

**DATOS SOBRE FAUNA DE MICROARTROPODOS,
EN UN CICLO ANUAL EN DIFERENTES SUBSTRATOS DE UN BOSQUE
DE *NOTHOFAGUS PUMILIO****

**DATA ON MICROARTHROPODS FROM DIFFERENT SUBSTRATA,
ALONG AN ANNUAL CYCLE, IN A *NOTHOFAGUS PUMILIO* FOREST (CHILE)***

Dr. RENÉ COVARRUBIAS**

ABSTRACT

Aerobic microarthropods from a series of different substrata were studied, in a forest of *Nothofagus pumilio*. The forest is located in the "Torres del Paine" National Park and Biosphere reserve, in the southernmost part of Chile (XII Region).

Throughout one year samples were obtained monthly, from 5 different substrata in the forest, namely: litter, mineral soil, mosses growing on rocks, lichens growing on rocks and rotten wood.

By means of Berlese-Tullgren funnels, 6 different higher taxa were found in sufficient abundance, to allow analysis of variance. These taxa included 4 groups of mites: Oribatida (=Cryptostigmatid), Actinedida, Tarsonemida and Gamasida, and insects of the order Collembola (Poduromorpha, Entomobryomorpha).

The taxa were found to differ significantly both seasonally and according to substratum. The most important pattern was observed in movement between the litter and subjacent mineral soil, suggesting that some taxa may migrate from one substratum to another, according to the time of year.

Fifteen other taxa were found, but were only rarely collected and appeared irregularly at different times of the year and in different substrata.

Key words: Microarthropods. Nothofagus forest. Annual cycle. Different substrata.

1. INTRODUCCION

La finalidad del presente trabajo fue de obtener información básica sobre la fauna de microartropodos, que puebla los bosques de *Nothofagus pumilio*, estudiando, tanto las variaciones temporales de sus abundancias, como su repartición en los diferentes tipos de sustrato que conforman el bosque.

El bosque elegido se encuentra en el Parque Nacional y Reserva de la Biosfera "Torres del Paine" (Chile, XII Región), situado en el lugar llamado "El Pingo", a unos 7 km de la guardería del lago Grey, por el camino que conduce al Refugio Zapata.

Se trata de un bosque primario con árboles de 20 a 25 m de altura y troncos de 40 a 80 cm de diámetro, presentando numerosos troncos caídos, en variados estados de descomposición. La

especie dominante en el sector es *Nothofagus pumilio*, árbol caducifolio. En el sitio elegido no se presenta un estrato arbustivo, a excepción de renovales de *N. pumilio*. El bosque presenta una cobertura de copas variando de 70 a 100%. El estrato herbáceo es discontinuo, presentando sólo en los sitios más húmedos una cubierta de pequeños helechos; el resto del suelo está descubierta, o cubierta parcialmente con hojarasca, entremezclada con hierbas. Tanto los troncos de los árboles, como su base, partes del suelo y raíces, así como todas las rocas, presentan una gran cantidad de musgos y líquenes. La hojarasca pura, en capas de 2 a 4 cm, se encuentra sólo a los pies de los árboles de mayor tamaño y en lugares protegidos del viento. A primera vista es sorprendente observar lo escaso de la hojarasca, bajo un tipo de árbol caducifolio y en clima frío, donde se espera una lenta descomposición.

Los suelos han modificado un material original fluvio-glaciar, incluyendo piedras de cantos levemente desgastados en un cuerpo arenoso. El horizonte A es de color plomizo, arenoso, de

*Trabajo financiado por United Nations PNUMA-CONAF Project FP/4101-83-01 (PP/2314).

**Instituto de Entomología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Casilla 147, Santiago, Chile.

10 a 15 cm de grosor, y su color cambia en un corto recorrido para ser, en el horizonte B, de color anaranjado o amarillento. La capa A₀₀ está formada sólo por 2 ó 3 capas de hojas, la capa A₀ tiene 2 a 3 cm de grosor, oscura, laxa, fácil de remover, dejando al descubierto un delgado estrato de material humoso, granuloso, fino.

Uno de los objetivos principales de este trabajo es determinar qué taxa de microartrópodos están presentes y cuáles son los más representativos o importantes en el subsistema de microartrópodos.

Para asignar un valor de importancia, en nuestro caso a este grupo de tamaño uniforme (entre 0,25 y 1 mm) se adopta el criterio de que nos interesan:

1. Los más abundantes, ya que esto se interpreta como que tienen un rol destacado y significativo en la trama trófica del bosque. Abundancia entonces, sería "importancia" en el flujo energético en juego; lo contrario sería un taxón con muy escaso número de individuos. Este caso se interpreta en el mismo sentido anterior, como de escasa importancia en la trama trófica local y por lo tanto de escasa incidencia en ella y en el sistema. Además, entre poblaciones de un mismo rango de tamaños, la abundancia reflejará la disponibilidad energética en el nivel trófico correspondiente, por lo que se puede esperar que agrupaciones pertenecientes a distintos niveles tróficos, tiendan a presentar, en este caso, densidades típicas y diferentes. En este sentido, nos interesa tipificar la densidad de cada taxón mediante expresiones estadísticas de tendencias centrales y de dispersión.

2. Frecuencia de aparición en las muestras: Esta medición, que es otra forma de estimar la abundancia de un taxón en el ambiente, ilustra cuán representativo es ese taxón en un sentido espacial, basados en un muestreo. Su frecuencia en las muestras entonces puede ser alta, mediana o baja. Nuevamente nos inclinamos por tomar en cuenta, principalmente, los taxa más frecuentes, entre otros factores, porque esto permite la aplicación de métodos de análisis estadísticos en la ponderación de los efectos de factores en estudio. A este respecto, cuando hay un elevado número de muestras con cero individuo, no se pueden aplicar los métodos de estadística paramétrica, ya que esto equivale a la

uniformización de una clase predominante (cero).

Por otra parte, de trabajos anteriores en microartrópodos, se ha observado que los taxa con frecuencias muestrales elevadas, suelen ser las que presentan también densidades elevadas. Harían excepción las poblaciones con distribución agregada extrema, lo que es fácil de discriminar por el tipo de datos.

Nos parece evidente que para taxa de tamaños parecidos, aquellos más abundantes y más frecuentes, tendrán un impacto ecológico mayor en el sistema que los contiene. Debemos aclarar, por otra parte, que las especies escasas en un sistema pueden ser abundantes en otro; además que las especies poco frecuentes y poco densas (por ejemplo 1 ó 2 individuos en un ciclo anual de 500 muestras), pueden tener importancia para otros tipos de estudio, como aquellos de interés taxonómico o biogeográfico, o quizás ser una curiosidad biológica de interés en algún otro sentido que en el del presente trabajo.

Dentro de un ecosistema dado, la densidad como parámetro, está generalmente sometida a variaciones estacionales y además, un mismo taxón puede lograr diferentes densidades al habitar variados tipos de substratos, según éstos le sean más o menos favorables.

Es propósito de este trabajo, estudiar los componentes principales de la fauna de microartrópodos, definiendo sus valores de frecuencia, tipificando estadísticamente sus densidades y describiendo sus variaciones estacionales, conjuntamente con las preferencias eventuales por los diferentes tipos de substratos que les ofrece el bosque. Los taxa estudiados son subórdenes que conforman grupos funcionales homogéneos y coherentes que, como se sugiere anteriormente (Covarrubias, 1987), pueden responder como conjunto a los factores selectivos; esta uniformidad funcional da a estos subórdenes el carácter de la unidad ecológica "Gremio", definido por Root (1967), por lo que su estudio se estima como relevante para la comprensión de la dinámica de los microartrópodos en el bosque.

El análisis de las especies componentes se realizará como un trabajo posterior, pero el tipo de análisis de información entregada será en ese caso diferente.

Deseamos agradecer toda la colaboración

prestada por el personal de la Corporación Nacional Forestal, especialmente al Sr. Jovito González, así como a nuestro Técnico de Investigación, Sr. Ignacio Mellado, quien colaboró en la ardua labor de separación de fauna, desde los tubos de Berlese.

2. PLAN DE OBSERVACIONES Y METODOS

Se programó un ciclo anual de muestreos, que comenzó en noviembre 1985 y terminó en octubre 1986. Se tomaron 4 muestras independientes y aleatorias de cada uno de 5 diferentes substratos, con un total mensual de 20 muestras. Los substratos elegidos como los más representativos fueron: 1) hojarasca, 2) suelo mineral subyacente a la hojarasca, hasta 5 cm de profundidad, 3) líquenes sobre rocas, 4) musgos sobre roca, 5) madera en descomposición de troncos caídos.

Todas las muestras, tomadas con una pala pequeña, se depositaron en bolsas plásticas individuales, con la información correspondiente en etiquetas de papel. Posteriormente fueron enviadas cada mes al laboratorio, en donde fueron procesadas mediante embudos de Berlese-Tullgren, donde se dejaban por 1 semana, bajo iluminación por ampollitas de 40 W. La fauna de microartrópodos fue recogida en tubos con alcohol de 75°. Posteriormente se procedió al análisis de los taxa superiores de microartrópodos, realizando para cada muestra un protocolo de los hallazgos cualitativos y sus respectivas abundancias.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Frecuencia de aparición de los taxa en las muestras

Uno de los primeros análisis que se hizo con los datos de fauna en el ciclo anual, es determinar cuáles son los más representativos para centrar en ellos el examen. Se estima que la frecuencia con que aparecen los taxa en las muestras, así como la abundancia, son medidas de su representatividad o importancia.

Del análisis de la frecuencia muestral, se detecta fácilmente un grupo de 6 taxa que tienen los valores más elevados, todos sobre el 60%. De los grupos restantes, 8 tienen frecuencias bajo 10% y otros 8 entre 10 y 45%, ambos grupos son calificados como de "baja frecuencia" y se considerarán posteriormente más que nada como ilustración cualitativa, ya que además de poco frecuentes tienen muy bajas densidades, salvo excepciones puntuales en tal o cual mes o substrato.

En la tabla 1 se sintetiza, para cada uno de los 6 taxa más frecuentes, el número efectivo de muestras en que aparecen, por substrato y en el total de la experiencia, así como la expresión porcentual de la frecuencia, sobre el total de 240 muestras del ciclo.

Se observa que el grupo netamente más frecuente es Acarina Oribatida, que apareció en el 100% de las muestras, seguido con cifras ya más bajas (87,88%) por ácaros Actinedida y Collembola Poduromorpha; los otros 3 grupos presentan frecuencias menores, siendo el más bajo del conjunto ácaros Tarsonemini, con el 63,8%.

Tabla 1
NUMERO DE PRESENCIAS DE 6 TAXA POR SUBSTRATO Y PARA EL TOTAL DE 240 MUESTRAS.
FRECUENCIA EN % DE PRESENCIAS SOBRE EL TOTAL

	Hojarasca	Suelo	Líquén	Musgo	Madera	Total	Frecuencia en % sobre total muestras
Oribatida	48	48	48	48	48	240	100,0
Actinedida	40	41	43	46	43	213	88,8
Tarsonemini	41	35	12	26	39	153	63,8
Gamasida	44	42	19	43	46	194	80,8
Entomobryomorpha	38	43	18	41	45	185	77,1
Poduromorpha	45	48	30	41	47	211	87,9

De la observación detallada de tabla 1 hacemos notar algunos puntos de número de presencias muy bajos, todos concentrados en líquenes y correspondiendo a Gamasida, Entomobryomorpha y Tarsonemini, este último presentando un valor bajo (26 sobre 48) también en musgos sobre roca. Es muy probable que la estructura tan especial de los líquenes sobre roca, sea restrictiva de un modo u otro para estos taxa.

3.2. Los hallazgos de los taxa más frecuentes, detallados en el punto anterior, con sus respectivas densidades medias (expresadas como N° de individuos por 250 cc de material), se entregan en las tablas 2, 3, 4, 5 y 6 con el detalle de la media aritmética de las 4 muestras y las respectivas desviaciones standard, para cada mes y cada sustrato.

En el caso de hojarasca (tabla 2) se detallan los valores para 6 taxa superiores, cuatro de Acarina y dos de Insecta. En este sustrato, el grupo de Acarina que presenta regularmente densidades superiores, es el de Oribatida, quien durante todo el ciclo, sin excepción, tiene densidades mayores que Actinedida, Tarsonemini y Gamasida, sus densidades mayores se presentan en los muestreos de diciembre y enero y el resto de los meses son regularmente elevados, salvo las tres bajas de marzo, mayo y octubre; llama la atención la baja abundancia que revela en mayo, mes de término de la defoliación máxima en el bosque; se trata de un taxón que cobra interés por su diversidad, la elevada frecuencia de presentación en las muestras y sus abundancias, factores estos últimos que se prestan para efectuar análisis estadísticos y diseños especiales de muestreo.

Actinedida es un grupo de ácaros, principalmente predadores, que aparece con densidades variando entre 10 y 50 individuos/250 cc en la mayoría de los meses; alcanza una densidad mayor en junio y por el contrario, especialmente bajas en septiembre y en el período marzo-abril, seguido por mayo en el que no aparecen. Acarina Tarsonemini aparece en la mayoría de los casos con densidades bajas (menos de 10 ind/250 cc) salvo en el período diciembre-febrero, y en septiembre, en el que son más altas.

Acarina Gamasida, otro grupo de predadores y parásitos, presenta densidades medias a bajas, con alzas en enero 1985 y agosto 1986.

Collembola Poduromorpha aparecen frecuentemente en las muestras de hojarasca, con densidades elevadas en el período enero-abril, acusando, eso sí, el descenso en mayo que es común a todos los taxa. Poduromorpha alcanza densidades mayores que Oribatida en 5 de los meses. Entomobryomorpha elevan su densidad en forma irregular en enero, agosto y octubre.

Los resultados para suelo subyacente a hojarasca (Tabla 3) muestran que en líneas generales las densidades de los taxa son más bajas que las de hojarasca; las fluctuaciones de ambos sustratos son en muchos casos semejantes, pero presentan algunas variaciones opuestas en lo que podría ser un fenómeno de localización estacional diferencial por sustrato.

De la observación de la figura 1, que representa las variaciones estacionales de la densidad, para Oribatida, se observa muy claramente un alza estival en hojarasca, durante la cual en suelo, en cambio, tiene densidades más bajas; en invierno las densidades altas, más o

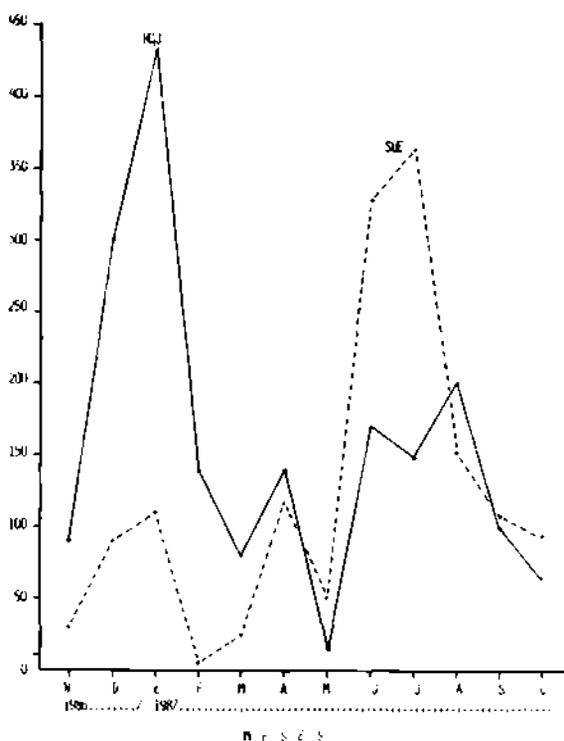


Figura 1. Variaciones estacionales para Oribatida en hojarasca y en suelo subyacente. Bosque de *Nothofagus pumilio*. En ordenadas se representan las densidades medias, en N° de individuos/250 cc. HOJ = hojarasca. SUE = suelo.

Tabla 2
VARIACION MENSUAL DE LA DENSIDAD MEDIA (\bar{X}) DE MICROARTROPODOS POR 250 CC
DE HOJARASCA DE *NOTHOFAGUS PUMILIO*. S = DESVIACION STANDARD.
DATOS PARA EL CONJUNTO DE TAXA MAS FRECUENTE

Hojarasca	Oribatida		Actinedida		Tarsonemini		Gamasida		Entomobryomorpha		Poduromorpha	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Noviembre 1985	90,3	40,7	37	62,7	2,5	3	13,3	6,3	45,3	42,5	83	102,3
Diciembre 1985	300,8	279,6	26,8	16,4	149	149,4	49,8	41,4	17,3	25	46,5	55,3
Enero 1986	432,8	139,9	52,8	19,7	29,3	20,5	115,5	47,5	158,3	169,7	271,5	183,3
Febrero 1986	139,3	56,2	10,5	15,7	68,8	61,4	50	34,4	6	7,1	596,3	407
Marzo 1986	79,8	62,1	4,8	6,9	4,8	4,6	41,8	41	34,8	39,6	222,8	203,3
Abril 1986	139,8	34,8	7,8	6,8	6,3	5,4	74,8	15,1	84,8	59,4	114,5	67
Mayo 1986	14,5	4,2	—	—	1	1,2	0,3	0,5	10	12,5	11,8	13,2
Junio 1986	170,3	78,8	108,3	165,2	3,3	3,4	24	15,4	19	32	124,5	68,1
Julio 1986	152,0	94,3	16	14,9	2	1,4	38,3	8,9	65,5	16,9	459,8	214,1
Agosto 1986	201,0	70,2	9,8	9,2	4,5	3,1	109,0	44,2	115,0	139,9	202,5	157,5
Septiembre 1986	100	38,0	1	1,4	34,3	40,3	32,5	20,0	5,3	10,5	113,3	73,6
Octubre 1986	64,3	31,9	34,3	33,5	7,8	9,1	55,0	44,7	203,8	311,2	84,8	67,4

Tabla 3
VARIACION MENSUAL DE LA DENSIDAD MEDIA (\bar{X}) DE MICROARTROPODOS POR 250 CC
DE SUELO. S = DESVIACION STANDARD

Suelo	Oribatida		Actinedida		Tarsonemini		Gamasida		Entomobryomorpha		Poduromorpha	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Noviembre 1985	29	11,5	4,3	4	2	1,6	10,3	19,8	25	46,7	32,3	39,8
Diciembre 1985	90	98,8	6,5	6,5	1,8	2,4	17,3	19,8	34,5	27,2	31	33
Enero 1986	109,5	96,6	16	8	7	7,5	51	36,7	66,5	89,1	94,3	62,5
Febrero 1986	4,8	4,9	—	—	0,3	0,5	6,3	6,8	16,8	11,6	6,5	5,3
Marzo 1986	24,3	26	8,3	6,1	3,0	2,9	2,3	2,9	1,5	1,9	16,8	12
Abril 1986	117,5	73,1	9	5,4	7	6,2	174,3	50,1	291,3	147,1	152	77,9
Mayo 1986	49,5	70,2	9,3	11,6	4,8	7,6	77,5	65,3	191,5	101,4	96,8	75,7
Junio 1986	327,5	207,9	24,8	15,2	12,8	11	129	36	77,3	40,4	144,3	135
Julio 1986	362,8	115,3	43,3	9,8	14,8	12,8	208,8	84,8	286,8	61,6	321,3	35,8
Agosto 1986	152	87,2	20,5	21,5	5	2,4	83,5	15,2	87,8	69,5	111,8	60,8
Septiembre 1986	106,8	108,6	2,3	1,0	1,3	1,3	52,0	37,6	55,3	56,7	46,5	56,2
Octubre 1986	92,8	92,9	6	6,4	0,3	0,5	23,5	34,5	56,8	92,4	41,8	34,1

menos equivalentes a las de verano, se presentan en suelo, bajando las de hojarasca. La interpretación más plausible nos dice que ocurren migraciones, desde la hojarasca al suelo, al cambiar la estación cálida por la fría.

En forma menos acusada y más irregular Actinedida presenta un fenómeno parecido, al menos es fácil observar el aumento invernal en suelo (Tabla 3) (junio-agosto), contrapesado al menos por una baja en la hojarasca de julio y agosto (Tabla 2), no así junio que presenta densidad elevada.

Tarsonemini (Fig. 2) repite claramente el fenómeno, variando la escala de magnitudes; al menos en período frío de junio y julio, las mayores densidades están en suelo, siendo muy bajas en hojarasca; por el contrario, de diciembre a febrero las abundancias mayores se encuentran en hojarasca.

Gamasida presenta densidades más altas en suelo, en periodo frío; pero en hojarasca, si bien en enero tiene densidad alta, presentó en el resto un esquema irregular. Collembola Entomobryomorpha sigue un comportamiento muy parecido al descrito por Gamasida, incluyendo un alza en agosto en hojarasca; de hecho el alza homóloga en ese mismo mes y substrato, de Gamasida, podría ser debido a que acompaña a estos insectos, de los cuales son predadores.

Poduromorpha acusa bien un alza invernal en suelo subyacente, así como también un alza estival en hojarasca, pero sin embargo, en este substrato conserva densidades elevadas también en el período junio-septiembre.

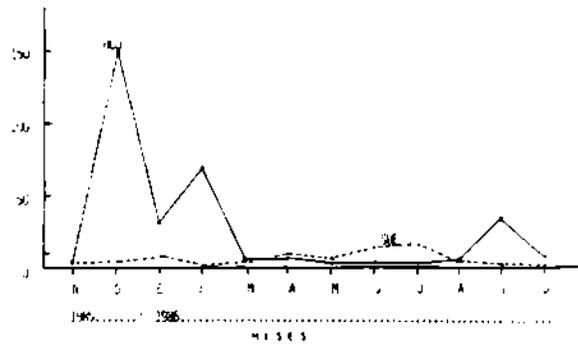


Figura 2. Variaciones estacionales para Tarsonemini, en hojarasca y en suelo subyacente. Bosque de *Nothofagus pumilio*. En ordenadas se representan las densidades expresadas en N° individuos/250 cc. HOJ = hojarasca; SUE = suelo.

Resumiendo, podemos decir que los 4 taxa de acarina acusan más o menos las alzas y bajas alternativas, que sugieren la migración invernal al suelo; los colémbolos, aunque también presentan evidencias de esta migración, en la hojarasca presentan densidades elevadas no sólo en verano sino que también en períodos irregulares del resto del ciclo.

La fauna de líquenes sobre roca (Tabla 4) presenta en general densidades bajas para todos los taxa, además en este substrato presentan frecuencias elevadas sólo Oribatida y Actinedida durante todo el año, también ilustramos insectos Thysanoptera, ya que se manifiestan en este substrato en forma selectiva, aunque sin grandes abundancias.

Tabla 4
VARIACION MENSUAL DE LA DENSIDAD MEDIA DE MICROARTROPODOS
POR 250 CC. DE LIQUENES. S = DESVIACION STANDARD

Liquen	Oribatida		Actinedida		Entomobryomorpha		Poduromorpha		Thysanoptera	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Noviembre 1985	18,5	8,4	27,3	23,5	—	—	—	—	0,8	0,5
Diciembre 1985	8,3	3,9	8,8	9,4	—	—	—	—	4,3	4,7
Enero 1986	58	20,1	316,5	133,5	122,3	110,3	36,8	53,7	12,3	7,1
Febrero 1986	20,8	16,5	6,3	7,4	—	—	—	—	3,5	3,4
Marzo 1986	44,5	18,6	77	125,4	1,5	1,7	8,0	3,0	2,8	2,8
Abril 1986	62	41,8	283,3	416,1	31,3	29,3	69,8	70,4	19,5	26,8
Mayo 1986	14	18,2	0,3	0,5	—	—	2,3	2,6	—	—
Junio 1986	229,0	157,0	131,5	197,5	103,5	177	211,3	203,2	6,8	7,8
Julio 1986	94,8	44,9	347	253,4	11	10,2	128,3	166,1	6,3	6,7
Agosto 1986	17	11	9,8	11,1	—	—	29	26,9	—	—
Septiembre 1986	36,3	35,6	74,3	59,8	0,8	1,5	5,3	5,6	1	2
Octubre 1986	13,3	4,3	48,8	26,0	—	—	0,3	0,5	7,5	4,7

Los dos grupos de Collembola tienen comportamiento de presencia y abundancia muy irregular, faltando Entomobryomorpha en 6 de los meses y Poduromorpha en 3.

En líneas generales sólo en 6 meses se presentan representantes de los 5 taxa "frecuentes" ilustrados en la tabla, distribuidos en forma irregular; un mes estival, 2 meses otoñales, 2 invernales y 1 primaveral, los que presentan las densidades más altas también para todos estos taxa. En líquenes las densidades alcanzadas por Oribatida son en general menores que en todos los otros sustratos; Actinedida en cambio, presenta densidades mayores en líquenes que en casi todos los otros sustratos, a excepción de musgos, en donde es más abundante durante todo el ciclo.

Las densidades de microartrópodos en musgos (Tabla 5), ya hemos dicho que son de las más elevadas para Actinedida y también lo son la mayor parte del año en Oribatida; Gamasida, por el contrario, si bien es frecuente en este sustrato muestra en cambio densidades bajas o medianas respecto a los otros sustratos y respecto a los otros ácaros.

Los colémbolos aparecen durante todo el ciclo y también Thysanoptera, con densidades relativamente altas, especialmente Poduromorpha. Oribatida aparece con densidades altas durante todo el año, con un alza poblacional en enero-febrero. Actinedida también presenta abundancias elevadas todo el ciclo anual, salvo noviembre y mayo. El sustrato de musgos se manifiesta entonces como un sustrato rico en fauna diversa y abundante, que como es más fácil de manipular y favorable para el tratamiento en los embudos de Berlese-Tullgren, se presta para realizar muestreos de control a largo plazo.

La madera en descomposición de troncos caídos (Tabla 6) muestra también una abundante fauna de microartrópodos, con todos los taxa frecuentes iguales a los de hojarasca, a la cual se parece también, en el sentido de que Oribatida es nuevamente el taxon dominante, con sus mayores alzas en diciembre-enero, abril y el período julio-septiembre; de hecho en estos 3 períodos muestran abundancias mayores no sólo Oribatida, sino que también todos los otros taxa ilustrados en la tabla; en especial llama la atención las densidades muy parecidas durante todo el ciclo anual, que presenta Gamasida y los

colémbolos; este comportamiento puede ser el resultado de que se trata de un sustrato muy homogéneo y muy estable en sus características de humedad y temperatura, al contrario de líquenes u hojarasca.

3.3. Pruebas de significación en las variaciones de la densidad

Como análisis, a nivel de las abundancias de los taxa superiores discriminados, se estimó de interés probar estadísticamente, para un taxón dado y separadamente para todo el grupo de taxa de frecuencias elevadas detallado en las tablas anteriores, si las variaciones entre los sustratos y aquellas en los diferentes meses eran o no significativas. Se realizaron por separado para cada taxon, análisis de varianza, a dos criterios, con el factor sustrato con cinco tipos y el factor tiempo con los datos de los 12 meses estudiados hasta ahora. Al elaborar las tablas de contingencia con los datos básicos, dentro de cada cuadrante se encuentran 4 datos correspondientes a las 4 muestras por sustrato y por mes.

Los resultados de los 6 ANOVA realizados se entregan en la tabla 7, se utilizó un programa de minicomputadora Texas-59. Se transformaron los datos (x_i) a $y=(\log x+1)$ para corregir la heterogeneidad de varianzas y la distribución con tendencia a la agregación que son típicas de la fauna de microartrópodos.

Se observa al pie de tabla los valores de F, todos significativos para todos los taxa. Se infiere de estos resultados, entonces, que en todos los taxa hay variaciones temporales significativas; que las variaciones de abundancia en los diferentes sustratos también son significativas y además que la interacción entre factores es significativa, lo que puede interpretarse como que las variaciones temporales dependen del tipo de sustrato.

Si bien son de esperar fluctuaciones temporales significativas en las abundancias de los microartrópodos, su variación entre los diferentes tipos principales de sustrato dentro del bosque conlleva el tomar en cuenta este tipo de factor en los análisis faunísticos, idea que ya fuera propuesta desde el punto de vista del interés taxonómico, por el acarólogo francés François Grandjean, como el método "des petites faunes", que conduce a una comprensión

Tabla 5
VARIACION MENSUAL DE LA DENSIDAD MEDIA (\bar{X}) DE MICROARTROPODOS POR 250 CC
DE MUSGOS. S = DESVIACION STANDARD

Musgos	Oribatida		Actinedida		Gamasida		Entomobryomorpha		Poduromorpha		Thysanoptera	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Noviembre 1985	76	79,5	20,5	18,8	2,8	3,1	1	1,4	1,8	1,7	8	6,7
Diciembre 1985	182	259,3	301,8	356,4	24,3	31,1	12,5	25	11,3	22,6	106,8	92,9
Enero 1986	379	149	474,5	295,1	28,5	22,3	9,8	9,5	120,3	131,5	94,5	99,7
Febrero 1986	457	261	641,8	1112,4	32,3	15,0	99,5	85,9	285	119,5	135,5	139,4
Marzo 1986	116,3	79,9	206	241,1	27	11,8	18,3	13,5	91,3	111,2	6,3	7,2
Abril 1986	136,3	104,5	358,5	399,6	31,3	36,7	124,5	185,9	211,5	128,1	139,5	150,7
Mayo 1986	134,8	108,2	57,5	55,2	24,8	22,9	52,8	59,9	450	250,9	6,8	4,2
Junio 1986	232,5	81,9	300,5	144,8	20,3	14,5	22,5	17,9	173	112	35,3	39,8
Julio 1986	331,8	207,5	350,3	350,4	6	4,1	9,3	5,0	240,5	206	42,8	46,1
Agosto 1986	131,5	134,1	129,5	141,0	23,3	36,6	18,5	33,7	372,5	387,7	26,3	44,6
Septiembre 1986	229,8	182	153	143,6	22,3	13,9	19,0	12,1	90,3	21,7	30,8	34,1
Octubre 1986	119,0	94,3	197	115,1	4,0	6,6	13,0	18,9	15,0	17,2	11,3	8

Tabla 6
VARIACION MENSUAL DE LA DENSIDAD MEDIA DE MICROARTROPODOS POR 250 CC
DE MADERA EN DESCOMPOSICION. S = DESVIACION STANDARD.

Madera en descomposición	Oribatida		Actinedida		Tarsonemini		Gamasida		Entomobryomorpha		Poduromorpha	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Noviembre 1985	44,0	33,1	0,5	1	1,3	1,9	9	7,5	1,5	1,3	8	6,6
Diciembre 1985	220	49,9	45	43,7	22	12,3	96	28,6	43,5	39,8	44,8	21,8
Enero 1986	196,8	140,6	40,8	20,6	37,3	21,8	35,3	15,1	67,8	48	94,5	52,6
Febrero 1986	99	55,8	3	2,6	6	4,2	21,5	18,3	91	155	68	108,7
Marzo 1986	70	64,3	17	5,2	13,8	13	39,5	17,3	52	19	55,8	73
Abril 1986	121,8	34,9	25,8	14,5	5,3	10,5	33,5	46,3	25,8	19,5	31	21,2
Mayo 1986	69	39,1	3,5	2,5	4,8	5,6	20,3	21,1	10	6,1	68,8	60,3
Junio 1986	97,3	73,8	45	74,2	17,3	11,6	13,8	16,1	45	90	93,5	43,4
Julio 1986	307,8	274,3	25,3	15,5	23	30	57,8	31,6	46,3	33,5	91,5	39,6
Agosto 1986	122,3	147,8	22,3	17,1	5,8	8,9	24,3	15,6	17	27,6	120,5	57,9
Septiembre 1986	123,3	128,5	4	3,7	5,0	5,6	30,0	20,5	26,3	31,4	38	32,6
Octubre 1986	47,3	17,1	13	5,6	9,5	8,3	90,3	49,7	75,8	46,4	95,5	70,8

Tabla 7
 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE VARIANZA A DOS CRITERIOS, PARA 6 TAXA.
 CRITERIOS: SUBSTRATO, CON 5 TIPOS; TIEMPO, CON DATOS DE 12 MESES.
 EL NÚMERO DE OBSERVACIONES POR BLOCK ES 4
 SCD = SUMA DE CUADRADOS DE LAS DESVIACIONES
 CM = CUADRADOS MEDIOS
 DONDE: $F_{4,180}$: SUBSTRATO = 3,43; P = 0,99
 $F_{29,180}$: TIEMPO = 1,81; P = 0,99
 $F_{44,180}$: INTERACCIÓN = 1,66; P = 0,99
 ** = SIGNIFICATIVO AL 1%

	Oribatida	Actinedida	Tarsonemini	Gamasida	Entomobryomorpha	Poduro-morpha
SCD substrato	78,12	230,15	101,26	188,76	158,99	180,31
SCD tiempo	88,43	189,01	40,26	98,51	139,60	226,23
SCD interacción	90,99	138,71	115,12	181,91	228,03	186,41
SCD residual	141,96	249,56	152,31	214,02	318,84	254,42
SCD total	399,50	807,42	408,95	683,20	845,46	847,38
CM substrato	19,53	57,54	25,31	47,19	39,75	45,08
CM tiempo	8,04	17,18	3,66	8,96	12,69	20,57
CM interacción	2,07	3,15	2,62	4,13	5,18	4,24
CM residual	0,79	1,39	0,85	1,19	1,77	1,41
F substrato	24,76**	41,50**	29,92**	39,69**	22,44**	31,89**
F tiempo	10,19**	12,39**	4,33**	7,53**	7,16**	14,55**
F interacción	2,62**	2,27**	3,09**	3,48**	2,93**	3,00**

más fina de las relaciones particulares de cada taxón con su complejo medio forestal (Travé, 1965).

3.4. Taxa poco frecuentes

En las muestras analizadas de los cinco tipos de substrato y a lo largo de 12 meses, se encuentran también otros taxa, con frecuencias inferiores a los grupos reseñados en tablas anteriores.

Se ilustra estos taxa poco frecuentes con su número de individuos ($N^{\circ} I$) y su frecuencia en las muestras ($N^{\circ} M$) en la tabla 8.

Acaridida es un taxón abundante sólo en situaciones de alta intervención humana o desequilibrio en general en el ecosistema bosque, de los que se puede decir que cuando estos últimos están normales, presentan un valor elevado de la relación Oribatida/Acaridida (Covarrubias *et al.* 1976). Como se observa en la tabla, Acaridida presenta escasas abundancias, ya que las cifras corresponden, no a densidad media, sino al total recolectado en cada grupo de 48 muestras por tipo de substrato. La columna del total de individuos recolectados se refiere entonces a los hallazgos de un total de 240 muestras.

Uropodida, un grupo de ácaros normalmen-

te muy abundantes y típicos del bosque templado siempre verde, en el bosque caducifolio estudiado presenta en cambio bajísimos contingentes, con un total de 40 individuos para las 240 muestras, siendo más abundantes en madera en descomposición.

Las colectas de Araneida mediante el método de embudo Berlese, selecciona un rango de tamaños inferior a 2 mm, sin embargo se colectaron 164 individuos a lo largo del ciclo, siendo más abundantes en líquenes sobre roca y en hojarasca.

Pseudoscorpionida también presenta abundancias bajas respecto a la mostrada por otros bosques templados siempreverdes; son más abundantes en musgos y líquenes sobre rocas en el interior del bosque, situación idéntica a los Collembola Symphypleona, que también aparecen en pequeña cantidad en madera en descomposición.

Pequeños contingentes de Homoptera y Heteroptera, se encuentran en forma irregular, al menos mediante el método de Berlese utilizado que no es óptimo para su estudio cuantitativo.

Thysanoptera aparecen en pequeños números en 3 substratos, pero en líquenes y musgos los números encontrados son algo más elevados, especialmente en los últimos donde se en-

Tabla 8
 OTROS TAXA DE BAJA FRECUENCIA Y/O ABUNDANCIA, NO CONSIDERADOS EN LOS ANALISIS DE VARIANZA,
 PRESENTE EN LAS MUESTRAS DEL CICLO ANUAL. N° I = NUMERO DE INDIVIDUOS RECOLECTADOS
 EN LAS 240 MUESTRAS. N° M = NUMERO DE MUESTRAS EN QUE ESTA PRESENTE EL TAXON

	Hojarasca		Suelo subyacente a hojarasca		Madera en descomposición		Musgos sobre roca		Liquen sobre roca		Total individuos recolectados (240 muestras)	Total muestras con presencia del taxón	Frecuencia en % sobre total de 240 muestras
	N° I	N° M	N° I	N° M	N° I	N° M	N° I	N° M	N° I	N° M			
Acaridida	257	21	135	23	191	20	166	25	74	17	763	106	44,2
Uropodida	1	1	4	4	25	7	6	5	1	1	40	18	7,5
Araneida	66	18	2	2	4	4	25	18	67	23	164	65	27,1
Pseudoscorpionida	15	7	6	6	1	1	29	4	50	21	101	39	16,2
Collembola Symphyleona	9	3	1	1	20	11	56	10	20	5	106	30	12,5
Hymenoptera	4	4	1	1	—	—	3	1	4	3	12	9	3,7
Thysanoptera	49	10	1	1	6	4	2.574	48	258	30	2.888	93	38,7
Homoptera	3	2	14	2	6	4	3	3	18	6	44	17	7,1
Heteroptera	8	5	2	2	2	2	4	3	7	3	23	15	6,2
Coleoptera	38	22	17	13	30	10	7	6	18	12	110	63	26,2
Diptera imago	421	41	449	40	771	43	541	39	545	40	2.727	203	84,6
Larvas Diptera	67	19	69	24	37	30	36	15	14	9	223	97	40,4
Larvas Coleoptera	30	14	6	5	37	20	6	4	3	3	82	46	19,2
Chilopoda					4	4					4	4	1,7
Pauropoda					26	10	4	2			30	12	5,0
Protura					1	1	2	1			3	2	0,8
Larvas Lepidoptera									1	1	1	1	0,4

contraron 2.574 ejemplares en sólo el 38,7% de las muestras.

Los coleopteros pequeños (menores de 2 mm) aparecen regularmente en todos los substratos, pero con abundancias y frecuencias bajas; para trabajar cuantitativamente con ellos se recomiendan otros métodos.

Las larvas de diptera se presentan regularmente, en cantidades que sorprenden por lo elevado, respecto a otros tipos de bosque. Posiblemente las larvas de Diptera Mycetophilidae tengan un gran rol en la rapidez de fragmentación y descomposición de la hojarasca local, vicariando a otros taxa que como Diploda o Isopoda tienen este rol en otros tipos de bosque.

No se encontraron diplópodos en las muestras. Se encontraron escasos ejemplares de Chilopoda, sólo en madera en descomposición; se trata sin embargo de un grupo abundante en bosques siempre verdes y bosques esclerófilos chilenos. Pauropoda se encontraron también en forma selectiva en madera en descomposición (26 individuos) y sólo 4 individuos en musgo sobre roca, no hallándose en el resto de los substratos, situación homóloga a la mostrada por Protura, sólo que con muy pequeño número de individuos (3 en 240 muestras).

El caso de imagos de Diptera merece una observación especial, pues aunque el método del embudo de Berlese obviamente no es apropiado para la captura de insectos voladores, sin embargo aparecieron muy regularmente en las muestras (Frecuencia 84,6%), además se lograron en total 2.727 individuos, todos de muy pequeño tamaño; es probable que estos dípteros se hayan encontrado al estado de pupa en las muestras, y con el calor de las ampollitas de los aparatos extractores, hayan emergido adultos, algunos de los cuales cayeron hacia los tubos; en todo caso sólo deben tomarse estos datos como índice de presencia.

Una última observación, no consignada en la tabla, es que se encuentra en terreno la presencia, en la capa de hojarasca (Ao), una cantidad enorme de Enchytraeidae, los que necesitarían métodos especiales de cuantificación, ya que Berlese no es apropiado. Estos invertebrados colaboran también a la rápida descomposición de la hojarasca del bosque.

4. CONCLUSIONES

Basados en el conjunto de 240 muestras del ciclo anual diferenciando 5 substratos con muestreos mensuales, se encuentra que:

- sólo 6 taxa presentan frecuencias muestrales suficientes (más del 60%), como para someterlos a análisis. Son Acarina Oribatida, Actiniedida, Tarsonemini y Gamasida; Insectos Collembola, Poduromorpha y Entomobryomorpha, siendo Oribatida el más frecuente y el único presente en el 100% de las muestras. Cada taxón tiene sus particularidades en cuanto a valores de densidad y sus variaciones.
- Como resultado del análisis de varianza, se manifiesta que todos los taxa varían significativamente tanto en el factor tiempo como en el factor substrato; también es significativa la interacción por lo que la variación de ambos factores no es independiente.
- En los taxa de hojarasca y suelo respectivamente, se sugiere la existencia de migraciones verticales estacionales, por las particularidades en la variación de sus abundancias, las que son especialmente claras para Oribatida y Tarsonemini.
- Musgos suele ser un substrato rico en fauna abundante y diversa, que como además es de fácil manipulación y extracción en embudos de Berlese, nos aparece como favorable para centrar en él estudios a largo plazo.
- La fauna de hojarasca es en general parecida a la de madera en descomposición; la de suelos también suele ser parecida pero con densidades más bajas. La fauna de líquenes es la más pobre y menos abundante.

BIBLIOGRAFÍA

- COVARRUBIAS, R.; RUBIO, I. y DI CASTRI, F. 1976. Densidad edáfica en comunidades naturales e intervenidas del norte chico de Chile. *Inv. Zool. Chilenas*, Santiago, Chile. 14:19-30.
- COVARRUBIAS, R. 1987. Artrópodos asociados al matorral costero: Acari: Oribatida. *Acta Ent. Chilena* 14: 49-58.
- ROOY, R. 1967. The niche exploitation pattern of the blue grey Gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37: 317-349.
- TRAVÉ, J. 1965. Quelques techniques de récolte, de triage, d'observation et de conservation des Oribates (Acariens) et autres microarthropodes. *Rev. d'Ecol. et Biol. du Sol*. 2(1): 23-47.