina en punta.

Micropoppia Balogh, 1983

Micropoppia minus (Paoli, 1908)

Material de estudio: BLV, La colisión, 1 ej.

Distribución: Cosmopolita.

Notas: Descrita originalmente como *Dameosoma minus* Paoli, 1908. Previamente citada para Argentina como *Oppia minutissima* Sellnick en la provincia de Chubut (Balogh & Csiszár 1963) como *Micropoppia minus* para Buenos Aires (Fredes *et al.* 2009) y en Río Negro (Kun *et al.* 2010). Tienen crestas notogastrales dirigidas hacia adelante sobre la zona basal del prodorso que se incurvan hacia adelante al lado de las setas interlamelares, carecen de cóstulas lamelares, sensilo corto y con cabeza globular.

Este es el primer registro para la provincia de Chubut.

Globoppia Hammer, 1962

Globoppia minor Hammer, 1962

Material de estudio: BLV, La Colisión, 15 ej. (Fig. 14)

Distribución: Andina (Chile y Argentina).

Notas: Originalmente descrita para Chile, ha sido citada en Argentina por Balogh & Csiszár (1963) y Kun *et al.* (2010) en Río Negro, Mahunka (1980) en Tierra del Fuego y Ruiz *et al.* (2015) en Chubut. Se la halló en musgos húmedos bajo vegetación en bosques de *Nothofagus*; en este estudio apareció con frecuencia. Tiene la particularidad de poseer un par de setas notogastrales dos a tres veces más largas que el resto. Tiene además un sensilo globoso, de tamaño mediano.



Figura 14. *Globoppia minor* Hammer, 1962. a: vista región anterior, b: vista dorsal, c: sensilo, d: placas anales (fotos Erica Ruiz).

Globoppia maior (Hammer 1962)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 2 ej.

Distribución: América austral y sub antártica (Islas Malvinas).

Notas: Descripta para Punta Arenas, Chile (Hammer 1962a), en Argentina se colectó en Santa Cruz (Hammer 1962 b) y Río Negro (Kun *et al.* 2010).

Se la ha encontrado sobre musgos húmedos y plantas de sotobosque de *Nothofagus* y sobre troncos de árboles (Hammer 1962a). Tiene un tamaño mayor que *Globoppia minor*, y presenta cuatro pares de setas notogastrales de mayor longitud que el resto.

Este es el primer registro para la provincia de Chubut.

Lanceoppia (Lanceoppia) Hammer, 1962

Lanceoppia (Lanceoppia) kovacsi (Balogh y Csiszár, 1963)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 2 ej.; BLQ, La Colisión, 3 ej. (Fig. 15)

Distribución: Andina (Argentina y Chile) y América austral.

Notas: Originalmente descripta para Argentina, Río Negro (Balogh y Csiszár 1963) como *Oppia kovacsi* (Kun *et al.* 2010) y Chubut (Ruiz *et al.* 2015).

Tiene la particularidad de tener el sensilo lanceolado algo dilatado en la zona apical y 9 pares de setas notogastrales largas, y de ellas, las setas *la* y *lm* se originan lado a lado en una línea horizontal.



Figura 15. *Lanceoppia (Lanceoppia) kovacsi* (Balogh y Csiszár, 1963)a: sensilo lanceolado, b: vista lateral del idiosoma, c: vista ventral, d: setas (fotos Erica Ruiz).

Lanceoppia (Lancelalmoppia) nodosa (Hammer, 1958)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 1 ej.

Distribución: Neotropical, austral e India (Bengala Occidental).

Notas: Descripta originalmente de material del Valle del Río Atuel, Mendoza, asociada a briofitas húmedas. (Hammer 1958)

Hammer da los siguientes etalles en su descripción: “propodosoma estrecho y rostro en punta. Los pelos rostrales están situados bastante atrás y llegan hasta la punta del rostro, pero únicamente a la mitad de su longitud. Las setas lamelares, dirigidas adelante son paralelas y llegan hasta la punta del rostro. Son un poco más finas que las setas rostrales. Las setas interlamelares, también son asperas, están dirigidas hacia adelante. Sin lamela. Entre las setas interlamelares hay dos pares de áreas claras y en los lados del propodosoma una columna e áreas claras. Algo que se destaca es que tiene numerosos botones quitinosos en la axila de la pata 1”.

Este es el primer registro para la provincia de Chubut.

Lanceoppia (Bicristoppia) Subías, 1989

Lanceoppia (Bicristoppia) bicristata (Hammer, 1962)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 1 ej.; bosque de lenga verde, La Colisión, 1 ej. (Fig. 16)

Distribución: América Austral.

Notas: La especie fue descripta para Argentina por Hammer (1962b) como *Oppia bicristata* en Rio Negro. Los ejemplares fueron colectados bajo musgos y líquenes en suelo húmedo en Puerto Blest, Ruiz (2017, inédito) la colectó en Chubut y Tierra del Fuego.

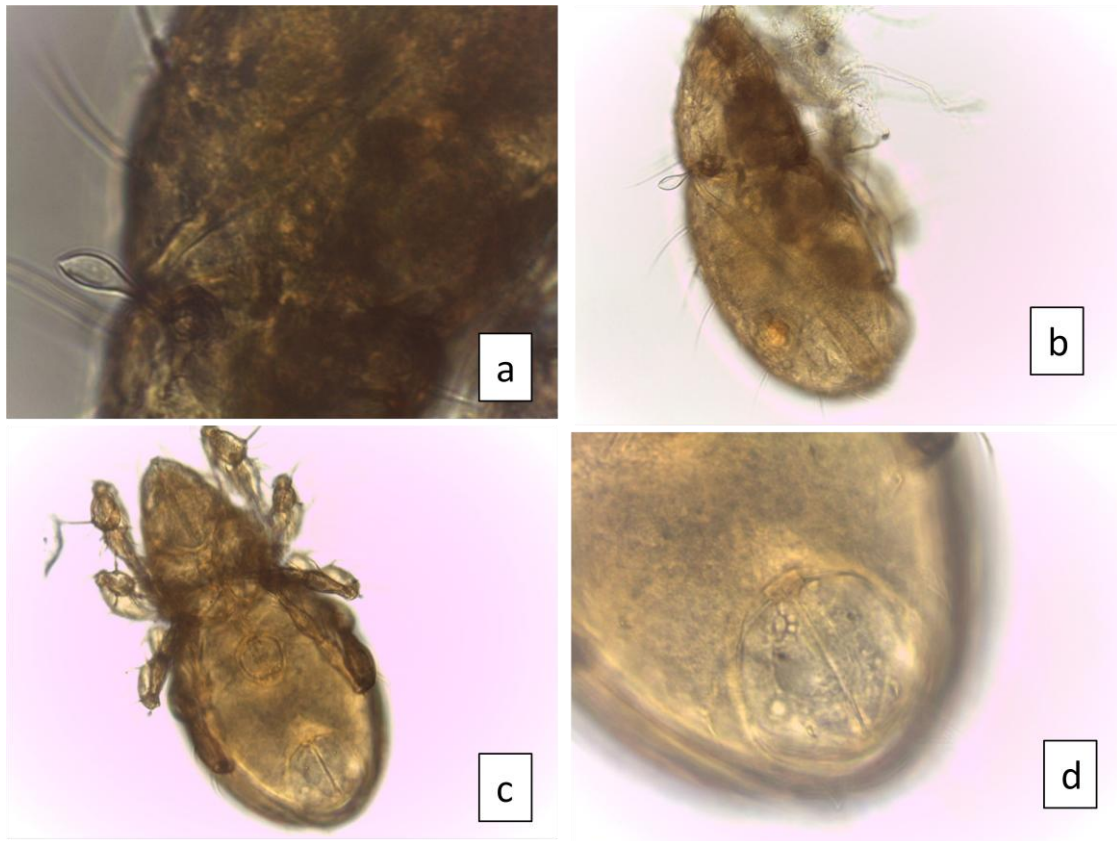


Figura 16. *Lanceoppia (Bicristoppia) bicristata* (Hammer, 1962), a: detalle de sensilo lanceolado, b: vista lateral, c: vista ventral, d: detalle de placas anales (fotos Erica Ruiz).

***Membranoppia (Pravoppia)* Luxton, 1985**

Membranoppia (Pravoppia) argentinensis (Balogh y Csiszár, 1963)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 8 ej.; BLQ, La Colisión, 2 ej. (Fig. 17)

Distribución: Andina (Argentina).

Notas: Descrita originalmente para Argentina como *Oppia argentinensis* en Río Negro por Balogh y Csiszár (1963), Kun *et al.* (2010) la citan en la misma provincia y Ruiz *et al.* (2015) la citan para Chubut. Se la reconoce por tener cóstulas paralelas arqueándose medialmente hacia adelante, setas interlamelares más largas que las setas lamelares y sensilo corto con cabeza dilatada y redondeada.



Figura 17. *Membranoppia (Pravoppia) argentinensis* (Balogh y Csiszár, 1963), a: vista dorsal, b: vista anterior setas rostrales, c: placas anales, d: vista ventral (fotos Erica Ruiz).

***Membranoppia (Membranoppia)* Hammer, 1968**

Membranoppia (M.) tuxeni (Hammer, 1968)

Material de estudio: BLQ, La Colisión, 1 ej.

Distribución: Nueva Zelanda e India (Tripura).

Notas: La especie fue descrita como *Oppia tuxeni* por Hammer (1968) en Nueva Zelanda, en musgo *Leucobryum* bajo bosque de *Nothofagus* sp. También hay registros de la especie en Tripura (India) (Sanyal 2000). En Argentina, Ruiz (2017, inédito) la encontró en la provincia de Chubut.

Graptoppia (Stenoppia) Balogh, 1983

Graptoppia (Stenoppia) angusta (Hammer, 1962)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 2 ej.; BLQ, La Colisión, 2 ej.

Distribución: Andina (Argentina y Chile).

Notas: La especie fue descrita como *Oppia angusta* (Hammer 1962a), para Punta Arenas y Tierra del Fuego, Chile. Los individuos colectados se encontraban sobre musgos y turba bajo *Berberis*. En Argentina, Baranek (1988) registró la especie en la provincia de Tierra del Fuego y Ruiz *et al.* (2015) la hallaron en Chubut.

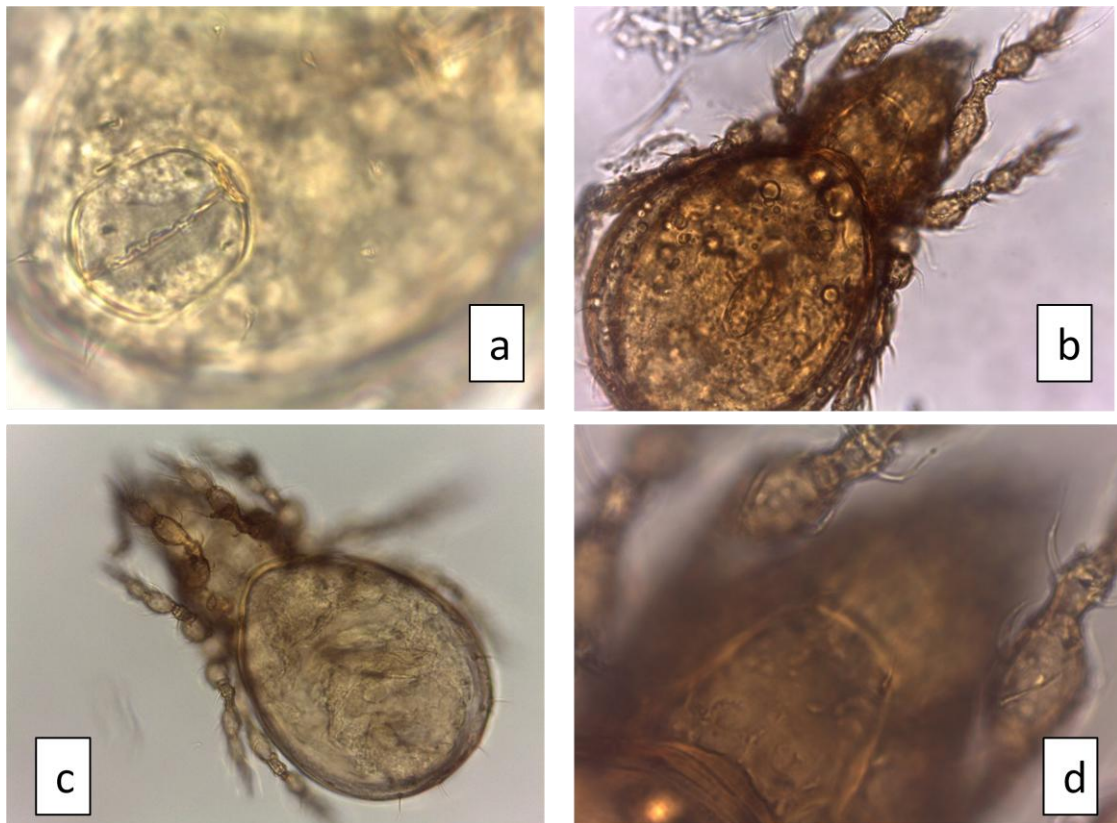


Figura 18. *Graptoppia (Stenoppia) angusta* (Hammer, 1962), a: detalle de placas anales y setas, b: vista dorsal, c: detalle vista dorsal, d: detalle región anterior cóstulas (fotos Erica Ruiz).

Oppiella (Oppiella) Jacot, 1937

Oppiella (Oppiella) nova (Oudemans, 1902)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 1 ej. (Fig 19)

Distribución: Cosmopolita.

Notas: Descripta para Holanda por Oudemans (1902), como *Eremaeus novus*. En Argentina fue citada para Mendoza (Hammer 1958) como *Oppia neerlandica* (Oudms.) sensu Willman, Río Negro (Hammer, 1962b; Balogh y Csiszár 1963; Kun *et al.* 2010), Buenos Aires (Denegri y de Alzuet 1992; Salazar Martínez *et al.* 2007) y Chubut (Ruiz *et al.* 2015).

Posee crista en el margen anterior del notogaster, costulas en el prodorso, diez pares de setas notogastrales y sensilo con cabeza unilateralmente ciliada. Es una especie plástica, dado que se adapta fácilmente a condiciones adversas en los suelos, ya que presenta la capacidad de reproducirse por partenogénesis (telitoquia) (Norton y Behan-Peletier 2009).



Figura 19. *Oppiella (Oppiella) nova* (Oudemans, 1902), a: vista dorsal, b: detalle de cóstulas (fotos Erica Ruiz).

Paroppia Hammer, 1968

Paroppia patagonica (Kun, 2012)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 4 ej.; BLQ, 1 ej.

Distribución: Argentina.

Notas: esta especie fue descripta originalmente por Kun (2012) para Río Negro, Argentina.

Se reconoce por la presencia del proceso tibial, portador de los solenidios en la pata I. La presencia de la seta c2, el sensilo más corto y más ensanchado distalmente con 4 líneas paralelas de cilias. Ruiz, 2017 la cita para la provincia de Chubut.

Oxyoppia (Oxyoppiella) Subías y Rodríguez, 1986

Oxyoppia (Oxyoppiella) suramericana (Hammer, 1958)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 2 ej.; BLQ, 2 ej. (Fig.20)

Distribución: Semicosmopolita; Neotropical, India, Australia, Argentina.

Notas: Descripta para Argentina como *Oppia suramericana* por Hammer (1958) de las provincias de Mendoza y Salta; citada luego de Río Negro (Balogh y Csiszár 1963; Kun *et al.* 2010), Santa Cruz (Hammer 1962b, como *Oppiella suramericana*), Chubut y Tierra del Fuego (Ruiz *et al.* 2015).



Figura 20. *Oxyoppia (Oxyoppiella) suramericana* (Hammer, 1958), a: vista dorsal, b: detalle sensilo (fotos Erica Ruiz).

Oribatellidae Jacot, 1925

Cuspidozetes Hammer, 1962

Cuspidozetes armatus (Hammer, 1962)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 3 ej.

Distribución: Neotropical, Argentina.

Notas: Descripta de Río Negro, Argentina (Hammer 1962b) y citada para la misma provincia por Balogh y Csiszár (1963) y Kun *et al.* (2010).

Se la identifica por tener las lamelas bien desarrolladas, fusionadas en la base de las cúspides que son más largas que las lamelas, cubriendo casi todo el prodorso, con amplios dientes mediales; pedotecta I bien desarrollada, formando una lámina y pteromorfos sin articulación.

Este es el primer registro para la Provincia de Chubut.

Tectocepheidae Grandjean, 1954

Tectocepheus Berlese, 1896

Tectocepheus velatus (Michael, 1880)

Material de estudio: BLV, La Colisión, 21 ej. (Fig. 21)

Distribución: Cosmopolita.

Notas: Originalmente descripto para Inglaterra. Existen reportes de la especie de la Isla Gran Malvina (Stary & Block 1996). El género fue citado en las provincias argentinas de Salta, Mendoza, Río Negro, Santa Cruz, Tierra del Fuego e Islas Malvinas, pero no se le asignaron especies y subespecies (Hammer, 1958; Hammer, 1962b; Baranek, 1988; Salazar Martínez, *et al.*, 2007). Recientemente, *T. velatus* fue citada para las provincias de Río Negro (Kun *et al.* 2010) y Chubut (Ruiz *et al.* 2015). La presencia de esta especie es indicadora de disturbio ambiental antrópico (Behan-Pelletier 1999, Rusek y Marshall 2000). Ha sido reportada en numerosos estudios de todo el mundo. Su determinación es problemática dada la gran variabilidad morfológica que presenta. Muchos investigadores consideraron diferentes variedades, en función del tamaño (Caballero y Iturrondobeitia 2000).

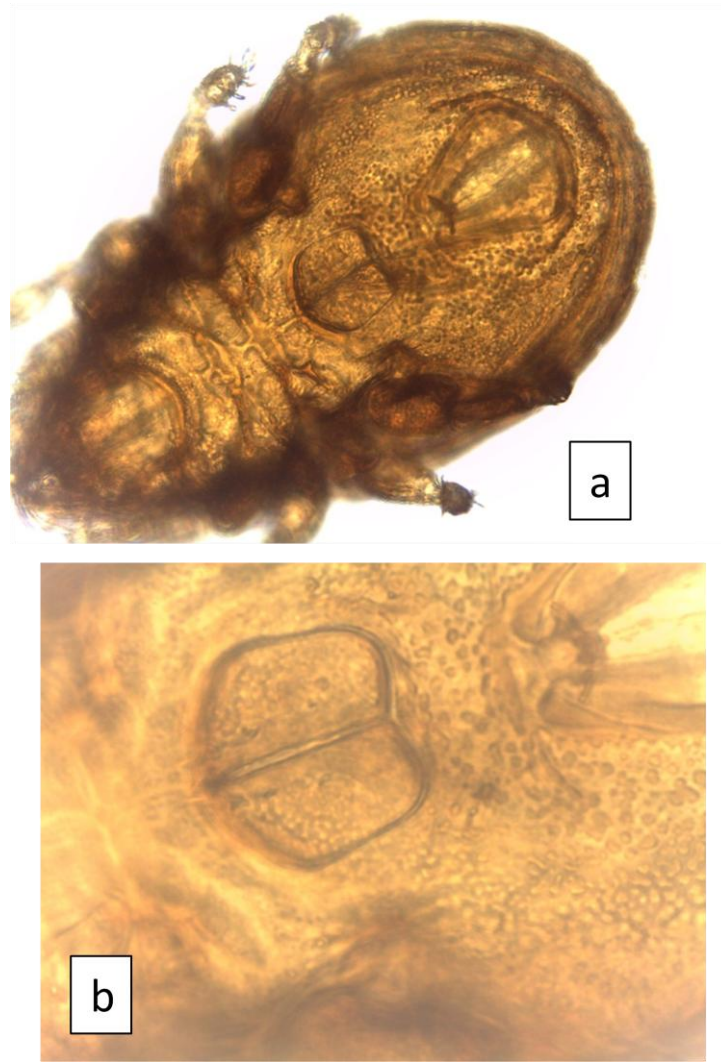


Figura 21. *Tectocepheus velatus* (Michael, 1880). a: vista ventral, b: detalle de placas genitales (fotos Erica Ruiz).

V.D) ATRIBUTOS ECOLÓGICOS DE LA COMUNIDAD DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS

V.D.1) RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS







Se tuvo en cuenta un total de 178 individuos de ácaros oribátidos para la realización de este análisis; 128 individuos (71,9%) correspondieron al sitio no quemado, mientras que los 50 individuos restantes (28,1%) se registraron en el quemado. La riqueza específica fue mayor en el sitio BLV con 35 especies, respecto al BLQ, con 14 especies. La abundancia de cada especie en cada sitio se presenta como porcentaje en la Tabla 8 y Anexo 1.

Quedaron sin determinar ejemplares de la Familia Oppiidae, que no se incluyeron en los análisis de diversidad. A pesar de ello, esta familia es la que alcanzó las abundancias más altas en el sitio verde y el quemado luego de pasado un año (BLV: 29 individuos, BLQ: 22 individuos).

Tabla 8. Abundancia expresada en porcentaje (%) de oribátidos en los sitios no quemado (BLV: verde ●) y quemado (BLQ: rojo ●, y compartidas ●).

Especie	% AB V	% AB Q	
<i>Stomacarus</i> sp.	0,8		●
<i>Liochthonius (Liochthonius) fimbriatissimus</i>	2,4	4	●●
<i>Sellnickochthonius elsosneadensis</i>	0,8		●
<i>Trichthonius pulcherrimus</i>	1,6	4	●●
<i>Phthiracarus</i> sp.	0,8		●
<i>Acrotritia parareticulata</i>	1,6		●
<i>Camisia (Camisia) australis</i>	0,8		●
<i>Nothrus peruensis</i>	0,8		●
<i>Nothrus</i> sp. 1	11,0	2	●●
<i>Nothrus</i> sp. 2	0,8		●
<i>Anderemaeus magellanicus</i>	1,6		●
<i>Nodocepheus dentatus</i>	0,8	2	●●
<i>Pheroliodes roblensis</i>	8,7		●
<i>Tectocepheus velatus</i>	16,5		●
<i>Austroppia crozetensis</i>	0,8		●
<i>Brachioppiella (Gressitoppia) pepitensis</i>	1,6	10	●●
<i>Globoppia minor</i>	11,8		●
<i>Globoppia maior</i>	1,6		●

Tabla 8. Continuación

<i>Lanceoppia (Lanceoppia) kovacsi</i>	1,6	6	
<i>Lanceoppia (Lancelalmoppia) sp.</i>	1,6		
<i>Membranoppia (Membranoppia) tuxeni</i>	0,0	8	
<i>Micropia minus</i>	0,8		
<i>Lanceoppia (Lancelalmoppia) nodosa</i>	0,8		
<i>Lanceoppia (Bicristoppia) bicristata</i>	0,8	2	
<i>Membranoppia (Pravoppia) argentinensis</i>	6,3	4	
<i>Graptoppia (Stenoppia) angusta</i>	1,6	4	
<i>Oppiella (Oppiella) nova</i>	0,8		
<i>Paroppia patagonica</i>	3,1	2	
<i>Oxyoppia (Oxyoppiella) suramericana</i>	1,6	4	
<i>Ramusella (Insculptoppia) sp.</i>	0,8	12	
<i>Similoppia (Reductoppia) sp.</i>	1,6		
<i>Suctobelbella sp.</i>	0,8		
<i>Scutovertex sp.</i>	0,8		
<i>Cuspidozetes armatus</i>	2,4		
<i>Carabodes sp.</i>	0,8		
<i>Tyrophagus sp.</i>	9,4	36	
Total	100	100	

Con los datos antes mencionados se analizó qué especies resultaron más abundantes en cada sitio y en qué proporción aportan a la comunidad en estudio. Se observó que las especies que aportan en abundancia relativa un valor mayor a 10% en el sitio verde fueron 3 (*Tectochepheus velatus*, *Globopia minor* y *Nothrus sp.1* (Figura 22). En tanto, los taxones con un porcentaje de abundancia entre 5 y 10% correspondieron a *Tyrophagus sp.*, *Pheroliodes roblensis* y *Membranoppia (Pravoppia) argentinensis*. El resto de la comunidad estuvo representada por especies con un porcentaje de abundancia inferior al 5%.

En el bosque quemado se registraron tres taxones con un porcentaje de abundancia superior al 10%: *Tyrophagus sp.*, *Ramusella (Insculptoppia) sp.* y *Brachioppiella (Gressittoppia) pepitensis*.

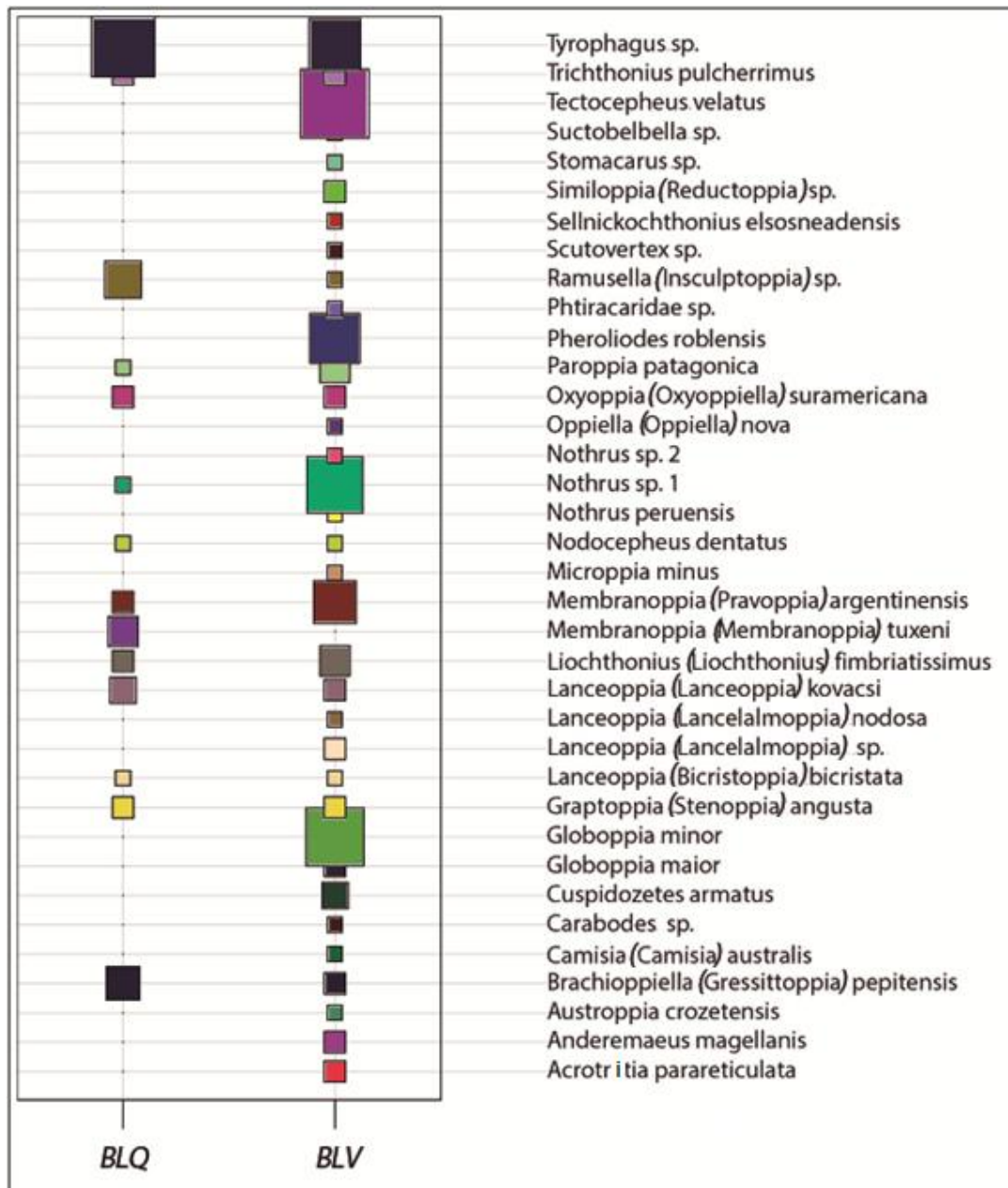


Figura 22. Composición y riqueza específica, y abundancia relativa en BLV y BLQ. Los diferentes colores indican distintas especies y el tamaño del cuadrado es proporcional a los valores de abundancia para cada especie en las dos comunidades analizadas.

V.D.2) DIVERSIDAD Y EQUIDAD

El sitio que presentó mayor diversidad de especies según el índice de Shannon-Wiener (H'), fue el sitio verde (BLV) con un valor de 2.91, mientras que el sitio quemado (BLQ) alcanzó un valor de 2.38. El sitio verde registró una mayor riqueza específica, y el valor de la equitatividad (Pielou) resultó mayor en relación al sitio quemado (Tabla 9).

Tabla 9: Abundancia, riqueza, diversidad (Shannon-Wiener), dominancia (Simpson) y equitatividad (Pielou) de oribátidos en los sitios no quemado (BLV) y quemado (BLQ).

<i>Sitios</i>	<i>Abundancia</i>	<i>Riqueza</i>	<i>Shannon- Wiener</i>	<i>Pielou</i>	<i>Simpson</i>
BLV	128	35	2.91	0.76	0.07
BLQ	50	14	2.38	0.68	0.17

El valor del índice de Simpson, menor en el sitio verde, indica que allí la comunidad presenta menor dominancia de especies (BLV $D = 0.07$, BLQ $D = 0.17$). Esto, sumado a una mayor riqueza, contribuye a un mayor valor del índice de diversidad (Shannon-Wiener). Lo que muestran los valores de los índices de Pielou y Simpson, es que en el sitio quemado se da una mayor jerarquización en la estructura de la comunidad, con una sola especie muy dominante y otras pocas especies mucho menos representadas.

VI. DISCUSIÓN

VI.A) DESCRIPCIÓN DE VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO

La hojarasca en los bosques cumple una función de amortiguación de los efectos del sol, reteniendo la lluvia y brindando protección contra la erosión. Si bien el porcentaje de humedad a simple vista muestra estas variaciones, el efecto combinado con otros factores no detallados debería ser tenido en cuenta. La cubierta edáfica fue destruida completamente por el efecto del fuego; sin esta cubierta el suelo queda desprotegido, recibiendo mayor insolación, aumenta la desecación durante los meses de verano y disminuyendo su capacidad de amortiguar las bajas temperaturas y las heladas del invierno. Además, se produce impermeabilización de la cubierta superficial y cambio en la porosidad, entre otros factores. En el caso de abundantes precipitaciones como las que ocurren en invierno, sin esta cubierta protectora se producen fenómenos de erosión y de lixiviación de los nutrientes, sobre todo en zonas con pendiente.

Si bien las variables edáficas fueron descriptivas, es importante decir que otros autores, como Covarrubias *et al.* (1989), no lograron evidenciar relaciones entre la humedad y las abundancias de ácaros. Incluso en su estudio trabajaron con suelo desnudo o debajo de los llaretales y no encontraron diferencias significativas ni con la humedad ni con la temperatura.

Estos factores ambientales pueden tener efectos biológicos a largo plazo que probablemente aislados no puedan ser detectados, y que pueden combinarse con otros factores como composición de la hojarasca, capacidad de liberar la humedad de a poco, efecto en las comunidades fúngicas, entre otros. Bajo condiciones de disturbio, como el caso de los incendios, las altas temperaturas alcanzadas en la combustión llevan a la eliminación de la materia orgánica y la liberación de los minerales al ambiente (Cilimburg y Short 2008). Esto podría explicar las diferencias en los valores de materia orgánica encontrados en bosque verde y bosque quemado.

VI.B) ABUNDANCIAS DE LOS TRES SUBÓRDENES MAYORITARIOS DE ÁCAROS BAJO EL DISTURBIO DEL FUEGO

En el bosque verde el suborden mayoritario es Oribatida y en menor medida Monogynaspida y Prostigmata, tal como lo hallado en otros estudios realizados en la zona (Manzo 2016; Rizzuto *et al.* 2012; Ruiz 2017). El ambiente libre de disturbio, y con hojarasca suficiente, permite que se desarrollen las comunidades de hongos de las que se alimentan la mayoría de los oribátidos y se den las regulaciones de la red trófica correspondiente a este nivel de estabilidad. En el bosque quemado, por el contrario, si bien la microflora se recupera con relativa rapidez, la estrategia "K" propia de la mayoría de Oribatida les impide una recolonización rápida. Sería uno de los aspectos que explican sus bajas abundancias luego del disturbio. Se comprobó entonces que el fuego provoca la disminución en la abundancia de algunos taxones (resultados punto VB).

En estudios realizados sobre las abundancias de ácaros de suelo de bosque, es conocido que el suborden más abundante es Oribatida (Vázquez y López Campos 2012; Estrada Venegas 2013; Covarrubias y Toro 1997; Rizzuto *et al.* 2012), tal como lo hallado en este trabajo. Recientes estudios en estas mismas zonas de nuestro país demuestran que en bosques de *Nothofagus pumilio* es frecuente encontrar que las abundancias de oribátidos superan a las de prostigmatas y éstos a los monogynaspida como lo encontrado por Ruiz (2017). Hay que tener en cuenta que las abundancias de estos dos últimos (Figura 22) – que son depredadores, detritívoros u omnívoros – son bastante altas (no así los oribátidos) en el sitio quemado, y permitirían dar indicios de que tienen mayores potenciales de recuperarse ante este tipo de disturbio. Por un lado los representantes predadores en estos dos últimos subórdenes podrían alimentarse de otros ácaros o colémbolos que hayan reaparecido, y cuentan con el recurso alimentario disponible después de ocurrido el disturbio (Vazquez y López Campos 2012; Chaires Grijalva 2012). Tal como se planteo en la hipótesis, podría explicarse el aumento de su abundancia por sus estrategias reproductivas, ya que muchos representantes de estos grupos tienen estrategias "r", como algunos prostigmatas, que son oportunistas y que responden rápidamente frente a un

proceso de disturbio o a cambios repentinos en los recursos alimentarios (Chaires Grijalva 2012).

En todos los trabajos antes mencionados se observaron variaciones estacionales, como lo obtenido aquí. Esto se debe por un lado al movimiento de los individuos entre los horizontes, llamado “migración vertical” y por otro a las tasas de reproducción y comportamientos de dispersión. En este trabajo se encontraron altas abundancias en otoño, invierno y primavera para el caso de oribátidos, como en el trabajo de Ruiz (2017).

La densidad de Oribatida en invierno, superior a la de los otros grupos, se explica en parte a la alta abundancia de *Tyrophagus sp.*, que da cuenta de más de la tercera parte del total de ese grupo. Esto podría explicarse debido a las estrategias alimentarias ya que utilizan los hongos como recurso y éstos se desarrollan mayoritariamente en invierno debido a la mayor humedad bajo la cubierta de nieve y sus estrategias ecológicas del tipo “r”.

Al explorar si existe un efecto estacional sobre la abundancia, se halló que para BLV solo muestran diferencia los Prostigmata, que tienen una mayor abundancia en invierno. En futuros estudios se podría profundizar en este suborden, para conocer si se ve favorecido en las estaciones del año más húmedas porque depende de la comunidad fúngica para alimentarse, o se debe a otra causa. Según Vázquez y López Campos (2012), los prostigmatas son los ácaros más diversos, por lo cual pueden ocupar una gran variedad de nichos ecológicos.

Para el caso del BLQ si bien se observan algunos valores bajos de abundancia y éstos varían en las diferentes estaciones, solo mostraron diferencias significativas los oribátidos en invierno que fueron más altas que en el verano. Los Monogynaspida no mostraron diferencias en ningún sitio ni estación. Por ejemplo en el trabajo de Malmström (2010), los análisis estadísticos no muestran una recuperación salvo en dos lugares de quemados severos. Pero cuando éste analiza patrones de recuperación, menciona que para los oribátidos no hay uno claro, y considera que en esos dos sitios la “recuperación” no es tal ya que no se corresponde con la composición de especies halladas, y sugiere que colémbolos y

mesostigmatas, se recuperan luego de unos pocos años en sitios quemados con baja severidad. En sitios con moderada severidad les toma más que 5 años lograr la recuperación de la fauna de suelo. El sitio de estudio fue un lugar con severidad alta de incendio por lo que se observa esta demora en la recolonización.

VI.C) ESPECIES DE ORIBATIDA IDENTIFICADAS BAJO EL DISTURBIO DEL FUEGO.

La recuperación post-incendio en un ecosistema es un fenómeno complejo, con muchas interacciones y elementos que deben tenerse en cuenta. En este caso, el incendio ocurrido fue de condiciones extremas, de una alta intensidad y severidad (determinado según lo propuesto por Mutch y Swetman 1995) alcanzando altas temperaturas la superficie del suelo. En el sitio bajo estudio la alta severidad pudo deberse a la gran cantidad de ramas y troncos gruesos acumulados que liberan gran cantidad de calor, llegando a temperaturas que podrían haber superado los 500°C a 700°C. Esto es lo que habitualmente ocurre en fuegos forestales en donde además pueden ocurrir temperaturas instantáneas de 1.500°C (Dunn y De Bano 1977).

La desaparición en el sitio quemado de todas las especies mencionadas en el punto V.C de resultados, es un efecto directo, ya que la temperatura máxima que toleran los oribátidos varía entre 40 y 44°C (Malmström 2008; Malmström *et al.* 2008; Malmström 2010; Webb 1994); en los trabajos citados anteriormente, se ha determinado que tienen una lenta recuperación, recolonizando el ambiente incendiado después de 6 meses a un año, si bien no tienen la misma composición forestal se observó un incipiente recuperación. Las posibilidades de recolonización están determinadas por diferentes factores o variables que incidirán en la velocidad de la misma, como por ejemplo la recuperación de la cobertura vegetal. La tasa de producción de hojarasca es baja al comienzo del período post-incendio (Webb 1994; Johnson 1992), pero proporciona un entorno con materia orgánica que, a su vez, protege el suelo de la irradiación y los cambios bruscos de temperatura. Sin embargo, aún contando con estas nuevas condiciones, los resultados muestran que la colonización de la fauna

es lenta. Seguramente existan factores que tengan que ver con la destrucción del hábitat y rigurosas condiciones climáticas que existen en la zona, que obstaculizan el logro de la estabilidad que estos organismos necesitan para recuperar sus abundancias normales.

Murvanidze *et al.* (2008), en un estudio sobre el efecto del fuego en comunidades de oribátidos en bosques de *Pinus* en Georgia, Europa oriental, encontraron que especies como *Tectocephus velatus*, *Ramusella clavipectinata* y *Oppiella fallax* aumentaron su dominancia a medida que se recuperaba la cobertura vegetal en los sitios quemados. En el incendio en La Colisión, *Tectocephus velatus*, si bien está indicado como tolerante a altas temperaturas (Malmström 2008; Malmström *et al.* 2009), no se encontró en el área quemada después de un año de ocurrido el evento.

La familia Oppiidae mostró abundancias altas. Se podría pensar en “recuperación” de ciertas especies de ópidos, como lo hallado por Murvanidze *et al.* (2008). Es decir que los ópidos son capaces de recolonizar eficazmente el ambiente disturbado, según muestran las abundancias registradas. Además, estas altas abundancias, coinciden con los resultados de Kun (2012), quien menciona que especies como *Oppiella nova* y *Tectocephus velatus* son especies oportunistas y partenogenéticas que alcanzan valores altos en los bosques Andino Patagónicos.

Uno de los interrogantes es conocer desde dónde recolonizan el ambiente las especies de ácaros luego del paso del fuego. Si los incendios son de alta severidad e intensidad y eliminan toda la fauna presente en los horizontes superficiales del suelo, entonces una posibilidad es que se muevan desde los horizontes inferiores en donde las temperaturas no hayan sido nocivas. En un estudio en pinares incendiados, Gil Martín y Subías (1998) encuentran que los oppidos son los más abundantes, al igual que lo obtenido aquí, y proponen que se incrementa la fauna hipógea debido al efecto del incendio, al eliminar los oribátidos de mayor tamaño habitantes de las capas superficiales. Por otra parte, Kudryasheva y Laskova (2002) comprobaron experimentalmente que, si el calentamiento es lento y el substrato está húmedo, se puede dar la migración de parte de la población a capas más profundas. Con respecto a la distribución vertical, se sabe que la mayor parte

de la mesofauna vive en la superficie del suelo o cerca de ella y muy pocas especies habitan en los horizontes mayores a 60 cm. Vázquez y López Campos (2012) relacionan la distribución vertical con las adaptaciones morfológicas de los individuos. Por lo que esto tendrá relación con las especies de pequeño tamaño encontradas en el sitio quemado.

Otra fuente de recolonización son los lugares aledaños. Se ha demostrado que los ácaros oribátidos utilizan el viento como forma de dispersión para llegar a nuevos suelos; aunque esto suele ocurrir mayoritariamente en los ácaros del canopeo, hay un porcentaje de los habitantes del suelo que se dispersa de esta manera (Lehmitz *et al.* 2011). En la zona patagónica existen fuertes vientos que en el caso de estudio impactan en los primeros años en donde hay mucho suelo desnudo producto del fuego, pero así también es una posibilidad de que lleguen de zonas aledañas ácaros que se han dispersado de esta manera y lograr la recolonización del área dependerá de que las condiciones sean favorables a la especie en cuestión.

VI.D) TAXONOMÍA DE ÁCAROS ORIBÁTIDOS ENCONTRADAS BOSQUE VERDE Y BOSQUE QUEMADO

Se encontraron 36 taxones de los que se identificaron 25 especies y 11 morfoespecies, agrupados en 17 familias.

Los bosques Andino Patagónicos están a ambos lados de la Cordillera, por lo que es posible que su fauna también esté compartida. De las especies registradas, 8.3% son cosmopolitas y 8.3% semicosmopolitas; un 61.1% se han citado para el territorio argentino y 22,2% para Chile. Hay 30.5% que son compartidas entre Argentina y Chile. Algunos de los taxones compartidos entre estos países son: *Trichthonius pulcherrimus*, *Anderemaeus magellanicus*, *Pheroliodes roblensis*, *Brachiopiella (Gressittoppia) pepitensis*, *Globboppia maior*, *Globboppia minor*, *Lanceoppia (Lanceoppia) kovacsi*, *Graptoppia (Stenoppia) angusta*, *Nodocepheus dentatus* (Subías, 2004, actualización 2018; Kun 2012).

También se encontraron especies que están presentes en Nueva Zelanda, como por ejemplo *Nodocephus dentatus* y *Membranoppia (Membranoppia) tuxeni*. Esto resulta interesante y se explica, al igual que la distribución del género *Nothofagus*, que se encuentra en las mismas zonas que estos ácaros, porque en el paleozoico Nueva Zelanda y Sudamérica estaban conectadas por tierra. Según Kun (2012), *Brachiopiella (Gressittoppia) pepitensis* y *Globboppia maior* son taxones más jóvenes dado que poseen una distribución austral, subantártica y antártica y podrían haberse originado posteriormente a la separación de Nueva Zelanda de Sudamérica y la Antártida.

Un 38% de las especies halladas de este estudio, se han encontrado sólo en América austral, lo que evidencia un alto grado de endemismo. Excepcionalmente las especies cosmopolitas y *Paroppia patagonica*, citada sólo para Argentina, todas han sido previamente encontradas en los Andes australes.

Según la información publicada en el catálogo de Subías (2004, 2018) queda evidenciado que los estudios realizados en Argentina, comparados con otros lugares del mundo, no han sido tan intensivos. Los estudios más exhaustivos en el área se deben a Hammer, quien entre 1858 y 1962 describió más de 100 especies en sus viajes a la región andina de América del Sur. Luego, Balogh y Csiszár (1963) describieron 26 nuevas especies encontradas en la colección Topal's que se realizó en el oeste de Río Negro y Chubut (Argentina). Además de estos trabajos, los de Niedbala (1984) y Baranek (1986) no hubo otros estudios taxonómicos realizados en la región Norte de Patagonia, hasta el trabajo de Kun *et al.* (2010), quienes registraron 35 especies de oribátidos en bosques de *Nothofagus dombeyi* (coihue) y 20 especies en bosques de *N. antártica* (ñire), en la provincia de Río Negro.

En los estudios más recientes en Chubut, Ruiz *et al.* (2015) encontraron 19 especies que se citan por primera vez para la provincia. En este trabajo se encontraron 35 especies y éstas 8 son nuevas citas para la provincia de Chubut: *Acrotrititia parareticulata*, *Anderemaeus magellanicus*, *Globboppia maior*, *Lanceoppia (Lancelalmoppia) nodosa*, *Nothrus peruensis*, *Camisia (Camisia) australis*, *Cuspidozetes armatus*, *Micropoppia minus*.

En el caso de las especies que han sido identificadas a nivel de género resta confirmar si han sido registradas previamente para esta provincia.

En relación a *Tyrophagus*, si bien este género está incluido en Oribatida, en la gran mayoría de los trabajos sobre este suborden no es mencionado, lo cual dificulta su estudio y análisis. En este trabajo merece una especial atención ya que ha aparecido en altas abundancias.

VI.E) ATRIBUTOS ECOLÓGICOS DE LA COMUNIDAD DE ÁCAROS DEL SUBORDEN ORIBATIDA, BAJO EL DISTURBIO DEL FUEGO.

Se puede afirmar que la hipótesis del trabajo en cuanto a la desaparición de taxones por efectos del fuego, se corroboró, como así también la aparición de especies generalistas en una abundancia alta luego del primer año de disturbio.

En la tabla 10 se muestran densidades de oribátidos en suelos de bosques de especies caducifolias, en otros lugares del mundo y en nuestra zona. Las densidades alcanzadas en este estudio son similares a los demás trabajos en este tipo de bosque. No obstante, hay que tener en cuenta la forma de trabajo. En el caso de Kun (2012), se trabajó con hojarasca separada del suelo, encontrando los mayores valores de densidad de oribátidos en la hojarasca. Un ejemplo concreto de esto surge del trabajo de Kun *et al.* (2010), quienes encontraron 55 especies en la hojarasca, 35 en suelo y 8 en trampas de caída. En el presente estudio, trabajando únicamente con suelo sin hojarasca, el número de especies registrado coincide exactamente con los valores de Kun *et al.* (2010).

Tabla 10. Densidades de oribátidos obtenidas en bosques de especies caducas comparables con el presente estudio.

Hábitat	Oribátidos (m ²)	Localidad	País	Autor	Año
Bosque de Haya	61.500	Tyrol	Alemania	Wunderle	1992
Bosque de Roble	37.135	Bergamo	Italia	Migliorini <i>et al.</i>	2003
Bosque de Ñire	25.769	Challhuaco	Argentina	Kun	2012
Bosque de Ñire	24.118	Río Negro	Argentina	Kun	2012
Bosque de Lengua	24.890	Chubut	Argentina	Ruiz	2016
Bosque de Lengua	39.960	Chubut	Argentina	Este trabajo	2017

Son escasos los trabajos de zonas quemadas que puedan ser comparables con este trabajo. La mayoría han sido realizados en otras zonas del mundo, en bosques de coníferas como *Pinus sp.*, que son de hojas perennes, y de diferente composición florística, que en algunos casos tienen incorporado el régimen del fuego como factor natural de ese sistema. Otros trabajos fueron realizados en casos de quemas controladas o prescriptas en este tipo de bosques, o bien en pastizales donde los efectos son muy diferentes de los incendios de alta severidad como los que sufren los bosques en la Patagonia. A los fines de de ilustrar el tiempo de recuperación de las abundancias se muestra la información disponible en la Tabla 11.

Tabla 11. Densidades obtenidas en bosques quemados con los tiempos transcurridos y las abundancias obtenidas en cada caso.

Bosque	Densidad de Oribátidos (ind./m²)	Tiempo transcurrido	País	Autor	Año
<i>Pinus silvestris</i>	3.319 a 22.581	1 mes a 27 años	Inglaterra	Web	1994
Arbustos	3.585 a 6.345	1 a 2 años	Grecia	Sgardelis	1993
<i>Pinus sp.</i>	3.805	2 años	Chonju	Choi	1996
Bilberry-moss spruce	6.600	4 años	Rusia	Kudryasheva	2002
<i>Pinus sp.</i>	459 a 1.061	De 1 a 5 meses	Georgia	Murvanidze	2006
<i>Nothofagus pumilio</i>	6.640	1 año	Argentina	Este trabajo	2017

En la tabla 11 se observa que las densidades post fuego son bajas (6.000 (ind./m²)) comparado con las densidades en bosques verdes sin quemar, expuestos en la tabla 10. Pero al analizar otros trabajos vemos que cuando se habla de incendios de alta severidad e intensidad, en los primeros 1 a 2 años la mesofauna no alcanza a recuperarse, y lleva más de 4 años a la comunidad edáfica alcanzar valores similares al bosque verde sin disturbar. Por lo que esto explicaría que en este trabajo se alcanzaron bajas abundancias en el sitio quemado.

En el sitio BLV se registraron los valores más altos de riqueza, abundancia, diversidad y equidad, y se obtuvo una menor dominancia que en BLQ. Este último resultado está asociado a la presencia de varias especies mayoritarias en BLV, *Globoppia minor*, *Nothrus* sp.1 y *Tectocepheus velatus*, que es la más importante. En BLQ la dominancia es mayor, y la especie más abundante en este sitio es *Tyrophagus* sp. superando el 10% y *T. velatus* en particular, como se mencionó antes, no se halló en el sitio disturbado.

Kudryasheva y Laskova (2002) encontraron en un estudio que abarcó 4 años de seguimiento post-fuego, que a lo largo del tiempo se registraban menores abundancias en el sitio quemado respecto del verde, salvo en dos casos: a dos años de comenzar el estudio, donde *Tectocepheus velatus* y *Oppiella nova* mostraron reproducción en masa, resultando abundancias mayores que en el sitio control, y al año siguiente cuando estas abundancias bajaron a niveles por debajo del control. En el presente trabajo se observan resultados similares en la figura 22, con bajas abundancias en el sitio BLQ, comparado con el BLV.

Sobre los índices de diversidad, equidad y dominancia, si bien tuvieron mayores valores en el sitio verde, las diferencias en cuanto a los valores alcanzados en el sitio quemado son bajas o pequeñas. Era esperable que la comunidad que no sufrió el disturbio tuviera mayor diversidad. Mientras que en el sitio quemado desaparecieron especies por efecto del fuego y no todas tuvieron, en tan poco tiempo, capacidad de volver a colonizar este ambiente. Así como la vegetación encontrada está en una etapa temprana de la sucesión post-incendio (Urretavizcaya *et al.* 2018), es probable que con la fauna de suelo ocurra lo mismo.

Murvanidze *et al.* (2008) relacionaron dominancia y densidad, observando que estas variables se correlacionan de manera negativa, o sea, a menor valor de dominancia se observaban mayores densidades, comparando diferentes situaciones de incendio. En este trabajo los valores de dominancia fueron menores en el bosque verde, que fue la comunidad más diversa y más abundante. Esto tendría una explicación, ya que el menor valor del índice de dominancia significa que no hay un especie que domine sobre las demás, contribuyendo a una comunidad más diversa, que es lo observado

en el bosque verde libre del disturbio del fuego. Coincidentemente con lo encontrado por Murvanidze *et al.* (2008), en la situación de bosque quemado hay menores abundancias relativas, y el índice de dominancia fue mayor, siendo esta comunidad menos diversa, se da una mayor jerarquización en la estructura de la comunidad, con una sola especie muy dominante y otras pocas especies mucho menos representadas.

Cuando se analizó la comunidad de oribátidos y se separaron por su abundancia relativa las especies más frecuentes, en el caso del bosque verde se encontró que *Tectocepheus velatus* fue una de las más abundantes (>10%) y que si bien ya se ha dicho que es cosmopolita y en varios trabajos se encuentra en los sitios post-fuego, se caracteriza por comer preferentemente musgos (Wunderle 1992; Murvanidze 2008), por lo que requiere sitios con elevada humedad ambiental y materia orgánica disponible, que en esta etapa sucesional no se dan. Pero también ha sido encontrado en zonas quemadas luego de 2 a 4 años por lo menos, lo cual demostraría que requiere condiciones de hábitat más estables y que podrían tener una estrecha relación con la recuperación de la vegetación del sitio (Webb 1994).

Por otra parte, en BLQ las especies más abundantes fueron *Tyrophagus* sp., *Ramusella (Insculptoppia)* sp., y *Brachioppiella (Gressittoppia) pepitensis*. Estas aportan más de 10% de la abundancia relativa; son especies que están en ambos sitios, lo que podría indicar que son pioneras en la recolonización, luego de un disturbio. Como se mencionó antes, algunas especies de la familia Oppiidae son oportunistas y partenogenéticas y podría recolonizar el ambiente desde capas inferiores del suelo.

Tyrophagus sp. es altamente adaptable a condiciones desfavorables, sus estrategias ecológicas son muy diferentes a las del resto de los oribátidos encontrados; como parte de su ciclo de vida presentan una forma forética (hipopus o hipopodio), que puede ser un estado facultativo en algunos Astigmata, que generalmente presentan en condiciones extremas (falta de alimento o desecación del ambiente). Se pueden volver abundantes en suelos que han perdido la fertilidad. Paoletti *et al.* (1991) mencionan que debido a su gran adaptación a condiciones extremas en el suelo son buenos indicadores de perturbaciones.

VII.- CONCLUSIONES

Este trabajo aporta valiosa información de base sobre la conformación de la comunidad de ácaros en el suelo de un bosque nativo de *Nothofagus pumilio* luego de producido un incendio. Se estudió en detalle la comunidad de ácaros en el bosque verde y en el sitio quemado.

VII.A) VARIACION ESTACIONAL A NIVEL DE SUBORDENES

Los oribátidos son el grupo dominante y más abundante en ambos sitios, seguidos por Monogynaspida y finalmente Prostigmata. Hay diferencias significativas entre el sitio BLV y BLQ para todos los subórdenes.

Al analizar cada estación del año y suborden, Oribatida en invierno y verano en BLQ difieren de las demás estaciones de BLV y BLQ. Por lo que para el estudio de los oribátidos resulta imprescindible tener en cuenta la estacionalidad al trabajar con sitios disturbados por el fuego.

Los Monogynaspida no mostraron diferencias significativas para ninguna estación del año entre sitios.

Prostigmata mostró una diferencia significativa de su abundancia en invierno respecto del verano y el otoño en el sitio BLV. Y entre sitios las estaciones que mostraron más diferencia son verano y otoño del sitio BLQ, mientras que primavera e invierno en BLQ y verano y otoño en BLV, se diferenciaron de primavera e invierno del bosque verde. No están claros los patrones de recuperación para oribátidos después de un disturbio como el estudiado aquí. Pero se podría postular la hipótesis de que son especies que necesitan tiempo para recolonizar los ambientes y ciertas condiciones aún no dilucidadas que influyen para poder alcanzar las abundancias habituales.

También se concluye que es importante tener en cuenta, además de las estaciones del año, la migración vertical, a la hora de realizar estudios que evalúen los distintos atributos de la comunidad de oribátidos.

VII .B) ESPECIES DETERMINADAS

Como se ha mencionado en la discusión, los trabajos de acarología en Argentina y en particular en Patagonia son escasos si se los compara con otras regiones del mundo. El resultado de este trabajo aporta una contribución al conocimiento de la fauna oribatológica del bosque de lenga en la provincia de Chubut.

Al analizar especies de ácaros oribátidos en ambos sitios se constató que luego de un año post-fuego la mayoría de las especies no pudieron recuperar sus densidades originales, salvo los integrantes de las familias Ooppiidae y Acaridae que son especies oportunistas, generalistas, en ocasiones partenogénicas, o que pueden poseer estados de resistencia.

Sobre las especies identificadas se aporta información que permitirá actualizar los registros geográficos, un bajo porcentaje resultaron cosmopolitas y la mayoría ya estaban citadas para Argentina o Chile.

Es interesante que se hayan encontrado especies presentes en Nueva Zelanda ya que los bosques de *Nothofagus* de Argentina también tienen relación con los bosques de *Nothofagus* de Nueva Zelanda por lo que será provechoso continuar explorando desde el punto de vista biogeográfico, analizando las conexiones entre ambos continentes y sus ecosistemas, en futuros estudios. Se registró un alto porcentaje de especies citadas sólo en América Austral. *Paroppia patagonica* constituiría otra de las especies endémicas de Patagonia Norte (Río Negro y Chubut), ya que hasta el presente ha sido hallada solo en esas provincias patagónicas.

Se brindan ocho son nuevas citas para la provincia de Chubut: *Acrotritria parareticulata*, *Anderemaeus magellanicus*, *Globoppia maior*, *Lanceoppia (Lancelalmoppia) nodosa*, *Nothrus peruensis*, *Camisia (Camisia) australis*, *Cuspidozetes armatus*, *Micropoppia minus*.

VII.C) ATRIBUTOS ECOLÓGICOS

Se caracterizó la comunidad de ácaros oribátidos mediante los índices ecológicos habitualmente utilizados.

La comparación con otros trabajos sobre el tema del fuego en diferentes situaciones es difícil, porque toman situaciones de diferente antigüedad desde el incendio, o tratan sobre diferentes tipos de bosque.

Con respecto a la abundancia y la diversidad de la comunidad de ácaros oribátidos, en la mayoría de los estudios se concluye que éstas muestran indicios de recuperación recién luego de 4 años de ocurrido el disturbio. Una excepción la constituyen los acaríidos, que, pueden tener picos de aumento de población como lo obtenido en el presente estudio.

Sobre el género *Tyrophagus*, si bien como resultado de este trabajo se logró el contacto con especialistas que aportaron información importante, hay que decir que en los trabajos encontrados sobre oribátidos en relación al fuego, este género (y otros acaríidos) no están incluidos, dado que hasta hace relativamente poco tiempo no se lo consideraba dentro del linaje de Oribatida.

Las especies más comunes encontradas en el sitio verde corresponden a aquellas con ciclos de vida más largos, de mayor tamaño y que se relacionan con un ambiente estable, con abundante humedad y materia orgánica (estrategas K). Por el contrario en el bosque quemado las especies más frecuentes son especies oportunistas, partenogenéticas, y de pequeño tamaño (estrategas r).

FUTUROS ESTUDIOS

Las abundancias altas de Prostigmata en invierno es un aspecto interesante a profundizar en estudios futuros, que tengan como objetivo dilucidar a qué se debe este aumento en su abundancia, ya que este suborden ocupa un amplio nicho ecológico y se desconoce la ecología de sus

especies en estas zonas, en estos bosques en particular, y establecer por ejemplo si tienen relación con la comunidad fúngica.

Sería importante estudiar la sucesión ecológica de la comunidad de oribátidos luego de un disturbio por fuego, a lo largo de varios años seguidos y en todas las estaciones, para poder separar las variaciones intrínsecas y estacionales de la comunidad de aquellas no estacionales, generadas por efecto del fuego.

Es importante destacar que para poder realizar trabajos taxonómicos en ácaros en general, y lograr determinar a los especímenes hasta nivel de especie como fue en el caso de oribátidos, se requiere de una formación sólida y gran entrenamiento. Este reconocimiento taxonómico se ve obstaculizado por el pequeño tamaño que tienen los individuos, lo que obliga a manejar técnicas microscópicas adecuadas para la correcta observación y preservación de los especímenes. En algunos casos como en los óppidos que restan identificar, además de su pequeño tamaño, las identificaciones originales son incompletas o muy escasas para poder determinar con certeza de qué especie se trata. Es algo con lo que se deberá seguir trabajando.

El género *Tyrophagus*, dada la importancia que tuvieron ante la respuesta al fuego, debería incluirse en futuros trabajos que aborden el estudio de la comunidad de ácaros oribátidos, en ambientes disturbados; ya que parece ser un buen indicador de disturbios y de etapas tempranas de sucesión.

Durante el presente trabajo surgieron interrogantes que serán próximos temas de investigación, como: ¿de dónde es posible que los ácaros recolonizen el ambiente disturbado por el fuego? ¿cómo incide la intensidad y severidad del fuego en los cambios de la comunidad de ácaros del suelo? ¿qué relación existe entre los estados de sucesión de la vegetación y la comunidad de ácaros del suelo? ¿y entre estos y la composición y proporción de hojarasca, la profundidad quemada, las estaciones del año, la migración vertical y el tiempo desde el evento del fuego (entre otras)?

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

- Agge J.K. 1993. Fire Ecology on Pacific Northwest. Island Press, Washington DC. Cap. 1. 493 pp.
- Bailey, E.H. 1943. Soil Science, 55:143. En: Jackson, M.L. 1970. Análisis químico de suelos. Ediciones Omega. S.A. Barcelona.
- Balogh, J. & J. Csiszár. 1963. The Zoological Results of Gy. Topal's Collectings in South Argentina 5. Oribatei (Acarina). Annales Historico Naturales Musei Nationalis Hungarici pars Zoologica 55: 463- 485.
- Balogh, J. & P. Balogh. 1988. Oribatid mites of the Neotropical Region I. Elsevier Amsterdam and Akadémiai Kiadó, 335 pp.
- Balogh, J. & P. Balogh. 1990. Oribatid mites of the Neotropical Region II. Elsevier, Amsterdam and Akadémiai Kiadó, Budapest, 333 pp.
- Balogh, J. & P. Balogh. 1992. The oribatid mites genera of the world. Hungarian Natural History Museum, Vol1. Budapest, 263 pp.
- 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.
- Behan-Pelletier, V.M. & G. Newton. 1999. Linking biodiversity and ecosystem function in soil: mites as models of the taxonomic diversity. BioScience 49: 149-152.
- Bava, J., Lencinas J. & A. Hagg. 2006. Determinación de la materia prima disponible para proyectos de inversión forestales en cuencas de la provincia del Chubut. Informe Parcial. Consejo Federal de Inversiones. Biblioteca CIEFAP- Esquel, Chubut. 85 pp.
- Bray, R.H & L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. Soil Science 59: 39-45.
- Bremer, J.M. & C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen total. In: Page A L. Miller, R.H. & D.R. Keeney (ed.). Methods of soil analysis; chemical and microbiological properties. 2 ed, Madison, ASA, (Agronomy: a series of monographs, 9). 2(31): 595-624.

- Bruhjell, D. 2004. Fires effects on rangeland. Descargado en mayo 2010. Facsheet. British Columbia <http://www.nwcg.gov/pms/RxFire/FEG.pdf>. 313 pp.
- Caballero, A.I. & J.C Iturrondobeitia. 2000. Aportaciones al conocimiento de la especie *Tectocepheus velatus* (Michael, 1880) (Acari: Oribatida: Tectocepheidae). Boletín Asociación Española Entomología 24(3-4): 9-13.
- Cabrera, A.L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 14(1-2).
- Cabrera, A.L & A. Willink. 1980. Biogeografía de América Latina. 2a edición corregida. Monografía 13. Serie de Biología. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington DC. EEUU. 120 pp.
- Caldwell, T.G.; Jhonson D.W., Miller W.W. & R.G. Qualls. 2002. Forest floor carbon and nitrogen losses due to prescription fire. Soil Science Society American Journal 66: 262-267.
- Castillo Soto, M. 2006 .Incendios forestales y medioambiente: una síntesis global. Informe técnico. Laboratorio de incendios forestales-Universidad Nacional de Chile. Biblioteca CIEFAP- Esquel, Chubut. 9 pp.
- Cilimburg, A.C. & K.C. Short. 2005. Forest fire in the U.S Northern Rockies: a primer. Consultado febrero de 2018 : <http://www.northernrockiesfire.org>
- Coleman, D.C., D.A. Crossley Jr. & P.F. Hendrix. 2004. Fundamentals of Soil Ecology Institute of Ecology University of Georgia, Athens, Georgia. Ed: Elsevier Academic press. 386 pp.
- Colloff M. 1993. A taxonomic revision of the Oribatid mite genus *Camisia* (Acari: Oribatida). Journal of Natural History. 1325–1408.pp.
- Covarrubias, R. y F. Saiz. 1971. Sobre algunas condiciones de la extracción de fauna edáfica mediante embudos de Berlese- Tullgren. Boletín Museo Historia Natural Chile 32: 49-66.
- Covarrubias, R. 1989. Estado actual de nuestros conocimientos sobre los ácaros oribátidos de Chile. Acta Entomológica Chilena. 13: 167-175.
- Covarrubias, R. 1989. Datos sobre fauna de microartrópodos, en un ciclo anual en diferentes sustratos de un bosque de *Nothofagus pumilio*. Acta Entomológica Chilena 15: 131-142.

- Covarrubias, R., J. Silva, M. Mahú & E.I. Mellado. 1990. Colonización biótica de sustratos de origen volcánico en isla Decepción, islas Shetland del Sur. Serie Científica, Instituto Antártico Chileno 40: 41-53.
- Covarrubias, R. 1991. Fluctuaciones estacionales de microartrópodos edáficos bajo especies vegetacionales en la Reserva Nacional Río Clarillo (Región Metropolitana, Chile). Acta Entomológica Chilena. 16: 81- 96.
- Covarrubias, R. 1993. Comparación de fauna de microartrópodos entre bosque nativo y plantaciones de *Pinus radiata* de reemplazo en biótopos equivalentes. Acta Entomológica Chilena 16: 81-96.
- Covarrubias, R. & C. Vera. 1992. Microartrópodos en sistemas urbanos. Acta Entomológica Chilena 17: 37-52.
- Covarrubias, R. & H. Toro. 1997. Especies de Oribatida (Acarina, Cryptostigmata) asociadas a especies de plantas, en quebradas con vegetación de neblina de la provincia de Antofagasta, Chile. Acta Entomológica Chilena 21: 13-33.
- Covarrubias, R. & A. Contreras. 2003. Variación en los microartrópodos del suelo, por manejos forestales de raleo selectivo y cortes en hoyos de luz. Bosque (Valdivia) 25(1): 103-116.
- Covarrubias, R., C. Covarrubias & I. Mellado. 1992. Microartrópodos en suelos de bosques de *Nothofagus pumilio* en parques nacionales de Chile. Acta Entomológica Chilena 17: 195-210.
- Chaires Grijalva, M.P. 2012. Importancia de los ácaros en diferentes hábitats ácaros de vida libre. En: Ácaros de importancia en el suelo. Colegio de post-graduados México. Editores: Estrada Venegas E.G., Chaires Grijalva, Acuña Soto J.A. Equihua Martínez A. (29-39). 216 pp.
- Denegri, G. & A. Bischoff de Alzuet. 1992. Seasonal variation of oribatid mites (Acarina) populations and its relationship to sheep cestodiasis in Argentina. Veterinary Parasitology 42: 157-161.
- Defossè, G & P. Pieri. 2008. Restauración ecológica en bosques degradados de la Patagonia andina de Chubut y Santa Cruz: aspectos básicos y desarrollo de tecnologías. Área de Conservación y Manejo de Bosques, Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (PICTO, CIEFAP). Biblioteca CIEFAP- Esquel, Chubut. 21.pp.

- Di Rienzo, J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. & C.W. Robledo. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Donoso Zegers, C. 1997. El Bosque y su medio ambiente. Ecología Forestal. Ed. Universitaria, Chile, 369 pp.
- Dunn, P.H. & L.F. DeBano. 1977. Fire's effect on biological and chemical properties of chaparral soils. Proceedings of a Symposium on Environmental Conservation: Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems. August 4-5, 1988. Palo Alto, C.A. Washington, D.C. USDA For. Serv. WO 3: 75-84.
- Estrada Venegas, E.G. 2012. Ácaros en suelos cultivados. Importancia de los ácaros de suelo. pp. 195-203. En: Estrada Venegas, E.G., Chaires Grijalva, Acuña Soto, J.A. & A. Equihua Martínez. ácaros de importancia en el suelo. Colegio de post-graduados. México. 216 pp.
- Fredes, N.A., Martínez P.A., Bernava Laborde V. & M.L. Osterrieth. 2009. Microartrópodos como indicadores de disturbio antrópico en entisoles del área recreativa de miramar, Argentina Ciencia del. Suelo (Argentina) 27(1): 89-101.
- Gaitàn, J.J.; Bran D.E. & F. Murray. 2007. Efecto de la severidad del quemado sobre la concentración de carbono orgánico en montículos e intermontículos en el monte austral. Ciencia del Suelo (Argentina) 25(2): 195-199.
- Gil-Martín, J. & L.S. Subías. 1998. Estudio faunístico de los Orbátidos (Acari, Oribátida) de pinares incendiados de un sector de la cara Sur de la Sierra de los Gredos (Avila). Boletín Asociación Española Entomología 22(2-2): 185-210.
- Hammer, M. 1958. .Investigations on the Oribatid Fauna of the Andes Mountains Argentine and Bolivia. Biologiske Skrifter Danske Videnskabernes Selskab. 10:(1): 1-162 .
- 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. 1968. Investigations on the Oribatid Fauna of New Zealand Part III-Biol. *Skrifter Danske Videnskabernes Selskab* 16(2): 1-96.
- Heyward, F. & A.N Tissot. 1936. Some changes in the soil fauna associated with forest fires in the longleaf pine region. *Ecology* 17: 659-666.
- Huhta, V. 1976. Effects of clear-cutting on numbers, biomass and community respiration of soil invertebrates. *Ann. Zool. Fenn.* 13: 63-80.
- Huhta, V., Karppinen, E., Nurminen, M. & A. Valpas. 1967. Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous forest soil. *Ann. Zool. Fenn.* 4: 87-145.
- Iturrondobeitia, J.C.; Caballero A.I. & J. Arroyo 2004. Avances en la utilización de los ácaros oribátidos como indicadores de las condiciones edáficas. (MUNIBE, suplemento) 21: 71- 91.
- Jonson, E.A. 1992. Fire and vegetation Dynamics: Studies from the North American Boreal forest. Cambridge University Press. Cambridge. 144p
- Krantz, G.W. & D.E. Walter. 2009. A manual of Acarology. Texas Tech University Press, USA, 507 pp.
- Kudryasheva, I.V. & L.M. Laskova. 2002. Oribatid mites (Acariformes, Oribatei) as an Index of postpyrogenous changes in Podzol and Peat Soils of boreal Forests. *Biology Bulletin* 29(1): 92-99.
- Kun, M.E. 2012. Taxonomía y diversidad de ácaros Oribátidos en Bosques de Ciprés, Coihue y ñire y su efecto en el crecimiento micelial. Tesis de post-grado. Universidad Nacional del Comahue. 242 pp.
- Kun, M.E., Martínez, P.A. & A. González. 2010. Oribatid mites (Acari: Oribatida) from *Astrocedrus chilensis* and *Nothofagus* forest of Northwestern Patagonia (Argentina). *Zootaxa* 2548: 22-42.
- Lehmitz, R., Russell, D, Hohberg, K., Christian, A. & W.I. E.R. Xylander. 2011. Wind dispersal of oribatid mites as a mode of migration. *Pedobiologia* 54: 201-207.
- Lencinas, V., Gallo E. & M. Pasteur. 2005. Modificación de la biodiversidad por el manejo forestal: plantas, aves e insectos. Capítulo 3: INSECTOS.

- Módulo Lenga-Subproyecto 4 PIARFON BAP. CIEFAP- Esquel, Chubut. 19 pp.
- Lindberg, N. & J. Bengtsson. 2005. Population responses of oribatid mites and collembolans after drought. *Applied Soil Ecology* 28: 163-174.
- Linden, D.R.R.; Hendrix, P.F.; Coleman, D.C. & P.C.J. Van Vliet. 1994. Faunal indicators of soil quality. En: Doran, J.W.; Coleman, D.C.; Bezdicsek, D.F. & B.A. Stewart. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Winsconsin: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy 35: 91-106.
- Lindquist, E.E., Krantz, G.W. & D.E. Walter. 2009. Classification. pp 97-103. En: Krantz, G.W. & D.E. Walter. 2009. *A manual of Acarology*. Texas Tech University Press, USA, 507pp.
- Mac Donald, L.H. & E.L. Huffman. 2004. Post-fire soil water repellency: persistence and soil moisture thresholds. *Soil Science Society American Journal* 68: 1729-1734.
- Malmström, A. 2008. Temperature tolerance in soil microarthropods: simulation of forest-fire heating in the laboratory. *Pedobiologia* 51: 419-426.
- Malmström, A. 2010. The importance of measuring fire severity-Evidence from microarthropod studies. *Forest Ecology and Management* 260: 62-70.
- Malmström, A.; Persson, T. & K. Ahlström. 2008. Effects of fire intensity on survival and recovery of soil microarthropods after a clearcut burning. *Canadian Journal of Forestry Research* 38: 2465-2475.
- Malmström, A.; Persson, T.; Ahlström, K.; Gongalsky, K.B. & J. Bengtsson. 2009. Dynamics of soil meso-and macrofauna during a 5-year period after clear-cut burning in a boreal forest. *Applied Soil Ecology* 43: 61-74.
- 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.
- Martínez, R. & M. Casanueva. 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.

- Murvanidze, M.; Arabuli, T.; Kvavadzeand, E.R. & M. Mundadze. 2008. The effect of fire disturbance on oribatid mite communities. *Interactive Acarology*. European Association of Acarologists, pp 216-221.
- Mutch, L.S. & T.W. Swetnam. 1995. Effects of fire severity and climate on Ring-Width Growth of Giant Sequoia after Burning. *In* Brown JK, RW Mutch, CW Spoon, RH Wakimoto eds. *Proceedings: Symposium on fire in wilderness and park management*. Missoula, March 30 - April 01, 1993. Report INT-GTR-320. Missoula, USA. USDA Forest Service. Intermountain Research Station. pp 241-246.
- Neary, D.G.; Ryan, K.C. & L.F. DeBano. 2005. Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soils and water. *Gen. Tech. Res. RMRS-GTR-42-Vol4*. USDA FS, Rocky Mountain Research Station. Cap 4: 73-91.
- Norton, R.A. & G. Alberti. 1997. Porose integumental organs of oribatid mites (Acari, Oribatida). 3. Evolutionary and ecological aspects. *Zoologica* 146: 115-143.
- Niedbala, W. 1984. Deux nouveaux Pthiracaridae (Acari, Oribatida) d'Argentine. *Folia Entomologica Hungarica* 45(1): 151-157.
- Norton, R.A. & V.M. Behan-Pelletier. 2009. Suborder Oribatida. *In: A Manual of Acarology*. 3rd edition. Krantz GW, Walter D E, Editors. Texas Tech University Press. pp 430-564.
- Paoletti, M.G.; Favretto, M.R.; Stiner, B.R.; Purrington, F.F. & J.E. Bater. 1991. Invertebrates as bioindicators on soil use. *Agriculture Ecosystems and Environment* 34: 341-362.
- Richter, M.; Conti, M. & G. Maccarini. 1982. Mejoras en la determinación de cationes intercambiables y capacidad de intercambio catiónico en los suelos. *Revista de la Facultad de Agronomía* 3: 145-155.
- Ruiz, E.V. 2017. Microartrópodos edáficos en bosques de *Nothofagus pumilio* con manejo silvícola en las provincias de Chubut y Tierra del Fuego, con especial referencia a los ácaros oribátidos. Tesis de doctorado. Biblioteca de la UNMdP, 251 pp.
- Ruiz, E.V.; Rizzuto, S. & P.A. Martínez. 2015. Nuevos registros de ácaros oribátidos (Acari: Oribatida) para bosques de *Nothofagus pumilio* en la región Patagónica, Chubut, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 74: 69-73.

- Rothkugel, M. 1916. Los Bosques Patagónicos. Oficina de Bosques y Yerbales. Talleres Gráficos del Ministerio de Agricultura de la Nación: Buenos Aires, Argentina. 204 pp.
- 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.; Behan-Pelletier, V.M.; O'Connor, B.M. & R.A. Norton. 2011. Suborder Oribatida van der Hammen, 1968. *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa*, 3148: 141-148.
- Schollenber, C.J. & R.H. Simon. 1945. Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soil - ammonium acetate method. *Soil Science* 59: 13-25.
- Salazar Martínez, A.; Accattoli, C. & J. Schnack. 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.
- Subías, L.S. 2004. Listado sistemático y biogeográfico de los ácaros Oribátidos (Acariformes: Oribatida) del mundo (excepto fósiles). *Graellsia* 60: 3-305. Acceso: Febrero 2011, 564 pp.; Marzo 2015, 587 pp.; Febrero 2016, 593pp. Marzo 2018, 605pp
<http://www.ucm.es/info/zoo/Artropodos/Catalogo.pdf>.
- Starý, J. & W. Block. 1995. Oribatid mites (Acari: Oribatida) of South Georgia, South Atlantic. *Journal of Natural History* 29 (6): 1469-1481.
- Urretavizcaya, M.F. 2005. Cambios ambientales y restauración Ecológica postincendio en bosques de *Austrocedrus chilensis*. Tesis para optar al título de doctora en ciencias biológicas. 90 pp.
- Urretavizcaya, M.; G. Defossé & P.L. Pieri. 2011. Informe final PICTO: La Colisión. Biblioteca CIEFAP. 36 pp.
- Urretavizcaya, M.F.; Peri, P.L.; Monelos, L.; Arriola, H., Oyharçabal, M.F., Contardi, L.T., Muñoz, M.; Sepúlveda, E. & G.E. Defossé. 2018. Condiciones de suelo y vegetación en tres bosques quemados de *Nothofagus pumilio* en Argentina y experiencias para su restauración activa. Aceptado en *Ecología Austral*.

- Vázquez, M. & M.G. López Campos. 2012. Importancia de los ácaros de suelo. pp 98-103. En: Estrada Venegas, E.G.; Chaires Grijalva; Acuña Soto, J.A. & A. Equihua Martínez. Ácaros de importancia en el suelo. Colegio de post-graduados México. Editores, 216 pp.
- Verdugo, Y. del C. 2008. Comparación de la comunidad de fauna edáfica presente en bosque nativo y plantaciones de *Pinus radiata* en la laguna la Zeta. Tesis de licenciatura, FCN Biblioteca Sede Esquel-UNPSJB, 55 pp.
- Walkley, A. & I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.
- Walter, D.E. & H.C. Proctor. 2013. Mites: Ecology, evolution & behaviour. Life at microscale. 2da Ed. Editorial Springer 494 pp.
- Walwork, J.A. 1983. Oribatids in forest ecosystems. *Ann Rev. Entomol.* 28: 109-130.
- Webb, N.R. 1994. Post fire succession of cryptostigmatic mites (Acari, Cryptostigmata) in Calluna-heatlandsoil. *Pedobiología* 38: 138-145.
- Wunderle, I. 1992. Die Oribatiden-Gemeinschaften (Acari) der verschiedenen abitate eines Buchenwaldes. *Carolinea* 50: 79-144.

ANEXOS

ANEXO 1



Figura 23. Sotobosque sitio BLV, verano a: *Osmorhiza chilensis*, b: *Viola* sp., c: *Maytenus chubutensis*, d: helechos.

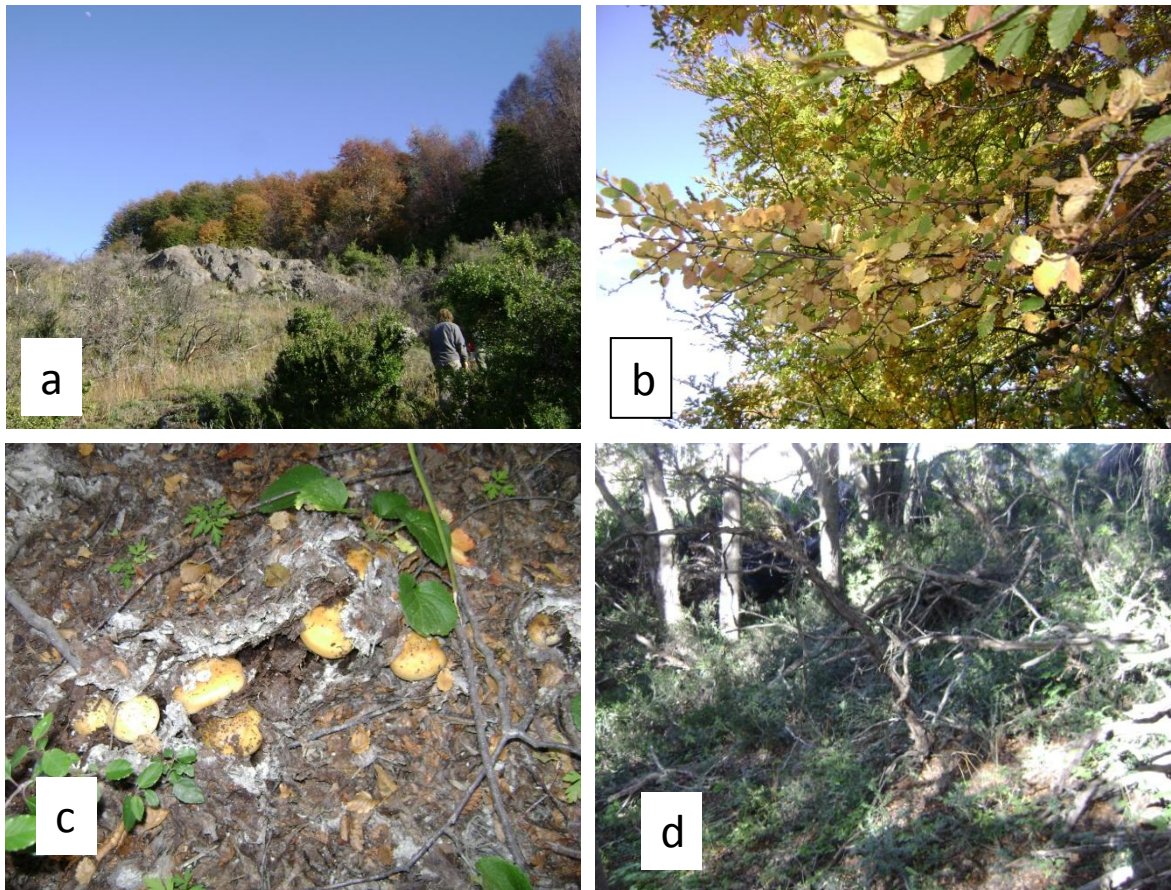


Figura 24. Sitio verde BLV, a: vistas del bosque de lenga verde en otoño, b: hojas decoloradas, c: hongos, Agaricales, d: sotobosque, se observan las ramas caídas de lenga.

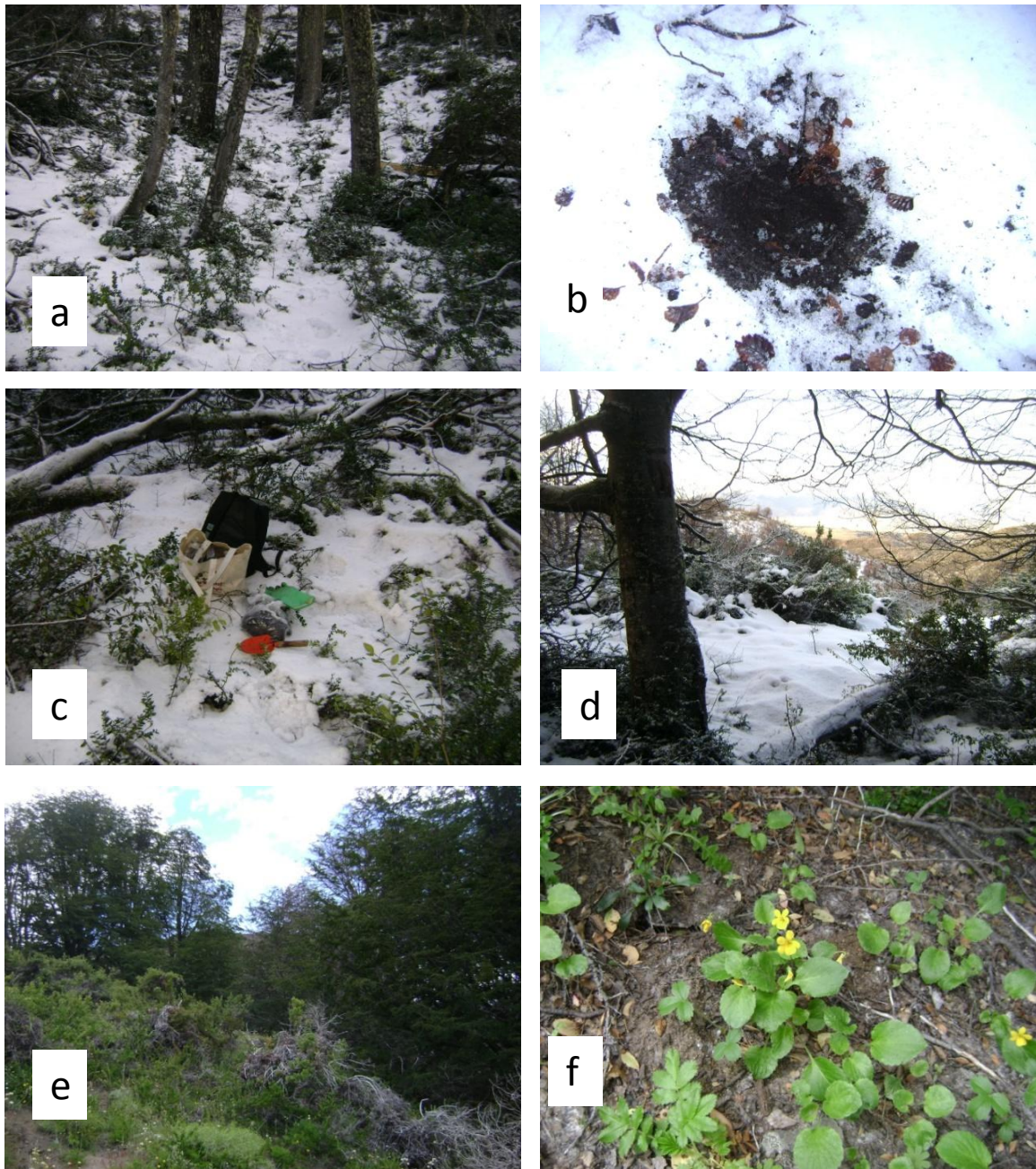


Figura 25. Sotobosque sitio BLV, invierno (a-d) y primavera (d-f), a: vista general, arbustos perennes como *Maytenus chubutensis*, b: toma de muestra bajo nieve, c-d, vistas generales; primavera e: lenga con hojas y sotobosque verde, f: *Viola sp.*

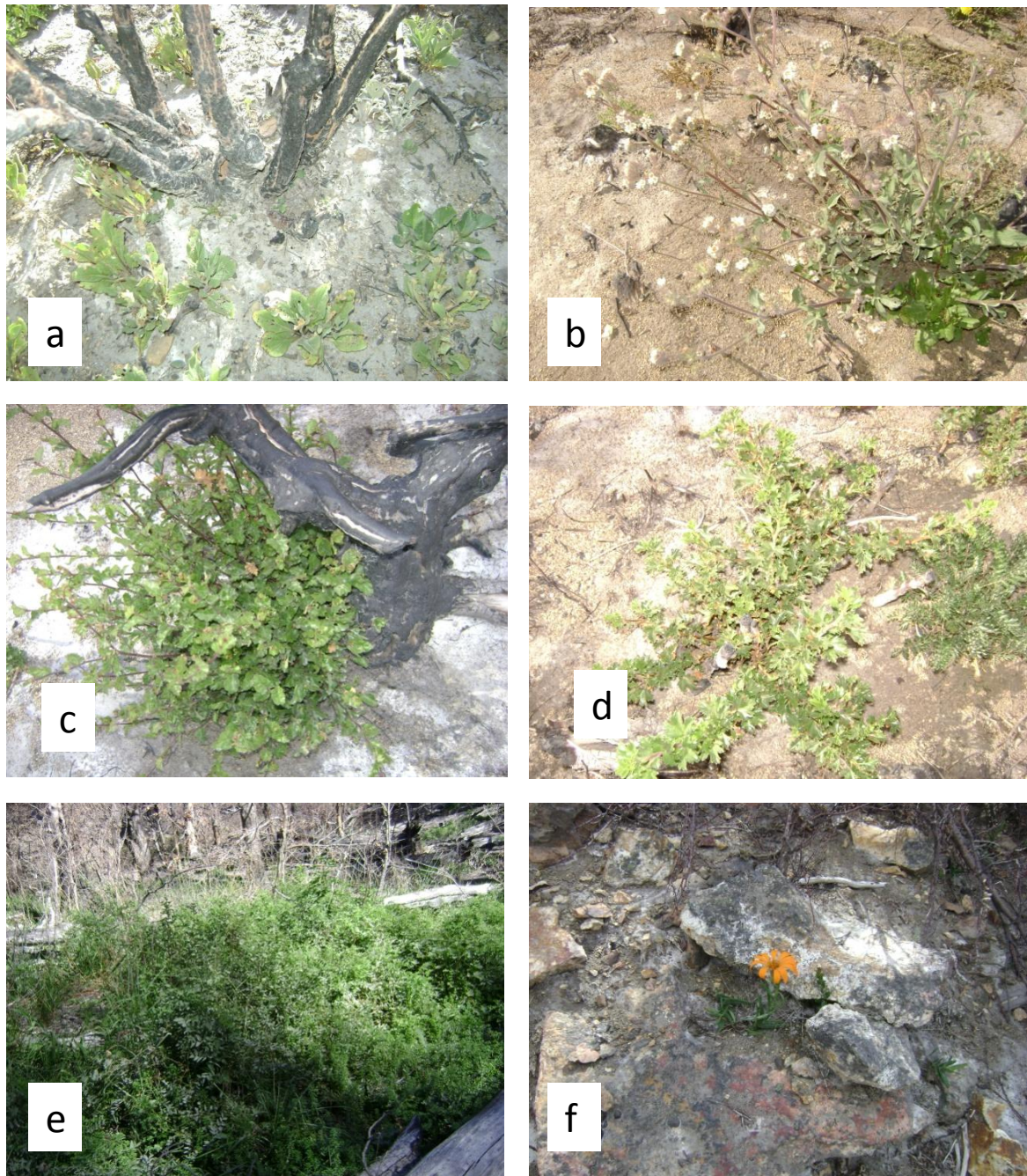


Figura 26. Sotobosque sitio BLQ, verano a: *Muehlenbeckia hastulata*; b: *Phacelia secunda*, c: rebrote de lenga; d: *Ribes cucullatum*; e: *Vicia nigricans* o arvejilla; f: *Mutisia decurrens*.

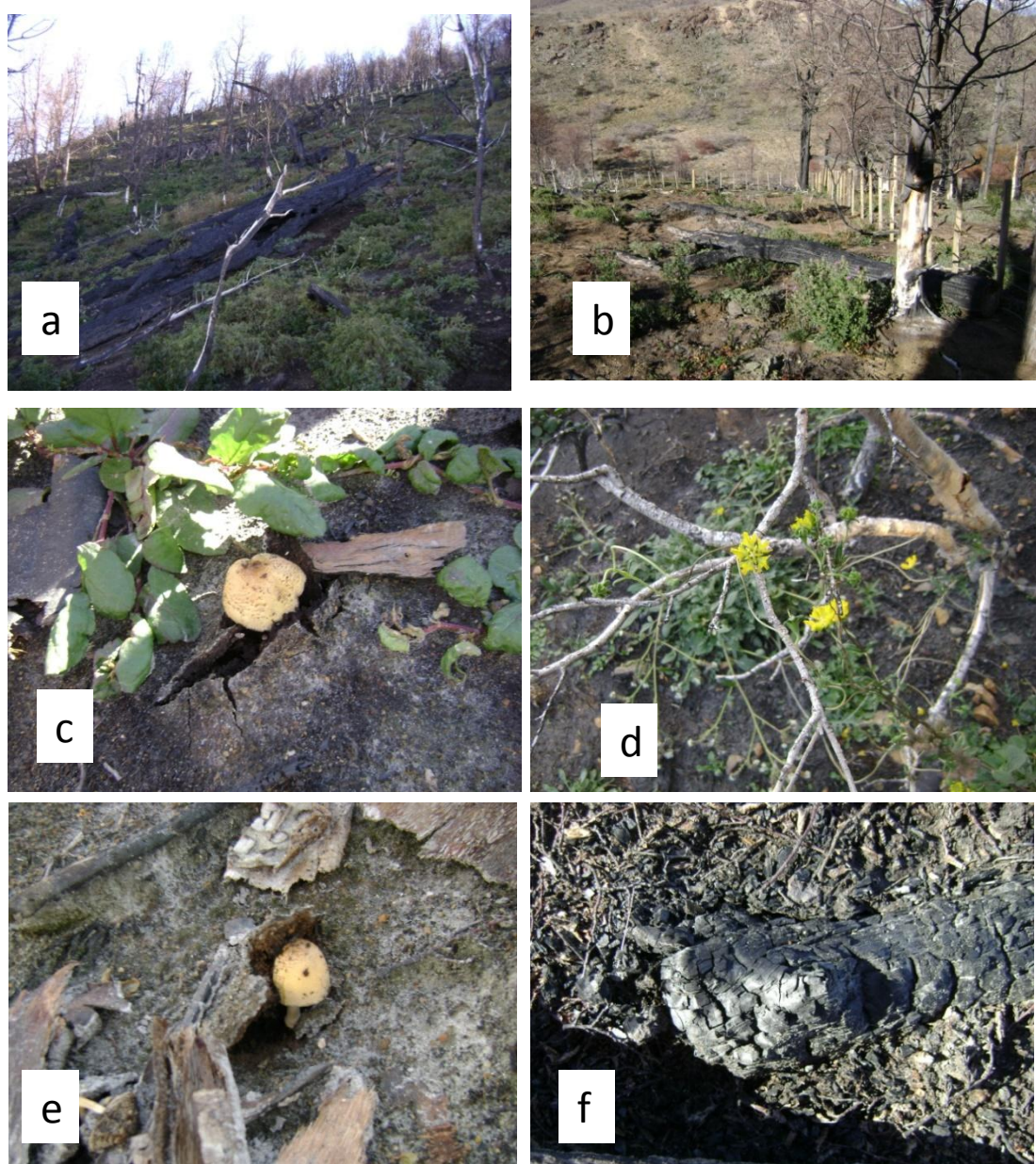


Figura 27. Sotobosque sitio BLQ, a: otoño, b: vistas generales del bosque, c: enredadera, d: *Loasa bergii*, e: hongo agarical, f: troncos quemados remanentes en el suelo.

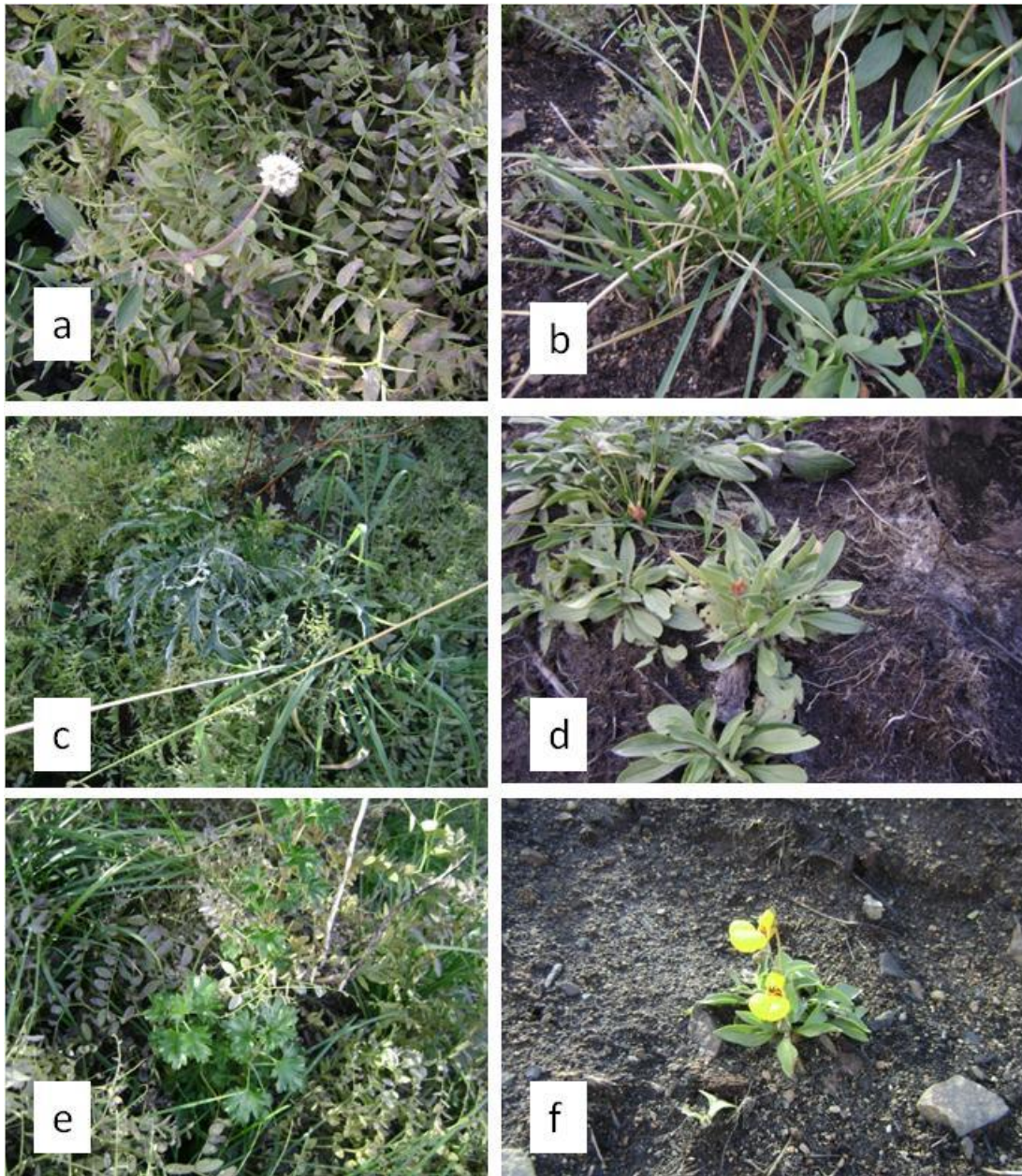


Figura 28. Sotobosque sitio BLQ, otoño a: *Phacelia secunda* y *Vicia nigricans*, b: Gramínea; c: *Leucheria* sp.; d y f: *Calceolaria* sp.; e: *Ribes cucullatum*.

ANEXO 2.

Tabla 12. Datos de abundancias utilizados para los análisis estadísticos. Datos cargados en infostat crudos, muestra, número de individuos, estación, disturbio, muestra, cálculo de densidad y transformación logarítmica de la densidad. Sitio BLV.

MUESTRA	Sub Orden	Nº IND	Estacion	Disturbio	Densidad	Logx+1
1	ORIBATIDA	25	v	0	1000	3,0
2	ORIBATIDA	15	v	0	600	2,8
3	ORIBATIDA	32	v	0	1280	3,1
4	ORIBATIDA	15	v	0	600	2,8
5	ORIBATIDA	64	v	0	2560	3,4
1	ORIBATIDA	75	o	0	3000	3,5
2	ORIBATIDA	50	o	0	2000	3,3
3	ORIBATIDA	33	o	0	1320	3,1
4	ORIBATIDA	89	o	0	3560	3,6
5	ORIBATIDA	32	o	0	1280	3,1
1	ORIBATIDA	40	i	0	1600	3,2
2	ORIBATIDA	35	i	0	1400	3,1
3	ORIBATIDA	33	i	0	1320	3,1
4	ORIBATIDA	91	i	0	3640	3,6
5	ORIBATIDA	65	i	0	2600	3,4
1	ORIBATIDA	96	p	0	3840	3,6
2	ORIBATIDA	53	p	0	2120	3,3
3	ORIBATIDA	43	p	0	1720	3,2
4	ORIBATIDA	27	p	0	1080	3,0
5	ORIBATIDA	86	p	0	3440	3,5
1	PROSTIGMATA	13	v	0	520	2,7
2	PROSTIGMATA	0	v	0	0	0,0
3	PROSTIGMATA	3	v	0	120	2,1
4	PROSTIGMATA	0	v	0	0	0,0
5	PROSTIGMATA	0	v	0	0	0,0
1	PROSTIGMATA	0	o	0	0	0,0
2	PROSTIGMATA	8	o	0	320	2,5
3	PROSTIGMATA	0	o	0	0	0,0
4	PROSTIGMATA	0	o	0	0	0,0
5	PROSTIGMATA	10	o	0	400	2,6
1	PROSTIGMATA	25	i	0	1000	3,0
2	PROSTIGMATA	20	i	0	800	2,9
3	PROSTIGMATA	11	i	0	440	2,6
4	PROSTIGMATA	6	i	0	240	2,4
5	PROSTIGMATA	77	i	0	3080	3,5

Tabla 12. Continuación

MUESTRA	Sub Orden	N° IND	Estacion	Disturbio	Densidad	Logx+1
1	PROSTIGMATA	8	p	0	320	2,5
2	PROSTIGMATA	10	p	0	400	2,6
3	PROSTIGMATA	1	p	0	40	1,6
4	PROSTIGMATA	2	p	0	80	1,9
5	PROSTIGMATA	6	p	0	240	2,4
1	MONOGYNASPIDA	22	v	0	880	2,9
2	MONOGYNASPIDA	15	v	0	600	2,8
3	MONOGYNASPIDA	31	v	0	1240	3,1
4	MONOGYNASPIDA	2	v	0	80	1,9
5	MONOGYNASPIDA	24	v	0	960	3,0
1	MONOGYNASPIDA	25	o	0	1000	3,0
2	MONOGYNASPIDA	0	o	0	0	0,0
3	MONOGYNASPIDA	14	o	0	560	2,7
4	MONOGYNASPIDA	8	o	0	320	2,5
5	MONOGYNASPIDA	2	o	0	80	1,9
1	MONOGYNASPIDA	11	i	0	440	2,6
2	MONOGYNASPIDA	23	i	0	920	3,0
3	MONOGYNASPIDA	8	i	0	320	2,5
4	MONOGYNASPIDA	48	i	0	1920	3,3
5	MONOGYNASPIDA	5	i	0	200	2,3
1	MONOGYNASPIDA	36	p	0	1440	3,2
2	MONOGYNASPIDA	16	p	0	640	2,8
3	MONOGYNASPIDA	24	p	0	960	3,0
4	MONOGYNASPIDA	16	p	0	640	2,8
5	MONOGYNASPIDA	21	p	0	840	2,9

Tabla 13. Datos de abundancias utilizados para los análisis estadísticos. Datos cargados en infostat crudos, muestra, número de individuos, estación, disturbio, muestra, cálculo de densidad y transformación logarítmica de la densidad. Sitio BLQ.

MUESTRA	Sub Orden	N° IND	Estacion	Disturbio	Densidad	Logx+1
1	ORIBATIDA	1	v	1	40	1,6
2	ORIBATIDA	0	v	1	0	0,0
3	ORIBATIDA	5	v	1	200	2,3
4	ORIBATIDA	3	v	1	120	2,1
5	ORIBATIDA	3	v	1	120	2,1
1	ORIBATIDA	39	o	1	1560	3,2
2	ORIBATIDA	1	o	1	40	1,6
3	ORIBATIDA	5	o	1	200	2,3
4	ORIBATIDA	0	o	1	0	0,0
5	ORIBATIDA	0	o	1	0	0,0
1	ORIBATIDA	36	i	1	1440	3,2
2	ORIBATIDA	5	i	1	200	2,3
3	ORIBATIDA	25	i	1	1000	3,0
4	ORIBATIDA	1	i	1	40	1,6
5	ORIBATIDA	26	i	1	1040	3,0
1	ORIBATIDA	0	p	1	0	0,0
2	ORIBATIDA	0	p	1	0	0,0
3	ORIBATIDA	1	p	1	40	1,6
4	ORIBATIDA	2	p	1	80	1,9
5	ORIBATIDA	13	p	1	520	2,7
1	PROSTIGMATA	0	v	1	0	0,0
2	PROSTIGMATA	2	v	1	80	1,9
3	PROSTIGMATA	0	v	1	0	0,0
4	PROSTIGMATA	0	v	1	0	0,0
5	PROSTIGMATA	0	v	1	0	0,0
1	PROSTIGMATA	0	o	1	0	0,0
2	PROSTIGMATA	3	o	1	120	2,1
3	PROSTIGMATA	0	o	1	0	0,0
4	PROSTIGMATA	0	o	1	0	0,0
5	PROSTIGMATA	0	o	1	0	0,0
1	PROSTIGMATA	0	i	1	0	0,0
2	PROSTIGMATA	3	i	1	120	2,1
3	PROSTIGMATA	14	i	1	560	2,7
4	PROSTIGMATA	13	i	1	520	2,7
5	PROSTIGMATA	0	i	1	0	0,0
1	PROSTIGMATA	0	p	1	0	0,0
2	PROSTIGMATA	0	p	1	0	0,0
3	PROSTIGMATA	0	p	1	0	0,0

Tabla 13. Continuación.

MUESTRA	Sub Orden	N° IND	Estacion	disturbio	Densidad	Transf
4	PROSTIGMATA	2	p	1	80	1,9
5	PROSTIGMATA	12	p	1	480	2,7
1	MONOGYNASPIDA	0	v	1	0	0,0
2	MONOGYNASPIDA	4	v	1	160	2,2
3	MONOGYNASPIDA	44	v	1	1760	3,2
4	MONOGYNASPIDA	1	v	1	40	1,6
5	MONOGYNASPIDA	3	v	1	120	2,1
1	MONOGYNASPIDA	30	o	1	1200	3,1
2	MONOGYNASPIDA	9	o	1	360	2,6
3	MONOGYNASPIDA	1	o	1	40	1,6
4	MONOGYNASPIDA	3	o	1	120	2,1
5	MONOGYNASPIDA	0	o	1	0	0,0
1	MONOGYNASPIDA	8	i	1	320	2,5
2	MONOGYNASPIDA	41	i	1	1640	3,2
3	MONOGYNASPIDA	6	i	1	240	2,4
4	MONOGYNASPIDA	0	i	1	0	0,0
5	MONOGYNASPIDA	1	i	1	40	1,6
1	MONOGYNASPIDA	0	p	1	0	0,0
2	MONOGYNASPIDA	1	p	1	40	1,6
3	MONOGYNASPIDA	10	p	1	400	2,6
4	MONOGYNASPIDA	12	p	1	480	2,7
5	MONOGYNASPIDA	22	p	1	880	2,9

ANEXO 3

Tabla 14. Análisis estadísticos, ANAVA y Fisher para el sub orden Monogynaspida en ambos sitios y en todas las estaciones muestreadas.

SUB ORDEN	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
MONOGYNASPIDA	LOGm2	40	0,34	0	45,27	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	12,89	15	0,86	0,82	0,6455	
DISTURBIO	5,05	1	5,05	7,45	0,0259	(DISTURBIO>MUESTRA)
DISTURBIO>MUESTRA	5,42	8	0,68	0,65	0,7294	
ESTACION	1,4	3	0,47	0,45	0,7222	
DISTURBIO*ESTACION	1,02	3	0,34	0,33	0,8065	
Error	25,05	24	1,04			
Total	37,93	39				

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,60021

Error: 0,6775 gl: 8

DISTURBIO	Medias	n	E.E.		
1	1,9	20	0,18	A	
0	2,61	20	0,18		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,94293

Error: 1,0436 gl: 24

ESTACION	Medias	n	E.E.	
o	1,95	10	0,42	A
v	2,29	10	0,42	A
i	2,34	10	0,42	A
p	2,45	10	0,42	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,33350

Error: 1,0436 gl: 24

DISTURBIO	ESTACION	Medias	n	E.E.	
1	v	1,83	5	0,6	A
1	o	1,87	5	0,6	A
1	i	1,94	5	0,6	A
1	p	1,97	5	0,6	A
0	o	2,03	5	0,6	A
0	i	2,74	5	0,6	A
0	v	2,74	5	0,6	A
0	p	2,94	5	0,6	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 15. Análisis estadísticos, ANAVA y Fisher para el sub orden Oribatida en ambos sitios y en todas las estaciones muestreadas.

SUB ORDEN	Variable	N	R ²	R ²	
				Aj	CV
ORIBATIDA	LOGm2	40	0,69	0,49	32,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	33,61	15	2,24	3,54	0,0029	
DISTURBIO	22,97	1	22,97	39,5	0,0002	(DISTURBIO>MUESTRA)
DISTURBIO>MUESTRA	4,65	8	0,58	0,92	0,519	
ESTACION	2,99	3	1	1,57	0,2219	
DISTURBIO*ESTACION	3,01	3	1	1,58	0,2194	
Error	15,2	24	0,63			
Total	48,81	39				

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,55588

Error: 0,5811 gl: 8

DISTURBIO	Medias	n	E.E.		
1	1,73	20	0,17	A	
0	3,24	20	0,17		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,73444

Error: 0,6331 gl: 24

ESTACION	Medias	n	E.E.	
p	2,3	10	0,33	A
v	2,32	10	0,33	A
o	2,37	10	0,33	A
i	2,95	10	0,33	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,03865

Error: 0,6331 gl: 24

DISTURBIO	ESTACION	Medias	n	E.E.			
1	p	1,25	5	0,47	A		
1	o	1,42	5	0,47	A		
1	v	1,61	5	0,47	A	B	
1	i	2,62	5	0,47		B	C
0	v	3,02	5	0,47			C
0	i	3,29	5	0,47			C
0	o	3,31	5	0,47			C
0	p	3,34	5	0,47			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 16. Análisis estadísticos, ANAVA y Fisher para el sub orden Prostigmata en ambos sitios y en todas las estaciones muestreadas.

SUB ORDEN	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PROSTIGMATA	LOGm2	40	0,55	0,26	85,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	34,97	15	2,33	1,94	0,0719	
DISTURBIO	9,22	1	9,22	8,81	0,0179	(DISTURBIO>MUESTRA)
DISTURBIO>MUESTRA	8,36	8	1,05	0,87	0,5556	
ESTACION	16,03	3	5,34	4,44	0,0128	
DISTURBIO*ESTACION	1,36	3	0,45	0,38	0,7697	
Error	28,89	24	1,2			
Total	63,86	39				

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,74563

Error: 1,0455 gl: 8

DISTURBIO	Medias	n	E.E.		
1	0,81	20	0,23	A	
0	1,77	20	0,23		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,01266

Error: 1,2037 gl: 24

ESTACION	Medias	n	E.E.		
v	0,67	10	0,45	A	
o	0,72	10	0,45	A	
p	1,56	10	0,45	A	B
i	2,2	10	0,45		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,43211

Error: 1,2037 gl: 24

DISTURBIO	ESTACION	Medias	n	E.E.			
1	v	0,38	5	0,64	A		
1	o	0,42	5	0,64	A		
1	p	0,92	5	0,64	A	B	
0	v	0,96	5	0,64	A	B	
0	o	1,02	5	0,64	A	B	
1	i	1,51	5	0,64	A	B	C
0	p	2,2	5	0,64		B	C
0	i	2,88	5	0,64			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO 4

Tabla 17. Cálculo de Abundancias medias, y abundancias en porcentaje y densidad de oribátidos en BLV.

Especie	VERDE	AB MEDIA	% AB V	DENSIDAD
<i>Stomacarus sp.</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Liochthonius (Liochthonius) fimbriatissimus</i>	3	0,15	2,4	6
<i>Sellnickochthonius elsosneadensis</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Trichthonius pulcherrimus</i>	2	0,1	1,6	4
<i>Phtiracarus sp.</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Acrotritia parareticulata</i>	2	0,1	1,6	4
<i>Camisia (Camisia) australis</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Nothrus peruensis</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Nothrus sp. 1</i>	14	0,7	11,0	28
<i>Nothrus sp. 2</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Anderemaeus magellanicus</i>	2	0,1	1,6	4
<i>Nodocepheus dentatus</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Pheroliodes roblensis</i>	11	0,55	8,7	22
<i>Tectocepheus velatus</i>	21	1,05	16,5	42
<i>Austroppia crozetensis</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Brachioppiella (Gressittoppia) pepitensis</i>	2	0,1	1,6	4
<i>Globoppia minor</i>	15	0,75	11,8	30
<i>Globoppia maior</i>	2	0,1	1,6	4
<i>Lanceoppia (Lanceoppia) kovacsi</i>	2	0,1	1,6	4
<i>Lanceoppia (Lancelalmoppia) sp.</i>	2	0,1	1,6	4
<i>Membranoppia (Membranoppia) tuxeni</i>		0	0,0	0
<i>Micropia minus</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Lanceoppia (Lancelalmoppia) nodosa</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Lanceoppia (Bicristoppia) bicristata</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Membranoppia (Pravoppia) argentinensis</i>	8	0,4	6,3	16
<i>Graptoppia (Stenoppia) angusta</i>	2	0,1	1,6	4
<i>Oppiella (Oppiella) nova</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Paroppia patagonica</i>	4	0,2	3,1	8
<i>Oxyoppia (Oxyoppiella) suramericana</i>	2	0,1	1,6	4
<i>Ramusella (Insculptoppia) sp.</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Similoppia (Reductoppia) sp.</i>	2	0,1	1,6	4
<i>Suctobelbella sp.</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Scutovertex sp.</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Cuspidozetes armatus</i>	3	0,15	2,4	6
<i>Carabodes sp.</i>	1	0,05	0,8	2
<i>Tyrophagus sp.</i>	12	0,6	9,4	24
35 sp en total	128	6,35	100,00	

Tabla 18. Cálculo de Abundancias medias, abundancias en porcentaje y densidad de oribátidos en BLQ.

Especie	QUEMADO	AB MEDIA	% AB Q	DENSIDAD
<i>Stomacarus sp.</i>				0
<i>Liochthonius (Liochthonius) fimbriatissimus</i>	2	0,1	4,0	160
<i>Sellnickochthonius elsosneadensis</i>				
<i>Trichthonius pulcherrimus</i>	2	0,1	4,0	160
<i>Phtiracarus sp.</i>				
<i>Acrotritia parareticulata</i>				
<i>Camisia (Camisia) australis</i>				
<i>Nothrus peruensis</i>				
<i>Nothrus sp. 1</i>	1	0,1	2,0	80
<i>Nothrus sp. 2</i>				
<i>Anderemaeus magellanicus</i>				
<i>Nodocepheus dentatus</i>	1	0,1	2,0	80
<i>Pheroliodes roblensis</i>				
<i>Tectocepheus velatus</i>				
<i>Austroppia crozetensis</i>				
<i>Brachioppiella (Gressittoppia) pepitensis</i>	5	0,3	10,0	400
<i>Globoppia minor</i>				
<i>Globoppia maior</i>				
<i>Lanceoppia (Lanceoppia) kovacsi</i>	3	0,2	6,0	240
<i>Lanceoppia (Lancelalmoppia) sp.</i>				
<i>Membranoppia (Membranoppia) tuxeni</i>	4	0,2	8,0	320
<i>Micropia minus</i>				
<i>Lanceoppia (Lancelalmoppia) nodosa</i>				
<i>Lanceoppia (Bicristoppia) bicristata</i>	1	0,1	2,0	80
<i>Membranoppia (Pravoppia) argentinensis</i>	2	0,1	4,0	160
<i>Graptoppia (Stenoppia) angusta</i>	2	0,1	4,0	160
<i>Oppiella (Oppiella) nova</i>				
<i>Paroppia patagonica</i>	1	0,1	2,0	80
<i>Oxyoppia (Oxyoppiella) suramericana</i>	2	0,1	4,0	160
<i>Ramusella (Insculptoppia) sp.</i>	6	0,3	12,0	480
<i>Similoppia (Reductoppia) sp.</i>				
<i>Suctobelbella sp.</i>				
<i>Scutovertex sp.</i>				
<i>Cuspidozetes armatus</i>				
<i>Carabodes sp.</i>				
<i>Tyrophagus sp.</i>	18	0,9	36,0	1440
14 sp en total	50	2,5	100,0	

ANEXO 5

Tabla 19. Cálculo de índices de diversidad.

Familia	Especie	Pi (Verd)	H' VERD	Pi(Que)	H' QUE
Brachychthoniidae	Liochthonius (Liochthonius) fimbriatissimus	0,031	-0,108	0,04	-0,129
Phthiracaridae	Phthiracarus sp.	0,008	-0,038	0	
Euphthiracaridae	Acrotritia parareticulata	0,016	-0,065	0	
Crotoniidae	Camisia (Camisia) australis	0,008	-0,038	0	
Nothridae	Nothrus peruensis	0,008	-0,038	0	
Nothridae	Nothrus sp. 1	0,109	-0,242	0,02	-0,078
Nothridae	Nothrus sp. 2	0,008	-0,038	0	
Caleremaeidae	Anderemaeus magellanicus	0,016	-0,065	0	
Nodocepheidae	Nodocepheus dentatus	0,008	-0,038	0,02	-0,078
Brachychthoniidae	Sellnickochthonius elsosneadensis	0,008	-0,038	0	
Cosmochthoniidae Grandjean	Trichthonius pulcherrimus	0,016	-0,065	0,04	-0,129
Pheroliodidae Paschoal	Pheroliodes roblensis	0,086	-0,211	0	
Tectocephidae Grandjean	Tectocephus velatus	0,164	-0,297	0	
Oppiidae Sellnick	Austroppia crozetensis	0,008	-0,038	0	
Oppiidae Sellnick	Brachioppiella (Gressittoppia) pepitensis	0,016	-0,065	0,1	-0,230
Oppiidae Sellnick	Globoppia minor	0,117	-0,251	0	
Oppiidae Sellnick	Globoppia maior	0,016	-0,065	0	
Oppiidae Sellnick	Lanceoppia (Lanceoppia) kovacsi	0,016	-0,065	0,06	-0,169
Oppiidae Sellnick	Lanceoppia (Lancelalmoppia) sp .	0,016	-0,065	0	
Oppiidae Sellnick	Membranoppia (membranoppia) tuckseni	0,000	0,000	0,08	-0,202
Oppiidae Sellnick	Micropopia minus	0,008	-0,038	0	
Suctobelbidae Jacot	Suctobelbella sp.	0,008	-0,038	0	
Oppiidae Sellnick	Lanceoppia (Lancelalmoppia) nodosa	0,008	-0,038	0	
Oppiidae Sellnick	Lanceoppia (Bicristoppia) bicristata	0,008	-0,038	0,02	-0,078
Oppiidae Sellnick	Membranoppia (Pravoppia) argentinensis	0,063	-0,173	0,04	-0,129
Oppiidae Sellnick	Graptoppia (Stenoppia) angusta	0,016	-0,065	0,04	-0,129
Oppiidae Sellnick	Oppiella (Oppiella) nova	0,008	-0,038	0	
Oppiidae Sellnick	Paroppia patagonica	0,031	-0,108	0,02	-0,078
Oppiidae Sellnick	Oxyoppia (Oxyoppiella) suramericana	0,016	-0,065	0,04	-0,129
Oppiidae Sellnick	Ramusella (Insculptoppia) sp.	0,008	-0,038	0,12	-0,254
Oppiidae Sellnick	Similoppia (Reductoppia) sp.	0,016	-0,065	0	
Oribatellidae Jacot	Cuspidozetes armatus	0,023	-0,088	0	
Scutoverticidae Grandjean	Scutovertex sp.	0,008	-0,038	0	
Acaronychidae	Stomacarus sp.	0,008	-0,038	0	
Carabodidae	Carabodes sp.	0,008	-0,038	0	
Acaridae	Thyrophagus sp.	0,094	0,000	0,36	0,000