

**FLUCTUACIONES ESTACIONALES DE MICROARTROPODOS EDAFICOS
BAJO ESPECIES VEGETALES EN LA RESERVA NACIONAL RIO CLARILLO
(REGION METROPOLITANA, CHILE)¹**

**ANNUAL CYCLES OF EDAPHIC MICROARTHROPODS,
UNDER DIFFERENT PLANT SPECIES, IN THE NATIONAL RESERVE
RIO CLARILLO (METROPOLITAN REGION, CHILE)¹**

RENÉ COVARRUBIAS²

ABSTRACT

Microarthropods were sampled along an annual cycle, in the National Reserve "Rio Clarillo" (Metropolitan Region, Chile).

The sampling design discriminated two factors, namely time and plant species; for the latter factor the soils were chosen, under *Quillaja saponaria*, *Persea lingue*, *Lithraea caustica* and *Puya chilensis*, all of them being "Characteristic" species of different vegetational subunits of the Reserve and, anyway, most representative of the local vegetation.

Microarthropods were extracted by means of Berlese-Tullgren funnels. The whole mass of taxa obtained was separated after their frequencies in the samples, in different groups. For each group data were given of their respective densities (\bar{X} and s).

The more interesting group of higher frequencies was formed by Cryptostigmatid, Actinedid (or Prostigmatid), Tarsonemid and Gamasid mites, also Diptera larvae. Each taxa of this subset was submitted to a two way ANOVA analysis, based on their individual densities. All of them showed significant variations for the time factor and all, but Oribatida, changed significantly in regards to the plant species factor.

Also was described and analyzed the possible effect of a series of microclimatic elements, on the densities of these 5 high frequency taxa. The elements taken into account were, air temperatures (average, minimal, maximal), soil temperatures at four depths, relative humidity, evaporation and total amount of rainfall.

Also the fall of the leaves of *Persea lingue* was recorded along the annual cycle and put into relation to the other factors.

Key words: Microarthropods, annual cycle, plant species, Chile, soils.

1. INTRODUCCION

La Reserva Nacional Río Clarillo, uno de los elementos del sistema de áreas silvestres protegidas, en la Región Metropolitana, está bajo la responsabilidad de la Corporación Nacional Forestal. Esta Reserva se originó en forma mayoritaria del ex predio "El Principal", situado en la comuna de Pirque (33°48'S y 70°, 27'W) (Espinoza, 1981).

En esta Reserva de uso actual recreacional y

turístico, creemos, se podría agregar un importante uso educativo, por su cercanía a la ciudad de Santiago y por presentar preservadas aún, muestras representativas de fauna y flora nativas, propias de la zona central y precordillerana de Chile. Desgraciadamente, la explotación anterior, en engorda de ganado, extracción de leña y elaboración de carbón de madera, han dejado profundas huellas en toda la extensión del predio. Sin embargo, su estado técnico actual de Reserva Nacional, ha otorgado protección suficiente para que se empiece a redibujar de nuevo, lo que alguna vez fueron las formaciones vegetacionales nativas del lugar.

En general, en toda la zona central de Chile y en particular en la precordillera y cordillera de los Andes, es posible encontrar una gran varie-

¹Trabajo financiado en parte por la Dirección de Investigación, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Proyecto IE 8701.

²Instituto de Entomología. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Casilla 147, Santiago, Chile.

dad de unidades fitogeográficas. Gajardo (1980) cita el matorral alto espinoso, el matorral esclerófilo andino, la estepa altoandina, el bosque esclerófilo, el bosque esclerófilo mixto y el bosque esclerófilo andino con coníferas, además, aunque no están citadas como unidad fitogeográfica, concordamos con Espinosa (1981) en que las comunidades xerófilas de *Trichocereus-Puya* tienen importancia y son típicas en lugares pedregosos, pendientes y de exposición norte.

En cuanto al número de especies vegetales, Espinosa (*op. cit.*), cita un catálogo de 183, previniendo que ese número corresponde a las que se encontraron en las parcelas de muestreo y no a un censo total. Un número mayor de especies deberán aparecer en trabajos más extensos, como el de Navas (1979), que se refiere a la flora de toda la cuenca de Santiago.

La idea central de este trabajo es estudiar la fauna de microartrópodos, asociada a distintas especies vegetales; dado el elevado número de estas especies, y lo arduo del trabajo con microartrópodos, para hacerlo en forma representativa, fue necesario elegir cuidadosamente un bajo número de especies, que de un modo u otro fueran de las más abundantes, destacadas o representativas de la Reserva, dejando para futuros trabajos la realización de un catastro total.

Las especies elegidas fueron:

Persea lingue (lingue)

Lithraea caustica (litre).

Quillaja saponaria (quillay),

Puya chilensis (puya).

Para su elección se recorrió toda la Reserva, en sus partes más directamente accesibles, ya que se programó realizar un ciclo anual de muestreos, descartando los sectores más intervenidos por el hombre, como áreas de picnic y otras, además de los lugares de acceso difícil.

Como apoyo a las especies elegidas, contó también el análisis de que las cuatro aparecen citadas como especies *características* en muchos de los tipos vegetacionales descritos para cada piso altitudinal por Espinosa (1981), en especial:

Lingue, en los tipos 1 y 2 del piso 1 (800 a 1.200 m.s.n.m.), asociada a otras especies características como *Cryptocarya alba* (peumo) y *Escallonia pulverulenta* (corontillo).

Litre, en los tipos 6, 7, 10, 12, 15, 19 y 20 del piso 1; también en los tipos 2, 3 y 4 del piso 2 (1.200 a 1.500 m.s.n.m.) y tipo 3 del piso 3 (1.500 a 1.800 m.s.n.m.)

Esta especie es sin duda de las más representativas y de la mayor repartición en la Reserva, asociada a diversas otras especies características, en los 3 primeros pisos vegetacionales, tales como *Cryptocarya alba*, *Quillaja saponaria*, *Colliguaya odorifera*, *Satureja gilliesi*, *Escallonia pulverulenta*, *Acacia caven*, *Kageneckia oblonga*, *Kageneckia angustifolia*, *Proustia cuneifolia*, *Puya chilensis*, *Trichocereus chilensis* y *Eryngium paniculatum*.

En algunos casos como en el tipo 7 del piso 1 y el tipo 4 del piso 2, es la única especie características del tipo y en varios otros tipos es la primera en importancia.

Quillay, es otra de las especies, junto con litre, más abundante y representativa en la Reserva, siendo citada como especie característica en los tipos 3, 4, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19 y 20 del piso 1; en el tipo 3 del piso 2 y en los tipos 2, 3 y 4 del piso 3. En un caso, es la única especie característica y en varios es la de más importancia del tipo correspondiente.

Las asociaciones de quillay con otras especies características son con *Cryptocarya alba*, *Escallonia pulverulenta*, *Lithraea caustica*, *Acacia caven*, *Colliguaya odorifera* y *Satureja gilliesi*.

Puya, aparece citada como especie característica en el tipo 21 del piso 1, asociada a *Colliguaya odorifera* y *Trichocereus chilensis* y en el tipo 6 del piso 2, asociada a *Proustia cuneifolia*, *Kageneckia oblonga*, *Trichocereus chilensis* y *Eryngium paniculatum*.

Ninguna de las cuatro especies elegidas aparece clasificada como "especie indiferente" en alguno de los 4 pisos estudiados y, como se ha visto, todas constituyen especies "características" en varios tipos definidos de asociaciones vegetacionales.

Se descartó el trabajo en el 4° piso altitudinal por su difícil acceso, especialmente en invierno y porque ya se han realizado trabajos sobre microartrópodos en alguno de los elementos característicos de estepa de altura (Covarrubias *et al.* 1964; Di Castri *et al.*, 1976; Covarrubias *et al.*, 1989).

Hay, sin duda, otras especies cuya fauna edáfica asociada merecería ser también estudiada, tales como *Cryptocarya alba* y *Colliguaya odorifera*,

pero por motivos de capacidad de tratamiento de muestras, se dejaron para futuros trabajos.

El propósito de la presente investigación es, entonces, estudiar los taxa superiores de microartrópodos bajo cada una de las 4 especies vegetales citadas, definiendo adecuadamente sus densidades medias y la variación de ellas en un ciclo anual de muestreos.

En los suelos de bosque actúan, como en todo sistema, una variedad de factores abióticos y bióticos, que afectan a la comunidad edáfica. Un factor de clara influencia es el aporte de materia orgánica, en especial sobre los organismos de la descomposición, es decir, principalmente hongos miceliados y bacterias, además de variados artrópodos, tales como Diplopoda, Isopoda y en especial ácaros Oribatida entre los microartrópodos. Estos últimos, por su importancia cuantitativa y diversidad en los suelos, es uno de los estudiados en el presente trabajo. Se encontró pertinente entonces medir la cantidad y ritmo de caída de hojas, en una de las especies más destacadas en el sistema estudiado y sobre el que no encontramos datos al respecto, *Persea lingue*.

2. METODOS

Después de recorrer extensivamente los sectores más accesibles de la Reserva, se eligió como sector de estudio más representativo, a la quebrada Los Almendros, por una parte, por presentar en buena condición diversos tipos vegetacionales y en especial las especies elegidas, además, por encontrarse en un buen estado de preservación, ya que es un sector en el que no se permite el acceso de público.

En cada ocasión y bajo cada una de las cuatro especies vegetales en estudio, se tomaron 4 muestras en hojarasca y suelo, hasta 5 cm de profundidad, las que etiquetadas y envasadas en bolsas de polietileno, fueron llevadas en cajas protegidas al laboratorio; en éste, se llevó a cabo la extracción cuantitativa de microartrópodos, por medio de embudos de Berlese-Tullgren, bajo iluminación por ampolleta de 40 W, durante una semana, tiempo que asegura la extracción de un máximo de fauna (Covarrubias y Saiz, 1971); se utilizaron, en los embudos, volúmenes de 250 cc por muestra.

Se programó un calendario de muestreos, cuyas fechas efectivas fueron las siguientes:

				Nº días intervalo con muestreo anterior
1.	12 Nov.	1987		22 días
2.	2 Dic.	1987		20 días
3.	22 Dic.	1987		20 días
4.	14 enero	1988		23 días
5.	25 abril	1988		100 días
6.	25 mayo	1988		30 días
7.	28 junio	1988		34 días
8.	27 julio	1988		29 días
9.	24 agosto	1988		28 días
10.	28 Sept.	1988		35 días
11.	25 Oct.	1988		27 días
12.	2 Dic.	1988		38 días
Total				406 días

La irregularidad en algunas fechas fue causada por problemas ajenos al diseño original, siendo de notar la ausencia de muestreo en el período febrero-marzo, sin embargo, con el conjunto de muestreos se estima que se puede conformar esquemas útiles de variación estacional.

Para el caso de *Persea lingue*, se midió la cantidad caída de hojas, poniendo bajo la copa de diferentes árboles y en variadas situaciones, 10 bandejas de latón, de 50×50 cm y 15 cm de alto, con perforaciones en el fondo para permitir la salida de agua de lluvias; esta experiencia duró 413 días, desde la colocación inicial de las bandejas recolectoras; se efectuaron 11 mediciones, en cada una de las cuales se extrajo las hojas caídas y todo otro material, en forma individual para cada bandeja, poniendo el contenido en sacos de polietileno etiquetados. En el laboratorio se procedió a tomar el peso seco de las hojas caídas, después de colocar el material por dos horas en una estufa a 105°C.

Las 11 fechas de mediciones de hojarasca fueron las siguientes:

Colocación inicial			Nº días desde puesta bandeja:
	14 octubre	1989	
1º medición	4 noviembre	1987	21
2º medición	2 diciembre	1987	28
3º medición	22 diciembre	1987	20
4º medición	25 abril	1988	123
5º medición	25 mayo	1988	30
6º medición	28 junio	1988	34
7º medición	27 julio	1988	29
8º medición	24 agosto	1988	28
9º medición	28 septiembre	1988	35
10º medición	25 octubre	1988	27
11º medición	2 diciembre	1988	38

Total: 413

Se utilizaron métodos estadísticos, de análisis de varianza a uno y dos criterios de clasificación (Dagnelie, 1970) y cálculo de coeficientes de correlación y prueba de significación de r (Sokal y Rohlf, 1969).

Para el análisis de datos climáticos, se dispuso de las mediciones de la estación meteorológica, proporcionada por CONAF, con los instrumentos estandarizados de caseta meteorológica, más medición de temperaturas de suelo en cuatro profundidades mediante un geotermógrafo*.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Caída de hojas de *Persea lingue*

Los datos de caída de hojas, de los cuales se dispone de 10 mediciones de pesos secos, en cada una de las 11 fechas de medición, se expresaron en gramos de hoja seca por metro cuadrado y por día. Los promedios y las respectivas desviaciones se encuentran en tabla 1.

Tabla 1
PROMEDIO (\bar{X}) Y DESVIACION ESTANDAR(s) DEL PESO SECO DE HOJAS CAIDAS, EXPRESADO COMO GRAMOS \times m² \times DIA, EN LAS 11 FECHAS DE MEDICION

Nº medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
\bar{X}	0,225	0,587	0,783	1,717	0,991	0,615	0,781	0,274	0,601	0,320	1,250
s	0,231	0,245	0,630	0,596	0,494	0,248	0,329	0,160	0,207	0,183	0,291

Con el conjunto de valores individuales por bandeja y por fecha se realizó un análisis de varianza, modelo fijo, a un criterio de clasificación, donde el factor analizado son las variaciones temporales; para este análisis se usaron los datos ponderados por día y por m², el resultado dio $F=14,251$, para 10 y 99 grados de libertad, lo que es significativo para $p=0,01$. Un análisis semejante se realizó para determinar si el factor bandeja, correspondiendo en este caso a posiciones fijas bajo lingues en muy diferentes condiciones, influía o no. El análisis de varianza entregó un $F=1,384$, no significativo, por lo que a pesar de las diferencias de posición no habrían diferencias en promedios de caída de hojas.

Como la variación temporal es significativa, se ilustra en figura 1 un histograma, que en el eje de ordenadas presenta el peso seco de hojas en gramos y en el eje de abscisas, el número de días desde el comienzo de la experiencia, correspondiendo los puntos de muestreo a distancias correlativas. No se ilustra la desviación estándar para claridad de la figura y porque aparecen en tabla 1.

De la figura 1 y tabla 1 se desprende que hay

un alza en la caída de hojas hacia el período estival, entre los muestreos 3 y 4 (diciembre-abril), con una caída posterior, y comienzo de una nueva alza ya en el último período medido de diciembre 1988. En ningún momento se produce defoliación total, se trata de una especie siempre verde que presenta caída constante de hojas, la que aumenta en períodos áridos y calurosos, típico de climas mediterráneos semiáridos, como el que corresponde a la región (Hajek y Di Castri, 1975; Di Castri y Hajek, 1976).

3.2. La fauna de microartrópodos.

Frecuencia de aparición en las muestras

Aunque aparecen irregularmente en los tubos de muestras individuales, se excluyeron del análisis una serie de taxa, para los cuales su presencia puede considerarse como casual o no representativa, sea porque pueden escapar del tamiz del embudo de Berlese, sin caer en los tubos, tales como formas saltadoras o voladoras, sea porque la cantidad más representativa del taxón es de tamaño mayor al seleccionado por los tamices de los embudos. Se cita su hallazgo sólo como dato accesorio. Se trata de Araneida, Collembola Symphypleona, Diptera imago, Hymenoptera, Neuroptera, Isopoda, Blattaria, Japygidae y Scorpionidae.

*Se agradece a CONAF, por permitirnos el acceso a estos valiosos datos.

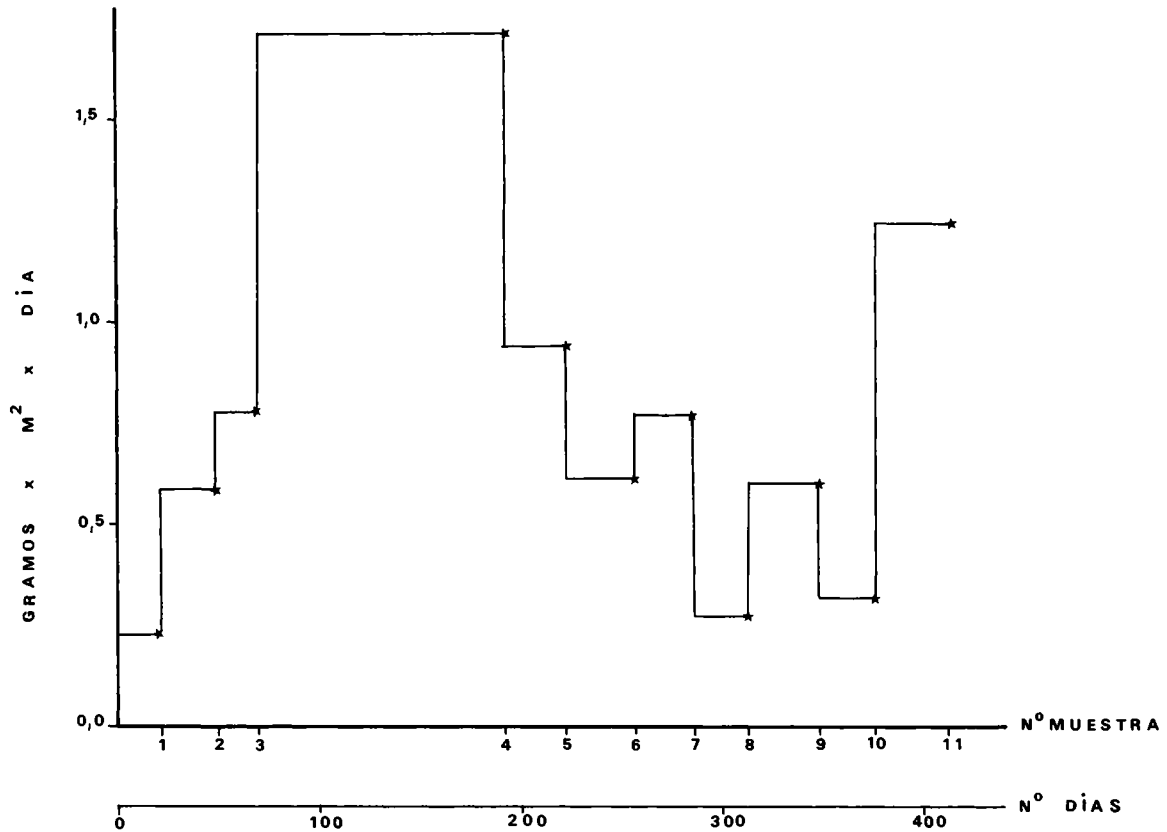


Figura 1. Curvas de caída de hojas de *Persea lingue* en la Reserva Nacional Río Clarillo, expresadas como gramos/m²/día, durante los 413 días de la experiencia. En abscisas están los números convencionales de muestreos, cuyas fechas se dan en el texto, y una escala absoluta de número de días desde el comienzo de la experiencia.

Para el resto de los taxa encontrados, se elaboró la Tabla de frecuencias muestrales (Tabla 2), con los totales parciales bajo cada especie vegetal (48 muestras) y con el total general de todas las muestras (192).

Observando la tabla 2, se encuentra un subconjunto de 14 taxa que no supera el 50% ni en el total, ni en los resultados parciales por especie de árbol; se estima que su presencia es poco significativa en los suelos estudiados, por oposición a los que presentan frecuencias elevadas.

En la tabla 3, se dan algunos datos sobre estas 14 taxa, como el número de muestras en que apareció (sobre 192), el número de algunos muestreos en que bajo alguna de las especies vegetales apareció presente en las 4 muestras correspondientes, y el nombre del vegetal, lo que se observa para 8 taxa y especialmente Protura, presente bajo lingue, litre y puya, en un conjunto de meses indicados en la tabla. En 3ª y

4ª columna, aparecen las densidades medias y las respectivas desviaciones estándar, calculadas sobre el total de muestras en que efectivamente aparece el taxón, sin tomar en cuenta las muestras sin individuos. Este tipo de densidad que Odum (1972) llama "específica" o "ecológica", responde a la pregunta, ¿cuándo aparecen, con qué densidad lo hacen?

Varios taxa de este subgrupo requerirían de otra metodología para un estudio formal, como Diplopoda y Chilopoda; otros como Heteroptera y larvas de Lepidoptera, pertenecen en su mayoría a fauna epígea o de follaje y en su mayoría por su tamaño no se las puede considerar como microartrópodos. Symphyla, Pauropoda, Protura, Psocoptera y los coleópteros detallados, en cambio, tienen representantes que son propiamente microartrópodos, que tendrían entonces frecuencia y densidades bajas. El caso de los microcoleópteros, sin embargo,

Tabla 2
 FRECUENCIA MUESTRAL, EN PORCENTAJE, PARA LOS TAXA
 DE MICROARTROPODOS, EN EL CICLO ANUAL BAJO DIFERENTES
 ESPECIES VEGETALES Y PARA EL TOTAL CONJUNTO DE MUESTRAS

Especie vegetal Nº muestras Taxón	Lingue 48	Quillay 48	Litre 48	Puya 48	Total 192
Oribatida	97,9	97,9	97,9	100,0	98,4
Acaridida	72,9	52,1	52,1	22,9	50,0
Actinedida	100,0	100,0	97,9	97,9	99,0
Tarsonemini	91,7	72,9	72,9	50,0	71,9
Gamasida	87,5	81,8	70,8	64,6	76,0
Uropodida	64,6	35,4	2,1	4,2	26,6
Pseudoscorpionida	54,2	50,0	45,8	41,7	47,9
Diplopoda	31,2	25,0	14,6	10,4	20,3
Chilopoda	16,7	25,0	16,7	10,4	17,2
Symphyla	16,7	10,4	6,2	6,2	9,9
Pauropoda	16,7	22,9	12,5	18,7	17,7
Entomobryomorpha	89,6	62,5	52,1	41,7	61,5
Poduromorpha	79,2	62,5	58,3	60,4	65,1
Protura	47,9	47,9	41,7	29,2	41,7
Psocoptera	43,7	47,9	47,9	37,5	44,3
Heteroptera	6,2	6,2	10,4	10,4	8,3
Homoptera	62,5	60,4	56,2	35,4	53,6
Thysanoptera	29,2	41,7	37,5	2,1	27,6
Coleopt. Staphylinidae	8,3	4,2	2,1	2,1	4,2
Coleopt. Pselaphidae	—	6,2	2,1	2,1	2,1
Coleopt. Ptiliidae	2,1	2,1	—	—	1,0
Coleopt. Curculionidae	6,2	6,2	2,1	2,1	4,2
Coleopt.	—	—	—	2,1	0,5
Larvas Coleoptera	60,4	43,7	47,9	31,2	45,8
Larvas Lepidoptera	43,7	16,7	33,3	8,3	25,5
Larvas Diptera	85,4	85,4	81,2	62,5	78,5

puede que esté subestimado, ya que existen métodos especiales para su estudio y con los cuales aparecen abundancias más elevadas.

Se entrega el número total de muestras en que se encontró (el porcentaje sobre 192 aparece en Tabla 2); se detalla, además, cuando corresponde el N° de muestreo y la especie de árbol en que apareció en todas las muestras (3). En las últimas columnas se entregan las medias y sus desviaciones estándar, sobre el total de muestras que presentó fauna para cada taxón, expresada como N° de individuos sobre 1.000 cc de material.

En particular, de nuestros datos, observamos que Diplopoda tiene frecuencias bajas todos los meses, excepto el muestreo 8, bajo quillay, siempre se trata de uno o muy pocos individuos, aunque excepcionalmente se encontró hasta 14 en una muestra; en su mayoría se trata de for-

mas pequeñas de Polyxenidae. Chilopoda tiene también frecuencias bajas todos los meses, y en la excepción de tabla 2 (muestreo 11 bajo lingue), se trata de un solo individuo en cada una de las 4 muestras; considerando todas las muestras, el máximo observado fue 4 por tubo. Symphyla presentó frecuencias bajas en todos los meses, sin excepción; corrientemente se encuentra uno o muy pocos individuos en una muestra, sin embargo, en forma excepcional, se recogieron 38 individuos en una sola muestra.

Pauropoda, con características muestrales parecidas a Symphyla, presentó 1 ó 2 individuos por muestra, salvo un caso, en que se encontraron 37 individuos. Psocoptera alcanzó presencia en las 4 muestras de un solo mes; bajo lingue, presentó un máximo de 17 individuos.

En general este grupo de taxa, por su baja frecuencia, además de su baja representatividad ecológica, presenta problemas para reali-

Tabla 3
FAUNA QUE NO ALCANZA 50% DE FRECUENCIA MUESTRAL, NI EN EL TOTAL DE MUESTRAS NI EN LOS SUBTOTALES BAJO 4 ESPECIES DE ARBOL

Taxón	Nº de muestras con presencia	Frec. 100% Nº muestreo	especie vegetal	Nº ind/1000 cc \bar{X} (sólo muestras presentes)	s de media anterior
Diplopoda	39	8	Q	12,9	12,9
Chilopoda	33	11	LN	6,5	3,8
Symphyla	19	—	—	16,0	33,2
Pauropoda	34	—	—	11,0	24,5
Protura	80	11,13 10,11,12	LN LT	45,9	125,7
Psocoptera	85	11 10 6	PU LN LT	12,0	11,8
Heteroptera	16	—	—	9,8	12,3
Thysanoptera	53	2	Q	16,6	32,4
Staphylinidae	8	—	—	7,2	4,1
Pselaphidae	4	—	—	6,7	3,3
Ptiliidae	2	—	—	6,7	4,6
Curculionidae	7	—	—	4,6	1,5
Lathridiidae	2	—	—	4,0	
Larvas Lepidoptera	49	7	LN	12,2	11,6

a: Quillay; LN = Lingue; LT = Litre; PU = Puya.

zar descripciones o análisis cuantitativos, razón por la que se trató aparte.

Queda así delimitado un conjunto de 11 taxa de microartrópodos, que por presentar en total o en particular bajo alguna especie vegetal frecuencias mayores de 50%, se estima que son los microartrópodos más representativos y típicos, por lo que se caracterizan sus abundancias medias en tabla 4 bajo las diferentes especies vegetales y en el total del ciclo; además de \bar{X} , se entrega la respectiva desviación estándar(s) y el número total de individuos contabilizado en los muestreos; se trata en su mayoría de diversos grupos de Acarina e insectos Collembola, más Pseudoscorpionida, Homoptera y larvas de Coleoptera y Diptera. El total de individuos recolectados de estos taxa más frecuentes, en el ciclo anual completo, es de 50.509 individuos.

3.3. Variaciones de abundancia

Es posible preguntarse si las variaciones observadas bajo los diferentes vegetales son o no significativas o sólo variaciones del azar; pregunta que también puede hacerse respecto al factor tiempo (meses). Para responder esta pre-

gunta se realizaron análisis de varianza a dos criterios (especie vegetal \times tiempo), en aquellos taxa que cumplen con un requisito de aplicabilidad de esta prueba estadística, cual es, presentar un número de observaciones "cero", correspondientes a muestras sin individuos no superior al 30% de las observaciones. De hecho, al observar en tabla 2 la columna de frecuencia total, observamos que esta condición es cumplida muy bien por los dos grupos de más alta frecuencia, ácaros Oribatida y Actinedida, siendo menos favorables, pero dentro del límite, para ácaros Gamasida, Tarsonemini y larvas de Diptera. Para este conjunto de 5 taxa se realizaron entonces los ANOVA, cuyos resultados aparecen en tabla 5. Se puede observar que el factor tiempo fue altamente significativo para todos ellos, lo que justifica la elaboración de la tabla 6, donde se caracterizan las abundancias medias en los diferentes muestreos mensuales, con la respectiva desviación estándar y el número absoluto de individuos recolectados que apoyó el análisis; además, las tendencias temporales de las medias de estos 5 taxa se ilustra en las figuras 2 y 3.

Por otra parte, se observa que el factor espe-

Tabla 4
 Microartrópodos cuya frecuencia muestral fue mayor de 50%, en los suelos de al menos una de las especies vegetales.
 Densidad media y desviación estándar, del conjunto del ciclo anual, para los suelos de las 4 plantas estudiadas, expresado como número de individuos en 1.000 cc de material
 N=número total de individuos del taxón, contabilizados en las muestras durante el ciclo anual

	Lingue		Quillay		Litre		Puya		Total ciclo	
	\bar{X}	N	\bar{X}	N	\bar{X}	N	\bar{X}	N	\bar{X}	N
Oribatida	406,8	311,4	413,8	417,8	424,3	394,9	349,4	350,7	398,6	369,1
Acaridida	54,7	116,9	16,3	42,8	16,8	50,4	14,2	80,4	25,5	79,5
Protigmata	470,6	718,2	385,3	400,0	339,4	350,2	165,6	177,7	340,2	465,5
Tarsonemini	137,2	174,4	85,5	141,7	82,9	206,5	15,5	27,4	80,3	158,1
Gamasida	100,2	109,4	70,7	84,0	45,2	49,7	38,3	75,4	63,5	85,3
Uropodida	39,9	79,0	10,6	25,6	0,2	1,2	0,3	1,3	12,7	44,3
Pseudoscorpionida	18,5	17,4	5,8	9,2	11,1	7,2	2,7	3,8	7,8	11,2
Collembola Entomobryomorpha	91,1	125,5	53,3	85,6	20,5	36,6	7,7	17,1	43,1	84,4
Collembola Poduromorpha	71,0	157,9	39,8	74,9	24,4	46,5	12,9	29,5	37,0	93,5
Homoptera	31,1	56,9	26,8	64,3	8,2	13,0	7,9	30,6	18,5	46,9
Larvas Coleoptera	8,4	22,5	4,8	7,0	6,4	3,8	1,4	3,1	5,1	13,0
Larvas Diptera	23,3	47,5	36,0	57,9	20,8	29,4	9,5	19,7	22,4	42,2

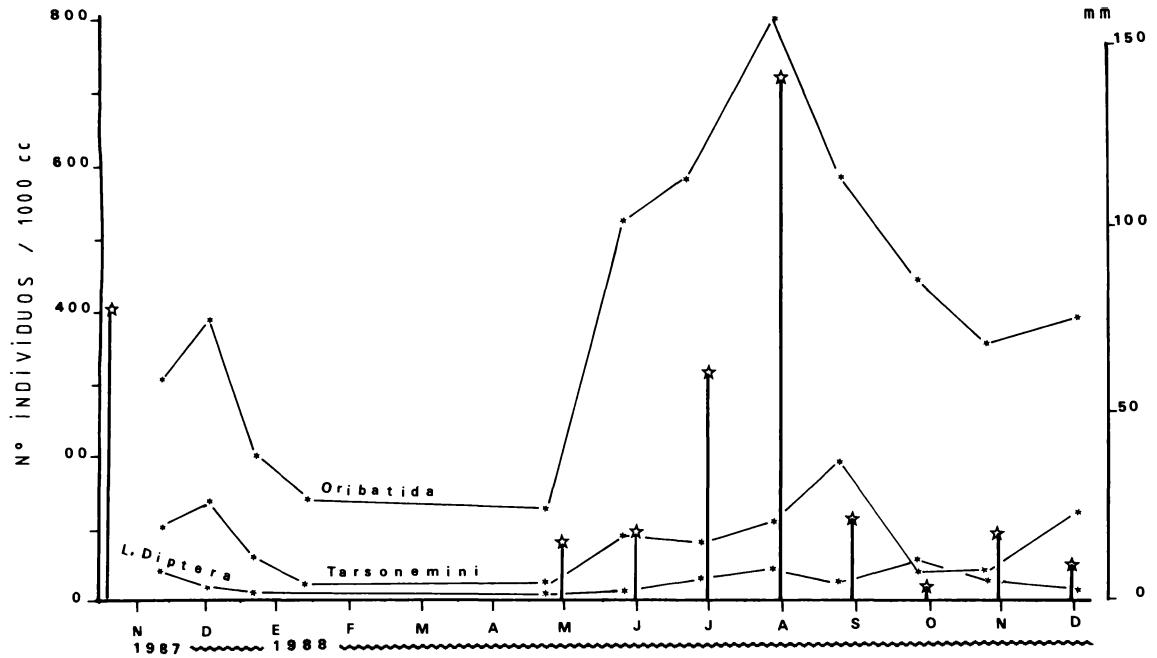


Figura 2. Fluctuaciones de las densidades medias de ácaros Oribatida y Tarsonemida y larvas de Diptera, en 12 muestreos, abarcando 15 meses, expresadas como número de individuos por 1.000 cc de material (eje ordenadas de la izquierda). Además, se ilustra con estrellas y barras la cantidad de precipitaciones en mm en el mismo período, con la escala en el eje de ordenadas del lado derecho.

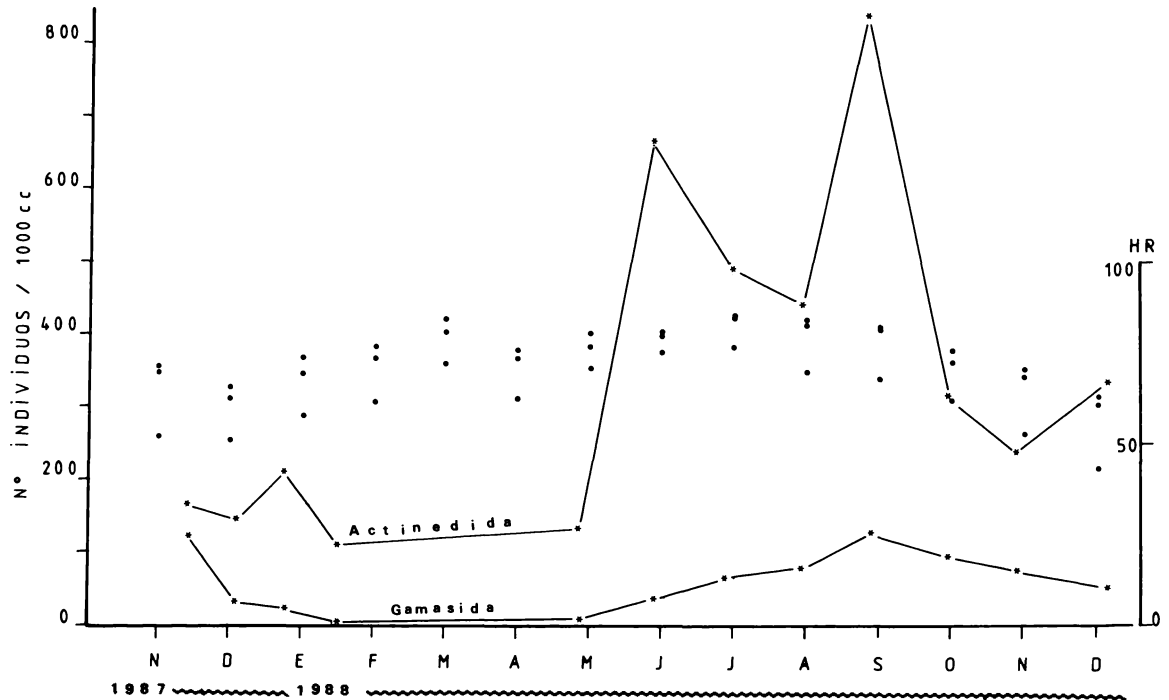


Figura 3. Fluctuaciones de las densidades medias de ácaros Actinedida y Gamasida, en 12 muestreos, abarcando 15 meses, expresados como número de individuos por 1.000 cc de material (eje ordenadas del lado izquierdo). Además, se ilustran las cifras medias de humedad relativa del aire, durante el mismo período (eje ordenadas del lado derecho); los 3 puntos en cada fecha corresponden a las medias de las 3 horas de medición.

Tabla 5
 RESULTADOS DE ANALISIS DE VARIANZA A DOS CRITERIOS DE CLASIFICACION,
 PARA CINCO TAXA DE FRECUENCIAS ELEVADAS. RESERVA RIO CLARILLO.
 S=SIGNIFICATIVO PARA $p=0,05$; SS=SIGNIFICATIVO PARA $p=0,01$;
 NS=NO SIGNIFICATIVO; SCD=SUMA DE CUADRADOS DE LAS DESVIACIONES;
 CM=CUADRADOS MEDIOS; GL=GRADOS DE LIBERTAD

	Oribatida	Actinedida	Tarsonemini	Gamasida	Larvas Diptera
F. especie	0,68 NS	11,96 SS	17,65 SS	11,97 SS	8,89 SS
F. tiempo	5,17 SS	6,66 SS	4,97 SS	14,50 SS	6,36 SS
F. interacción	1,60 S	1,42 NS	1,14 NS	1,25 NS	1,65 S
q	12	12	12	12	12
p	4	4	4	4	4
n	4	4	4	4	4
S.C.D. líneas	2,51	32,30	86,52	36,84	17,62
S.C.D. columnas	70,19	65,95	89,29	163,63	46,23
S.C.D. interacción	65,14	42,05	61,65	42,40	36,04
S.C.D. residual	177,77	129,63	235,26	147,68	95,17
S.C.D. total	315,61	269,94	472,71	390,55	195,06
C.M. líneas	0,84	10,77	28,84	12,28	5,87
C.M. columnas	6,38	6,00	8,12	14,88	4,20
C.M. interacción	1,97	1,27	1,87	1,28	1,09
C.M. residual	1,23	0,90	1,63	1,03	0,66
G.L. líneas	3	3	3	3	3
G.L. columnas	11	11	11	11	11
G.L. interacción	33	33	33	33	33
G.L. residual	144	144	144	144	144

cie vegetal muestra diferencias altamente significativas para Actinedida, Tarsonemini, Gamasida y larvas de Diptera, no siendo así, en cambio, para Oribatida. En el caso de larvas de Diptera, se encuentra además significativa la interacción, lo que puede interpretarse como que las variaciones en el tiempo, en alguna forma, son dependientes de las variaciones bajo las diferentes especies vegetales. En cambio, la interacción no es significativa para Actinedida, Tarsonemini y Gamasida, por lo que puede postularse que las variaciones de abundancia de estos taxa, debido a los dos factores analizados, son independientes entre sí. La interacción significativa que muestra Oribatida, pierde valor analítico, ya que como se observó, uno de los factores no es significativo.

3.4. Análisis de factores abióticos

Gracias a que en la Reserva Nacional Río Clarillo existe una estación meteorológica, se pudo disponer de todos los datos para los 15 meses del estudio realizado, es decir, desde octubre 1987 a diciembre 1988. De hecho, se dispone de

temperaturas tomadas en tres lecturas diarias, a las 8, 12 y 20 horas (9, 13 y 21 horas, horario de verano), éstas corresponden, sean a temperaturas del aire (en caseta), del momento, máxima y mínima, o del suelo, del momento, a cuatro profundidades (10, 20, 50 y 100 cm). También se dispuso de mediciones en los mismos horarios, de humedad relativa y de una lectura diaria (8 h) de evaporación y precipitaciones.

El análisis que sigue utiliza las medias mensuales de temperatura separadamente en cada uno de los tres horarios, de caseta (momento, máxima, mínima) y de las diferentes profundidades del suelo, expresados en todos los casos en grados Celsius, además de las medias mensuales de humedad relativa en %; de la evaporación media mensual en mm, y del total acumulado mensual de precipitaciones en mm. No se transcribe el detalle de los datos, por su gran extensión y porque pueden ser consultados en CONAF; a continuación, se sintetizan algunos hechos o tendencias, que pueden ser relevantes a nuestro análisis faunístico, o a la tipificación del ecosistema estudiado.

Tabla 6
 DENSIDADES MEDIAS (\bar{X} , EN N° DE INDIVIDUOS POR 1.000 CC) DE LOS 5 TAXA MAS FRECUENTES,
 CONJUGANDO RESULTADOS BAJO DIFERENTES ESPECIES VEGETALES, EN LOS DIFERENTES
 MUESTREOS (2 AL 13, FECHAS EQUIVALENTES EN METODOS); DESVIACIONES ESTANDAR
 CORRESPONDIENTES

\bar{X}	Número de muestreos												Total ciclo
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Oribatida	303,3	389,3	196,3	138,0	126,3	517,8	573,8	794,5	574,5	434,3	350,8	385,3	398,6
Actiniedida	169,8	144,5	212,5	110,3	132,3	661,3	488,8	441,8	837,0	310,8	239,8	334,3	340,2
Tarsonemini	100,8	131,5	58,0	18,0	16,8	84,0	73,8	104,3	188,0	35,0	34,3	119,0	80,3
Gamasida	121,5	34,5	23,0	2,8	5,3	35,8	63,5	79,8	123,8	141,5	79,0	52,3	63,5
Larvas Diptera	41,5	18,5	7,0	9,8	3,0	7,0	28,8	42,0	16,5	52,0	29,8	12,8	22,4
s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total ciclo
Oribatida	274,3	422,8	171,2	119,7	134,8	478,4	384,2	548,0	356,7	198,6	305,3	164,0	369,2
Actiniedida	142,3	119,3	150,7	77,9	102,0	645,0	276,6	313,1	1.146,4	252,2	216,0	243,9	465,5
Tarsonemini	142,2	210,5	104,9	36,4	38,8	137,6	99,6	170,2	215,4	85,8	30,9	309,7	158,1
Gamasida	136,5	39,9	37,1	7,1	11,1	63,1	73,4	61,7	116,6	104,1	70,6	51,9	85,3
Larvas Diptera	77,7	31,3	13,3	8,4	3,7	8,8	32,4	62,4	14,2	72,5	39,3	16,3	42,2

Temperaturas del suelo

Respecto a la gradiente horaria de las medias de temperatura, se pueden hacer las siguientes observaciones:

- A 10 cm: en todos los meses del período examinado, los valores más bajos son a las 8 h, suben a las 14 h y los valores más altos son a 20 h, o sea, aun en invierno se produce un calentamiento progresivo desde 8 a 20 h.
- En la capa de 20 cm, existe la misma gradiente horaria que a 10 cm, desde octubre (1987) a febrero (1988), e igualmente en abril, septiembre, octubre y diciembre (1988). Hacen excepción entonces, durante 1988, marzo, mayo, junio, julio, agosto y noviembre, en todos los cuales, si bien la temperatura a 8 h es menor que a 20 h, en cambio la temperatura \bar{X} más baja se registra a 14 h.
- En la capa de 50 cm de profundidad, la situación es diferente, en todos los meses la \bar{X} más elevada es a 14 h; por otra parte, en la mayoría de los meses, la \bar{X} a 20 h es menor que a 8 h, y en el resto de los casos es igual.
- En la capa de 100 cm, coincide con la anterior en que las \bar{X} más altas se registran a 14 h; por otra parte, las \bar{X} en la mayoría de los meses son mayores a 20 h que a 8 h (11 casos de 15 meses), en 2 casos las \bar{X} de 20 h y 8 h

son iguales y en sólo otros 2 meses (marzo y noviembre 1988) a 20 h, es menor las \bar{X} que a 8 h.

Para ilustrar las tendencias en el ciclo anual, se representaron las medias térmicas mensuales en los 3 horarios de mediciones para temperaturas del suelo (Figura 4) y para las del aire (Figura 5), para la cual se ilustra también las temperaturas medias de las máximas y medias de las mínimas; en figura 5 se señala también la posición de las fechas de muestreo en relación al tiempo ilustrado en el eje de las abscisas.

3.4.1. Comparación de temperaturas de suelo con las de caseta

Al comparar las temperaturas medias mensuales de aire (caseta) con las temperaturas de suelo en sus diversos estratos, se encuentra que:

- a 8 horas, todos los meses, la temperatura de caseta fue menor que cualquiera de las de suelo, en cualquier hora y profundidad,
- a 14 horas, en todos los meses, la temperatura de caseta, fue mayor que cualquiera de las de suelo, en cualquier hora y profundidad,
- A 20 horas, en muchos casos, en caseta fue menor que cualquiera de las de suelo, como sucede con la temperatura \bar{X} de caseta a 8 horas, pero, sin embargo, en 6 casos en case-

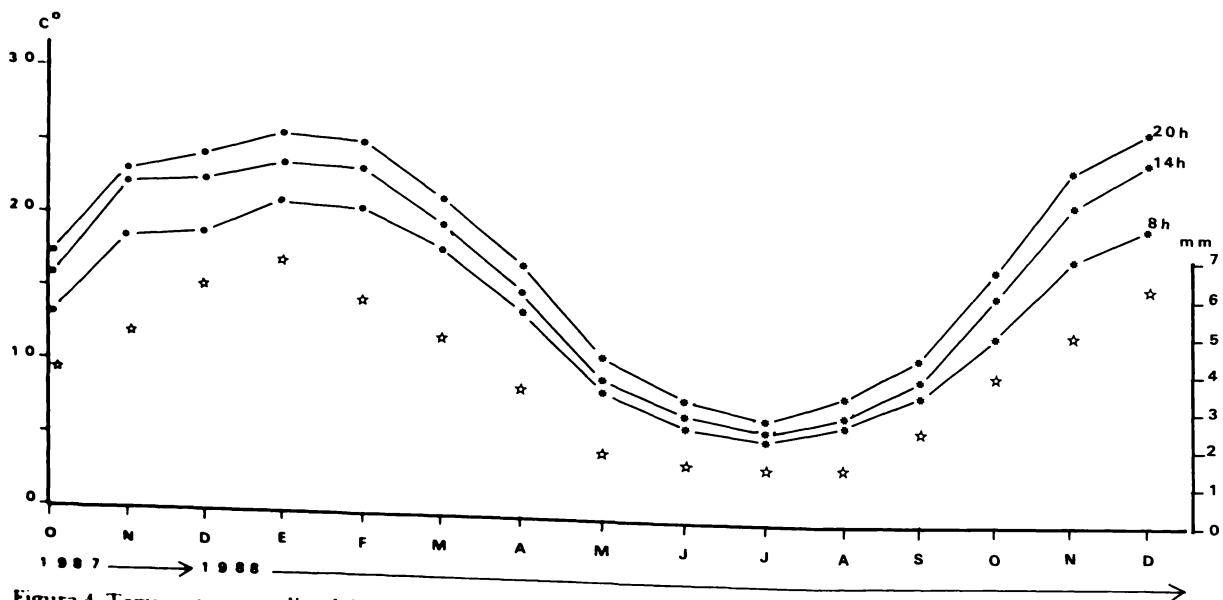


Figura 4. Temperaturas medias del suelo en el estrato de 0 a 10 cm de profundidad, durante los 15 meses de la experiencia; las 3 curvas corresponden a la medias mensuales de las mediciones a las 8, 14 y 20 h, respectivamente. Las estrellas son evaporación media mensual.

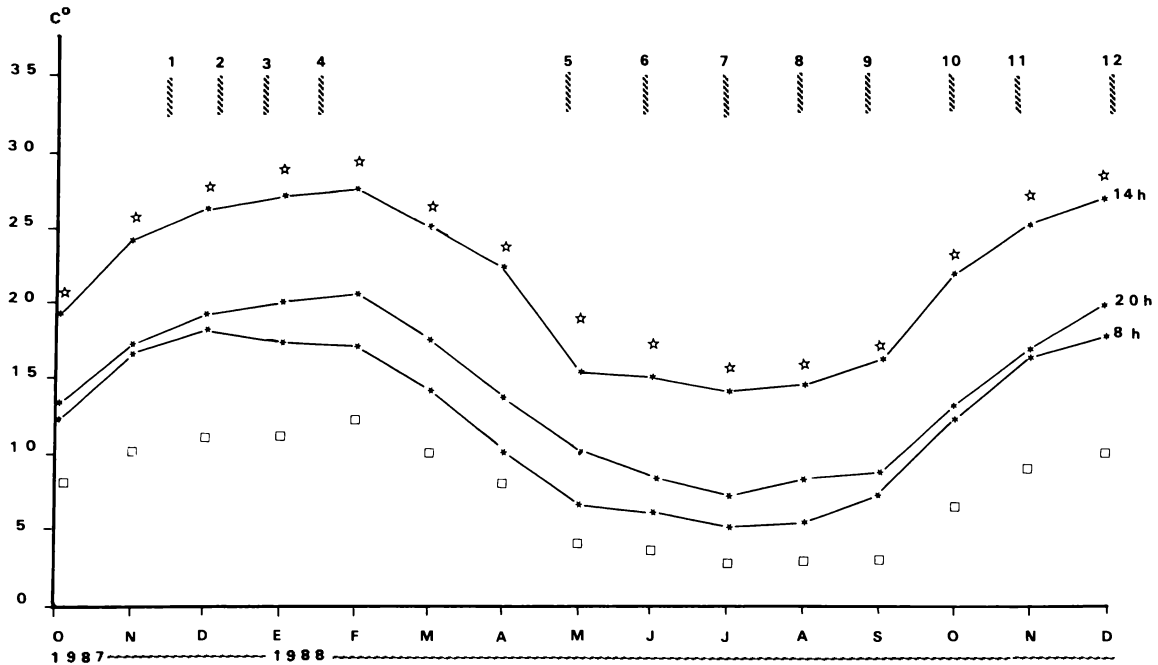


Figura 5. Temperaturas medias del aire (en caseta meteorológica), a 8, 14 y 20 h, durante los 15 meses de la experiencia. Además, se ilustran las medias de las máximas (con estrellas) y las medias de las mínimas (con cuadrados) en los mismos meses. En la parte superior de la figura se ilustran las fechas de los muestreos de fauna, según número convencional explicado en el texto.

ta fue ligeramente mayor que la temperatura de suelo a 100 cm. Además, en 3 meses, junio, julio y agosto, la temperatura de caseta fue en general mayor que las de suelo, con excepción de una u otra profundidad.

En general, las temperaturas del suelo, especialmente a 10, 20 y 50 cm, muestran una mayor estabilidad térmica respecto a las variaciones diurnas de temperaturas del aire (caseta), siendo estas últimas siempre menores a 8 h y mayores a 14 horas, tendiendo a ser nuevamente menores a 20 h, con excepción de 3 meses invernales (junio, julio, agosto).

Otra observación de comparación es de que tanto las medias de las mínimas, como las medias de las máximas, ambas de caseta, son menores o mayores respectivamente que cualquiera de las medias de temperaturas de suelo, en cualquiera de los 3 horarios de medición o de las 4 profundidades, lo que no hace sino poner más en relieve la mayor estabilidad térmica del suelo respecto al aire.

Otra observación es que en los suelos, en el periodo analizado (15 meses), como no se dis-

pone de mediciones de temperaturas máximas y mínimas, podemos estimar la variación térmica restando para cada mes y cada profundidad, la temperatura media menor de la mayor en los 3 horarios de mediciones; los resultados se encuentran en la tabla 7.

Se puede observar que los diferentes rangos encontrados son mayores, sin excepción en la capa de suelo de 10 cm, y que manifiesta entonces una mayor inestabilidad térmica, luego menores a 20 cm, y aun menores a 50 cm. El caso de la profundidad - 100 cm, es anómala, pues en prácticamente todos los meses da cifras mayores que a 50 cm, aunque no mayores que a 20 cm; es probable que en este suelo en particular, a profundidad de 100 cm, haya otro factor, tal como quizás la influencia de una napa freática, que puede ser la causa de esta mayor variación térmica.

3.4.2. Otros elementos climáticos

Índice de evaporación: En la figura 4 se representa, con la escala de ordenadas del lado dere-

Tabla 7
 DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS MENSUALES
 MAYORES Y MENORES, DE LAS 3 HORAS DE
 CONTROL, PARA CUATRO PROFUNDIDADES DE
 SUELO Y 15 MESES DE MEDICIONES

		Profundidad en cm			
Meses		-10	-20	-50	-100
Octubre	1987	3,8	1,3	0,3	0,4
Nov.	1987	5,6	1,9	0,3	0,5
Dic.	1987	5,4	1,9	0,2	1,2
Enero	1988	4,5	1,6	0,2	0,5
Febrero	1988	4,7	1,4	0,2	0,5
Marzo	1988	3,4	1,4	0,3	0,5
Abril	1988	3,1	0,8	0,6	0,7
Mayo	1988	2,3	0,7	0,1	0,4
Junio	1988	1,7	0,6	0,3	0,5
Julio	1988	1,3	0,4	0,2	0,2
Agosto	1988	1,7	0,5	0,2	0,4
Sept.	1988	2,6	0,7	0,2	0,8
Octubre	1988	4,1	1,4	0,3	0,5
Nov.	1988	5,8	1,8	0,2	0,7
Dic.	1988	6,6	2,2	0,3	0,4
Rango máximo de todo el ciclo anual		20,8	18,2	15,6	16,5
Valores extremos mínimos en el ciclo		26,3	24,2	22,8	22,5
		5,5	6,0	7,2	6,0

cho, la evaporación media mensual, se observa que sigue, en líneas generales, la misma forma de las curvas de temperatura de la capa superficial del suelo, o también de las de aire (Fig. 5), mostrando la conocida correlación que existe entre este factor y la temperatura.

Podemos preguntarnos si el ajuste de formas es mayor a algunas de las curvas de temperatura de aire o de suelo, en ambos casos, respecto a cualquiera de las 3 horas computadas. Se efectuaron las correlaciones entre las medias mensuales como una estimación al problema, y se encuentran los siguientes valores de los coeficientes de correlación:

evaporación / caseta	8 h	=0,97859 SS
evaporación / caseta	14 h	=0,97373 SS
evaporación / caseta	20 h	=0,97707 SS
evaporación / suelo 10 cm	8 h	=0,97992 SS
evaporación / suelo 10 cm	14 h	=0,98138 SS
evaporación / suelo 10 cm	20 h	=0, 9791 S

Se puede observar que en todos los casos la correlación es elevada y altamente significativa, además que los valores de r con temperaturas de suelo (10 cm), en las tres horas de medición,

son ligeramente más elevados que los tres con temperatura de caseta; de hecho, el valor más elevado de los seis casos calculados, es con las temperaturas medias de suelo a 14 horas.

Con fines comparativos, se ilustra la cantidad de precipitaciones en relación al tiempo (figura 2, eje de ordenadas del lado derecho), pudiéndose observar el acusado período de sequía entre octubre 1987 y marzo 1988, período durante el cual los 5 taxa ilustrados en figuras 2 y 3, tienen sus densidades más bajas, en cambio los cinco aumentan sus densidades en el período de lluvias, especialmente Oribatida y Actinedida, que tienen sus máximas en los meses de agosto y septiembre, respectivamente; los citados aumentos en las densidades se realizan justo en los meses de temperaturas frías (Figuras 4 y 5), lo que sugiere fuertemente que los rangos térmicos locales bajos, aun en invierno, influyen poco en las abundancias de los microartrópodos estudiados, los cuales parecen ser mucho más sensitivos a las fluctuaciones del régimen pluviométrico.

En la figura 3, apoyándose en el eje de ordenadas representado al lado derecho, se ilustra la variación anual de las medias de humedad relativa del aire, en las tres horas de medición diaria; como es de esperar, se observa en general un alza en el período invernal, que corresponde también, como se ha visto, al aumento de las precipitaciones; como corresponde, por otra parte, al régimen climático "mediterráneo subhúmedo", en el que queda englobado esta reserva, según la clasificación de Di Castri y Hajek (1976).

3.4.3. Correlaciones entre elementos climáticos y densidades medias de fauna

Una vez ya precisados los rasgos climáticos generales de este ecosistema, podemos preguntarnos si existe alguna relación entre las abundancias de algunos taxa, y propiedades climáticas; con este fin, para los 5 taxa de mayor frecuencia, ya analizados con ANOVA, se realizaron correlaciones entre las medias mensuales del taxón y los valores medios de elementos climáticos del mes precedente, es decir, del que pudo haber tenido alguna influencia; en el caso de las precipitaciones, se utilizó el valor absoluto de caída de agua en mm para el mes precedente a cada muestreo de fauna estudiado. En el caso

de las temperaturas, se trabajó con las medias mensuales de los 3 horarios de lectura (8, 14 y 20 h) en C°; la humedad relativa se expresa en %, se utilizó la media de las 3 mediciones diarias. La evaporación es también la media mensual. Los resultados aparecen en la tabla 8.

En todos los casos se tomó la densidad de fauna como variable dependiente y el elemento climático como variable independiente.

En cuanto a la temperatura, muestra correlaciones negativas y significativas para $p=0,01$, para Oribatida y Gamasida; negativas y significativas para $p=0,05$, para Actinedida y Larvas de Diptera. Tarsonemini no muestra correlación significativa. No hay diferencias marcadas al utilizar las medias de cualquiera de los tres horarios de mediciones. La humedad relativa del aire no parece estar correlacionada con la densidad de estos taxa, sin embargo, arroja significación positiva y significativa para $p=0,05$, en Gamasida y Larvas de Diptera.

En resumen, tal como se puede vislumbrar del examen visual de las figuras 2, 3, 4 y 5, se constata que la fauna de los 5 taxa más frecuentes, estaría en su mayoría correlacionados negativamente con la temperatura; esto, por supuesto, no es prueba de relación causa-efecto sino sólo constata una covariación; si bien la temperatura tiene efectos directos y positivos o negativos en variados aspectos de la dinámica de las diferentes poblaciones de microartrópodos, pensamos que el efecto dominante en esta ocasión es indirecto, a través de la sequía acompañante de la estación cálida y, por el contrario, las temperaturas bajas locales no parecen frenar respectivos aumentos poblacionales. Se espera-

ría entonces, que estos últimos estuvieren respondiendo a otros estímulos, especialmente a la cantidad de agua; sin embargo, sólo dos de los taxa muestran una correlación significativa y, como es de esperar, positiva. Un tal resultado parcial no niega la eventual influencia de las precipitaciones sobre los otros taxa, los que podrían estar respondiendo como efectos más lentos o más rápidos a la causa medida, que los dos taxa significativos; si así se justificara, un análisis tipo correlograma (Lebrun, 1971), podría arrojar información al respecto; lo más probable, sin embargo, es que se trata de un efecto sistémico múltiple, en que la temperatura y la cantidad de agua sean sólo dos de los múltiples factores en juego, entre los cuales proponemos, con nuestros datos, también el aporte o caída de hojarasca al suelo, factor de importancia primaria para ácaros Oribatida, aporte que como se observó en la figura 1, es constante todo el año, pero con máximos durante la estación seca, al menos bajo lingue, el cual representa bien el tipo de defoliación parcial propio a otros árboles de la zona de clima mediterráneo. Estando el aporte de hojas ya en el suelo, y produciéndose las precipitaciones propias al período frío quedan sentadas las condiciones óptimas para varios taxa de microartrópodos, tales como insectos Collembola además de ácaros Oribatida, seguidos posteriormente de un aumento de los predadores correspondientes, tales como ácaros Gamasida y Actinedida. Sin embargo, debería hacerse un análisis más fino, con mediciones microclimáticas en los mismos sitios de muestreo y haciendo análisis hasta taxa específicos, para extraer conclusiones precisas, las que sue-

Tabla 8
VALORES DE LOS COEFICIENTES DE CORRELACION, OBTENIDAS ENTRE DENSIDADES MEDIAS MENSUALES DE 5 TAXA Y ELEMENTOS CLIMATICOS

	Oribatida	Actinedida	Tarsonemini	Gamasida	Larvas Diptera
\bar{X} Temperatura 10 cm 8 h	-0,76 SS	-0,62 S	-0,28 NC	-0,80 SS	-0,69 S
\bar{X} Temperatura 10 cm 8 h	-0,64 S	-0,62 S	-0,23 NS	-0,77 SS	-0,57 S
\bar{X} Temperatura 10 cm 8 h	-0,74 SS	-0,63 S	-0,24 NS	-0,77 SS	-0,66 S
Humedad relativa % (media de las 3 mediciones diarias)	0,35 NS	0,32 NS	-0,09 NS	0,67 S	0,55 S
\bar{X} Evaporación	-0,80 SS	-0,63 S	-0,31 NS	-0,77 SS	-0,67 S
Cantidad mensual precipitaciones, en mm	0,14 NS	0,08 NS	0,04 NS	0,86 SS	0,75 SS

len variar de especie a especie; los efectos de grupo, o de gremios, que se han encontrado pueden, de todos modos, entregar información que aclara algo la dinámica del ecosistema estudiado y permitirá así planificar en forma más precisa futuras investigaciones en esta interesante Reserva Nacional.

4. CONCLUSIONES

1. Se obtiene el esquema de fluctuaciones de abundancia, para microartrópodos del suelo, en un ciclo anual.
2. Se obtienen cifras de caída de hojas de *Persea lingue* en un ciclo anual, las que varían significativamente según el factor tiempo, con un máximo en el período caluroso/árido.
3. Se dividen los taxa obtenidos en clases de frecuencia, sólo 5 taxa superan el 80% requerido para analizar análisis estadísticos, son ácaros Oribatida, Actinedida, Tarsonemini, Gamasida y larvas de insectos Diptera.
4. Los 5 taxa señalados en el punto anterior, al ANOVA, varían significativamente en el factor tiempo y todos, salvo Oribatida, varían significativamente según especie de árbol; sólo en larvas de Diptera se encuentra una interacción significativa.
5. Se encuentran correlaciones entre densidades de taxa y diversos elementos climáticos, que sugieren una posible acción compleja sobre la dinámica de los taxa.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis mejores agradecimientos, muy especialmente por su ayuda clara y eficiente:

- a Ignacio Mellado, infaltable compañero de trabajo, por su excelente ayuda técnica, tanto en terreno como en laboratorio,
- a la Sra. Nancy Torres, por su muy valiosa ayuda en la delicada labor de transcripción de este manuscrito,

— al Sr. Carlos Peña, del personal de CONAF en la Reserva Río Clarillo, quien nos ayudó a profundizar nuestro conocimiento de la Reserva.

LITERATURA CITADA

- COVARRUBIAS, R., I. RUBIO y F. DI CASTRI. 1964. Observaciones ecológico-cuantitativas sobre la fauna edáfica de zonas semiáridas del Norte Chico de Chile. Bol. Prod. Anim. Santiago, Chile. Serie A(2): 1-1-109.
- COVARRUBIAS, R. y F. SAIZ. 1971. Sobre algunas condiciones de la extracción de fauna edáfica mediante embudos de Berlese-Tullgren. Bol. Mus. Hist. Nat. 32: 49-60. Santiago.
- COVARRUBIAS, R., C. CONTRERAS e I. MELLADO. 1989. Dinámica de los gremios de microartrópodos bajo *Laretia acaulis*. Acta Entomológica Chilena 15: 211-224.
- DAGNELIE, P. 1970. Théorie et Méthodes Statistiques. Editions J. Duculot. Belgique.
- DI CASTRI, F. y E. HAJEK. 1976. Bioclimatología de Chile. Ed. Vicerrectoría Académica, Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 128 p.
- DI CASTRI, F., W. HERMOSILLA, R. COVARRUBIAS, F. SAIZ y V. ASTUDILLO. 1976. Densidad y diversidad biótica de la mesofauna edáfica en estepas altoandinas del Norte Grande de Chile. Inv. Zool., 14: 13-18. Santiago.
- ESPINOSA, A. 1981. Descripción y análisis de la vegetación en la precordillera andina de Santiago. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile. 147 p.
- GAJARDO, R. 1980. La vegetación chilena. Publicación interna, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 7 p. Santiago.
- HAJEK, E. y F. DI CASTRI. 1975. Bioclimatología de Chile. Ed. Universidad Católica de Chile, Santiago. 107 p.
- LEBRUN, P.H. 1971. Ecologie et Biocénétique de quelques peuplements d'Arthropodes édafiques. Mémoire N° 165 de l'Institut Royal des Sciences de Belgique, Bruxelles, Belgique. 203 p.
- NAVAS, L.E. 1979. Flora de la cuenca de Santiago de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile. 3 Tomos.
- ODUM, E. 1972. Ecología. 3ª Ed. Nueva Ed. Interamericana S.A. México. 639 p.
- SOKAL, R. y J. ROHLF. 1969. Biometry. W.H. Freeman and Company, San Francisco. U.S.A.