

**MICROARTROPODOS EN SUELOS DE BOSQUES DE *NOTHOFAGUS PUMILIO* EN PARQUES NACIONALES DE CHILE<sup>1</sup>**

**MICROARTHROPODS IN SOILS FROM *NOTHOFAGUS PUMILIO* FORESTS. FROM CHILEAN NATIONAL PARKS**

RENÉ COVARRUBIAS<sup>2</sup>, CECILIA COVARRUBIAS e IGNACIO MELLADO

ABSTRACT

In a set of 11 forests of *Nothofagus pumilio*, in different National Parks, from "Laguna Laja" to "Pérez Rosales", the soil microarthropods were studied.

The analysis of the abundances of the most frequent higher taxa shows significant variation, according to the individual forests, to the season of the year and to the height of the trees.

**Key words:** Soil fauna, Microarthropods, *Nothofagus pumilio* forests, National Parks. Chile..

INTRODUCCION

El estudio de los microartrópodos en suelos puede realizarse a varios niveles según los propósitos. El nivel específico es uno de los más utilizados, por sus connotaciones taxonómicas, biogeográficas y de dinámica poblacional.

Sin embargo en estudio comunitarios, dados el elevado número de individuos con que se suele trabajar, el trabajo a nivel específico no siempre es posible. Nos preguntamos si los estudios de abundancias globales para niveles taxonómicos superiores, podrán entregar información válida acerca de la dinámica del ecosistema.

De trabajos anteriores (Covarrubias 1966, 1987, 1989, 1990), se nos ha ido formando la idea de que los taxa superiores utilizados hasta ahora (órdenes, subórdenes, familias) presenten una especial uniformidad funcional, intra grupo, siendo en general muy distintos entre grupos, de modo que podría cada uno formar parte inte-

grante de diferentes agrupaciones funcionales reales que sería de interés determinar.

Pero, además se puede proponer la idea de que la abundancia de estos grupos puede estar reaccionando como conjunto frente a diversos factores del ecosistema, a pesar de las dinámicas poblacionales dispares que podrían tener los componentes de esos conjuntos; justamente, si ese fuera el caso, nada haría esperar que las abundancias globales del grupo mostraran correlaciones definidas con otros factores, o que presentaran rangos y valores típicos de acuerdo a situaciones globales, tales como tipo de vegetación, individualidad de un bosque, estación climática, estado de desarrollo de la vegetación, etc.

La influencia del tipo de vegetación y tipo de ambiente sobre la abundancia de taxa superiores ya ha sido demostrada en trabajos anteriores (Covarrubias *et al*, 1964, 1976; Covarrubias y Valderas, 1982; Covarrubias 1966, 1987, 1989, 1990).

En el presente trabajo simplificamos a un solo tipo de formación vegetacional y a una especie de árbol, es decir, bosques puros de *Nothofagus pumilio*; además analizamos un amplio espectro de éstos, de modo de abarcar una gradiente latitudinal amplia. Varias son las preguntas que deseamos tratar de responder. En este primer trabajo inicialmente tipificamos la fauna en estu-

<sup>1</sup>Trabajo financiado por el Proyecto 101-1989 de FONDECYT, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Instituto de Entomología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Fax 56-2-2392067. Casilla 147 Santiago, Chile.

dio, en fracciones según sus frecuencias muestrales; además se desea tipificar las densidades obteniendo valores medios basados en un número elevado de muestras, como asimismo medidas de dispersión de los datos respecto a esos valores. Si bien, *a priori*, por tratarse de una misma especie de árbol en bosque puro, se puede esperar uniformidad taxonómica y en las abundancias, se someterán a prueba estadísticamente los efectos sobre las densidades de taxa superiores con frecuencias elevadas, su posible respuesta como grupo frente a los factores "bosque individual", estación del año y estado de crecimiento de los árboles.

#### MÉTODOS: DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

Se buscó un conjunto de Parques Nacionales, que presentaran bosques de *Nothofagus pumilio* puros como parte de su flora conocida, y que abarcaran un amplio sector latitudinal.

Basándose en información proporcionada por la Corporación Nacional Forestal<sup>3</sup> y en nuestras experiencias preliminares en terreno, se eligieron los 8 lugares de muestreo detallados a continuación, donde se hace constar también la Región, latitud y longitud de referencia, así como la altitud precisa del sitio de muestreo.

PARQUE	REG.	LAT. S	LONG. W	ALTITUD SITIO MUESTREO m.s.n.m.
Laguna Laja	VIII	37°23'	71°24'	1610
Nahuelbuta	IX	37°44'	72°57'	1400
Tolhuaca	IX	38°00'	71°50'	1590
Conguillio	IX	38°40'	71°45'	1550
Villarrica Rucapillán	IX	39°21'	71°27'	990
Villarrica Puesco	IX	39°39'	72°03'	1000
Puyehue	X	40°26'	72°22'	850
Pérez Rosales	X	41°23'	71°34'	800

Se descartaron los Parques situados más al sur del país por su difícil acceso y alto costo del eventual muestreo. Se descartó Huerquehue, por encontrarse muy cerca de Villarrica-Rucapillán y

<sup>3</sup>Informe interno CONAF: "Parques Nacionales-Reservas Forestales".

ser muy parecido. El caso de Villarrica Puesco en cambio, a pesar de quedar incluido nominalmente en el mismo Parque está a una distancia considerable del sector Rucapillán (70 km) y puede considerarse como otro sector de muestreo independiente.

No hay duda de que el análisis más completo habría sido realizar un ciclo anual de muestreo en cada uno de los Parques señalados más arriba, pero esta acción de elevado costo, escapa a nuestras posibilidades.

Se eligió en consecuencia realizar un grupo de muestreos en verano (Tolhuaca, Conguillio, Villarrica-Rucapillán, Villarrica-Puesco y Puyehue). Otro grupo de muestreos en invierno (Villarrica-Rucapillán, Villarrica-Puesco, Puyehue y Pérez Rosales). Nahuelbuta y Laguna Laja fueron muestreados en otoño. Un grupo contrastante de muestreos verano/invierno se llevó a cabo en los Parques de Villarrica-Rucapillán, Villarrica-Puesco y Puyehue, para evaluar la magnitud del cambio estacional. Es de hacer notar que todos los muestreos de invierno, se efectuaron bajo nieve (entre 10 y 50 cms.) situación no trabajada hasta ahora en Chile y que se estima de interés como aporte en el conocimiento de la fauna de microartrópodos en esta condición ambiental.

En cada uno de los parques se procedió a detectar áreas representativas, con bosques puros de *Nothofagus pumilio*. En los sectores elegidos se procedió a tomar 50 muestras al azar. Las muestras consisten en hojarasca y humus, hasta de 5 cms. de profundidad; el material es tomado con pala pequeña, introducido en bolsas de polietileno y etiquetado. El conjunto de muestras de cada Parque se pone en cajas de aislapol y selladas para su transporte a laboratorio.

Para la extracción de los microartrópodos se colocó un volumen de 100 cc. de cada muestra, en las rejillas de embudos de Berlese-Tullgren, dejándose allí durante 1 semana, bajo iluminación por ampolletas de 40W.; la fauna se recogió en tubos de vidrio con alcohol de 75 grados.

Posteriormente se analizaron los microartrópodos obtenidos individualmente en cada muestreo, haciendo un protocolo con las taxa superiores y con el número de individuos por taxón.

Con el conjunto de datos se procedió a caracterizarlos estadísticamente y a realizar análisis de varianza de uno y dos criterios, modelo fijo (Dag-

nelie, 1970) para determinar la significación o no de las diferencias en las medias de los diferentes grupos.

Los muestreos de verano se realizaron en Enero de 1990 y de 1991 y las de invierno en Junio/Julio de 1990; los muestreos de otoño fueron en Abril de 1989.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Taxa frecuentes y poco frecuentes

De las 550 muestras, procedentes de 11 muestreos en bosques de *Nothofagus pumilio*, se obtuvo un conjunto de taxa superiores y además el detalle de las respectivas abundancias por taxon y por muestra.

En primer lugar, se excluyó de la descripción y del análisis cuantitativo un subconjunto de taxa, por estimarse que para ellos el método de los embudos de Berlese-Tullgren no entrega abundancias significativas, siendo inadecuado a su captura, sea por la selección de tamaño que impone (tamices con malla de 2 mm. de apertura), como por tratarse de fauna capaz de poder caminar, saltar o volar desde los tamices hacia arriba; su presencia en las muestras se estima como casual. En este rubro se obtuvieron 751 individuos pertenecientes a 11 taxa superiores, cuyo detalle por muestreo se encuentra en la tabla 1.

La fauna restante conforma la lista de microartrópodos propiamente tales, estimándose su presencia y abundancia como representativas de la biota de microartrópodos aerobiontes en suelos de bosques de lenga.

Examinando para estos últimos la frecuencia de aparición en las muestras, expresada como números de muestras en que aparece el taxon, como porcentaje del total de muestras en cada Parque, se puede afectar una primera partición de la "biota representativa" en taxa *frecuentes*, a los que hemos asignado arbitrariamente valores iguales o superiores a 50% y los *poco frecuentes*, con valores inferiores a 50%. En la tabla 2 se muestran las frecuencias alcanzadas por cada taxon representativo en los diferentes Parques, así como en el total de muestras. En la tabla 3 se muestran iguales datos para el detalle de las familias de insectos Coleoptera.

Inspeccionando los resultados en tablas 2 y 3, se puede observar un grupo de taxa, cuyas fre-

cuencias totales (sobre las 550 muestras) son superiores a 50% y que además superan esa cifra varias veces en los 11 muestreos, número que se indicará entre paréntesis; son los siguientes:

Acarida Oribatida	(11 = 100% de muestreos)
Prostigmata	(11 = 100% de muestreos)
Tarsonemini	(6 = 54,5% de muestreos)
Gamasina	(10 = 90,9% de muestreos)

Insecta Collembola	
Entomobryomorpha	(11 = 100% de muestreos)
Insecta Collembola	
Poduromorpha	(6 = 54,5% de muestreos)
Insecta Larvas de Diptera	(6 = 54,5% de muestreos)

Además, cuatro otros grupos, sin alcanzar frecuencia total mayor de 50, superan esa cifra en al menos una frecuencia parcial; son los siguientes:

Acarida Acaridida	(5 = 45,5% de muestreos)
Acarida Uropodina	(5 = 45,5% de muestreos)
Pseudoscorpionida	(1 = 9,1% de muestreos)
Insecta: Larvas de Coleoptera	(5 = 45,5% de muestreos)

Con esto el grupo de "poco frecuentes", que no alcanza frecuencias mayores de 50%, queda conformado por:

Symphyla	(ausente en 5 Parques)
Pauropoda	(ausente en 2 Parques)
Insecta Diptera	(ausente en 10 Parques)
Insecta Collembola	
Symphyleona	(ausente de 3 Parques)
Insecta Protura	(ausente en 1 Parque)
Insecta Psocoptera	(ausente en 7 Parques)
Insecta Homoptera	(ausente en 3 Parques)
Insecta Thysanoptera	(ausente en 5 Parques)
Insecta Larvas de Lepidoptera	(presente en los 11 Parques)

Se puede observar que de los dos grupos "frecuentes", citados más arriba, sólo Pseudoscorpionida está ausente en un muestreo (Parque Pérez Rosalez). Por otra parte, del grupo de los "poco frecuentes", todos están ausentes entre 1 a 10 Parques, con excepción de Larvas de Lepidoptera, que aunque de frecuencias bajas, se presenta en los 11 Parques.

En el caso de las familias de Coleoptera, con sólo una excepción, todas caen en el grupo de "poco frecuentes". Staphylinidae alcanza, sin embargo, un 50% de presencias muestrales en Nahuelbuta. Al menos en los Parques y estaciones muestreadas, Staphylinidae y Pselaphidae son

las de frecuencias relativamente más elevadas (22,9 y 14,9%). Las 15 familias restantes tienen frecuencias muestrales muy bajas, cercanas al 1%. Una última observación sobre las frecuencias muestrales es de que sólo 2 taxa, ácaros Oribatida y Prostigmata, superan las frecuencias de 80%, estimadas como mínimas, para poder aplicar pruebas de inferencia de estadística paramétrica, como los de diferencia de medias.

### Densidades

En la tabla 4 se entregan las densidades medias, por Parques, para cada uno de los taxa de "microartrópodos propiamente tales"; cada cifra es la media aritmética de 50 muestras, expresada como número de individuos por 1000cc de material.

En la tabla 5 se muestran las desviaciones estándar(s) correspondientes. Las densidades medias de familias de Coleoptera, aparecen como números entre paréntesis en tabla 3

Las cifras se entregan bajo la hipótesis de que las densidades de un taxon superior tienden a ser típicas en una formación vegetal determinada, en este caso bosque caducifolio de *Nothofagus pumilio*. En estas circunstancias se podrá analizar si diversos factores, tal como estación del año, grupos de distinto desarrollo en altura de los bosques, o aún el mismo factor "individualidad del Parque", están o no influyendo sobre estas medidas centrales.

Otro tipo de información que entrega el análisis de la medida de tendencia central y de la de dispersión entregadas, es que pueden dar una idea sobre el tipo de distribución muestral con que se presenta cada taxon, esto según los valores alcanzados por el coeficiente de dispersión  $s^2/X$  (Sokal y Rohlf, 1969).

De la inspección de los valores de tabla 4 y 5 se constata que salvo 8 casos, es siempre mayor que las  $X$  correspondientes; ahora bien, tanto en esos 8 casos como con mayor razón en todos los demás, al calcular los valores mayores de la varianza ( $s^2$ ), en todos el coeficiente de dispersión alcanza valores significativamente mayores que 1, lo que se interpreta como que todos estos taxa de microartrópodos presentan distribución muestral de tipo agregada; como la muestra es al azar

y de número suficiente (50) es muy probable que la distribución muestral sea generalizable a la distribución real en terreno.

Aún otra utilidad de las medias entregadas es la comparación con datos de otros trabajos que hayan utilizado métodos semejantes, en iguales o diferentes formaciones vegetacionales.

En un primer caso podemos comparar con cifras del mismo tipo de bosque de *Nothofagus pumilio*, en datos del Parque Nacional Torres del Paine (Covarrubias, 1989); en este caso se puede comparar con datos de la misma estación del año y del mismo tipo de substrato; contrastando solo los grupos más frecuentes, se encuentra que los valores de las medias en Torres del Paine, para Oribatida, Tarsonemini, Gamasina y Collembola Entomobryomorpha, son sensiblemente parecidas, quedando las unas comprendidas dentro del rango de las otras; en el caso de Prostigmata, en cambio, son abiertamente menores en Torres del Paine, que en la serie de bosques estudiados en este trabajo; en cambio Collembola Poduromorpha tiende a tener en Torres del Paine medias cercanas o superiores al límite superior del rango de medias que muestran en este trabajo; sin embargo, como resumen de la comparación de medias se encuentra un notable parecido global, con las dos excepciones citadas.

Para comparar con bosques caducifolios puros de otra especie, se cuenta con datos de *Nothofagus obliqua* (Campos et al, 1975); en este caso se encontró que para el grupo de taxa más frecuentes, es decir, Oribatida, Prostigmata, Tarsonemini, Gamasina y Collembola Entomobryomorpha, las medias en ese bosque quedan comprendidas dentro del rango que presentan en la serie de bosques de este trabajo, sólo el caso de Collembola Poduromorpha sitúa su media más cerca del límite inferior del rango que muestra en bosque de *Nothofagus pumilio*.

Realizando una comparación con otros tipos de bosque de tipo ya muy diferente, como los bosques mixtos templados higrófilos, sea en latitudes más bajas en Chile (Covarrubias et al., 1964), o en la Isla Juan Fernández (Covarrubias, 1977) es sorprendente constatar que para casi todos los taxa frecuentes citados anteriormente, los

rangos de densidades medias son parecidos, de hecho quedan comprendidos en el rango de medias que hemos encontrado para bosque de *Nothofagus pumilio*; hace excepción Acarida Oribatida, que en estos bosques higrófilos presenta densidades medias o mayores o bien en el extremo superior de las presentadas en nuestras tablas.

Nos llama la atención en todos estos casos tan diversos, que las densidades de cada taxon, aunque variables, parecen atenerse a ciertos rangos y jerarquías relativas típicas, es decir, precisando, que los valores de abundancia de los taxa superiores analizados tienden a presentar valores promedio enmarcados dentro de ciertos rangos definidos y jerarquizados entre si de manera no azarosa; estos aspectos serán analizados y desarrollados en un trabajo posterior.

#### Información sobre igualdad o diferencia de medias en densidades de taxa.

Dado el diseño de las muestras, se pueden probar diferentes factores para ver si actúan o no significativamente sobre las densidades de varios taxa; para esto se seleccionó en cada caso aquellos taxa cuya frecuencia muestral fue igual o superior a 80%, es decir no aceptando un conjunto de muestras con cero individuo mayor de 20%, lo que falsearía el test. Esta condición la cumplen estrictamente en todos los casos sólo dos taxa, Oribatida y Prostigmata; en algunos casos parciales sin embargo, también se puede trabajar con Collembola Entomobryomorpha.

Para probar la significación de diferencias de medias se utilizó análisis de varianza, modelo fijo, a 1 ó 2 criterios de clasificación (Dagnelie, 1970) con una transformación de los datos básicos según  $Y = (\log x + 1)$ , para homogenizar las varianzas.

#### Efecto "Parque"

Si se concibe el conjunto de bosques de *N. pumilio* como un todo, integrado por unidades discretas, que en nuestro caso corresponden a parques nacionales, se puede probar estadísticamente si la individualidad de los conjuntos faunísticos provenientes de diferentes parques, permite o no rechazar la hipótesis  $H_0$  de igualdad

de medias, respecto a este factor.

Se seleccionaron grupos de muestreo que se realizaron en la misma estación del año, para eliminar este factor de variación en bosques de *Nothofagus pumilio* puros. Se trabajó con tres conjuntos, uno de verano, formado por los muestreos de Conguillío, Tolhuaca, Villarrica-Rucapillán verano, Villarrica-Puesco verano y Puyehue verano.

Un segundo grupo está formado por muestreos de invierno (bajo nieve), constituido por Villarrica-Rucapillán, Villarrica-Puesco, Puyehue y Pérez Rosales.

El tercer grupo, muestreos de otoño, se probó con los resultados para Nahuelbuta y Laguna Laja.

En tabla 6, se entregan los resultados de los análisis de varianza a 1 criterio de clasificación, correspondientes a los tres grupos de muestreo, análisis efectuados separadamente para Oribatida, Prostigmata y Collembola Entomobryomorpha en los casos en que este último presentó mayores frecuencias.

Se puede observar que salvo el caso de Oribatida en el muestreo de invierno, todos los demás son significativos, por lo que la hipótesis  $H_0$  de igualdad de medias es rechazada, o sea que el factor "individualidad de Parque" actúa significativamente sobre las densidades de los taxa más frecuentes.

Sin embargo, el caso de Nahuelbuta, corresponde a una situación en que *Nothofagus pumilio* se encuentra mezclado con otras especies, por lo que no es estrictamente equivalente al resto del conjunto de parques; en todo caso, como se observa en Tabla 4, la densidad de Oribatida es mayor en Nahuelbuta, que efectivamente es un ecosistema más higrófilo que los bosques puros de Laguna Laja, bastante xerófilos en otoño y donde son más abundantes Prostigmata, situación de preferencias conocidas ya en otros tipos de ecosistemas. (Covarrubias et al., 1964).

Otros hechos que se pueden hacer notar de la inspección de la Tabla 4, son que dentro del "grupo de verano" hay algunas densidades especialmente bajas, entre las cuales destacamos el caso de Conguillío (Oribatida = 98,4; Collembola Entomobryomorpha = 22,8) y también el de Villarrica-Rucapillán (Prostigmata = 22,4; Collembola Entomobryomorpha = 18,6).

Para el grupo de muestreos de invierno, las dife-

rencias contrastantes, tanto para Prostigmata como para Collembola Entomobryomorpha, se deben a que presentan densidades bajas en Villarrica-Rucapillán y Pérez Rosales y densidades altas en Villarrica-Puesco y Puyehue. El caso de Oribatida se interpreta como con distribuciones de abundancia de rangos superpuestos en los 4 Parques del grupo, que desde este punto de vista serían homogéneos.

#### **Efecto estación climática.**

Según el diseño, con este fin se tomaron muestras contrastantes invierno/verano, en los mismos bosques de 3 Parques, es decir, Villarrica-Rucapillán, Villarrica-Puesco y Puyehue. Se dispuso un análisis de varianza a 2 criterios de clasificación, para el cual, al disponer los datos en una tabla de dos entradas que en líneas probó el factor estación climática y en columnas, nuevamente el efecto "Parque" sólo que para este subgrupo más reducido.

En Tabla 7 se muestran los resultados de estos análisis que se hicieron separadamente con los datos de abundancia de Oribatida, Prostigmata y Collembola Entomobryomorpha.

Los tres taxa acusan significación y rechazo para la hipótesis  $H_0$  de igualdad, para el factor estación climática. Oribatida y Collembola Entomobryomorpha muestran significación para el factor "Parque" pero no así Prostigmata. Tanto para Oribatida como para Collembola Entomobryomorpha es también significativa la interacción, lo que se interpreta como que los cambios estacionales son dependientes del factor Parque; efectivamente en Oribatida en Tabla 4, en dos casos las medias suben en verano, pero en otro caso (Puesco) bajan en verano; en el caso de Collembola Entomobryomorpha en forma análoga, en dos casos suben las medias en verano y en otro caso (Rucapillán) bajan en verano. Tanto para Oribatida como para Prostigmata no deja de ser curioso el caso en que son mayores las densidades en invierno, recordemos que bajo cubierta total de nieve.

En el caso de Prostigmata la interacción significativa pierde su valor interpretativo, por no ser significativo el factor en columna.

#### **Factor de estado de crecimiento del bosque.**

En los muestreos efectuados en verano en Puyehue y Conguillío, con el fin de extraer información adicional, se dividió el muestreo en secciones de bosque con árboles de distinto tamaño. En el caso del Conguillío discriminaron hasta 5 tamaños, todos de bosque puro, desde árboles de 2 a 3 metros de altura con troncos delgados (10 a 15 cm de diámetro) hasta grandes árboles de 15 a 20 metros de altura y troncos gruesos (1 metro de diámetro); en cada grupo se tomaron 10 muestras.

En el caso de Puyehue, se distinguieron sólo 2 tamaños contrastantes, de árboles chicos y muy grandes. Para ver la posible influencia de este factor tamaño se realizaron análisis de varianza a 1 criterio, independiente para cada Parque y sólo para los taxa más frecuentes; estos resultaron ser Oribatida y Prostigmata en Conguillío verano; en Puyehue además de estos dos taxa mostraron frecuencias elevadas (Tabla 2) ácaros Acaridida y Gamasina, además de Collembola Entomobryomorpha y Poduromorpha.

En la Tabla 8 se dan los resultados de todo este grupo de 8 análisis de varianza; se puede observar que con una sola excepción en todos los casos hay variaciones significativas de las medias, según el grupo de tamaño de árboles; la excepción es ácaros Prostigmata, cuyas densidades son entonces de niveles parecidos en los dos estados contrastantes de bosque en Puyehue; corolario de este punto es el que en muestreos que tienen por fin la comparación de bosques de igual tipo, entre los factores que se tienen que homogenizar para aislar los efectos de un factor de nuestro interés, estará el tamaño de los árboles correspondientes; es lógico pensar que en ambos casos la influencia sobre el suelo, hojarasca y el subsistema de la biocenosis edáfica, vayan cambiando acorde el tiempo y desarrollo de los árboles que conforman el bosque. La idea es entonces que con el crecimiento de los árboles van cambiando simultáneamente varios factores, incluyendo una mayor cobertura vegetal, disminuyendo la iluminación a nivel del suelo, aumentando la extensión del área de enraizamiento, aportando materia orgánica en grandes cantidades, la cual después de un proceso de descomposición aumentará el tenor en materias húmicas en todo

el perfil del suelo, promoviendo por lo tanto una mejor estructuración. La fauna edáfica se espera que vaya cambiando en consecuencia, tanto cualitativa como cuantitativamente

Nos pareció de interés mostrar los elevados números absolutos de individuos recogidos, en el total de 50 muestras por cada Parque, así como en el total de las 550 muestras.

En la Tabla 9 se muestran estas cifras, separadamente para el grupo de "microartrópodos propiamente tales", tal como se detalla en Tablas 2, 3 y 4 y para el grupo de coleópteros edáficos reseñados en Tabla 3, que se trató por separado; en conjunto se estudiaron un total de 50.693 individuos, que debieron ser contados y clasificados. Estas cifras las citamos sólo como una estimación de las unidades de esfuerzo que son necesarias en trabajos de este tipo, dato útil en el diseño de experiencias, al decidir el número y tamaño de las muestras a utilizar.

### Observación general

Existen varios tipos de unidades funcionales que se pueden distinguir en el estudio de un ecosistema; las más utilizadas en general son las poblaciones de especies biológicas, cuyos diferentes valores de importancia podrán ser medidos y puestos en correlación con diferentes factores en busca de relaciones causa efecto; en este caso la identidad taxonómica está implicada en la unidad funcional población o población local.

Otros grupos funcionales que han sido propuestos y utilizados son los tróficos, a partir de los trabajos de Elton (en Colinviaux, 1973) adquiriendo gran desarrollo posterior; la idea de nivel trófico es la de agrupación netamente funcional y aunque conformado en un sistema particular por especies biológicas ambos conceptos pueden no ser congruentes, ya que una misma especie puede pertenecer a más de un nivel trófico.

El concepto de gremios propuesto por Root (1967) es otro tipo de agrupación funcional de mucha utilidad en el estudio de comunidades, en este caso también un conjunto de especies biológicas que pueden ser de naturaleza taxonómica muy dispar, conforman esta interesante

unidad funcional; es posible al igual que en la unidad trófica que no se encuentre una congruencia total entre un conjunto definido y total de especies biológicas y el gremio, por las mismas razones dadas más arriba para nivel trófico.

Generalizando, hay sin duda en el estudio de ecosistemas y comunidades un sinúmero de "unidades" posibles de estudio, de acuerdo por una parte al interés o lo que se desea demostrar, las que serán de tipos teóricos o reales. Una característica propia a una unidad real es que reacciona como *conjunto* frente a determinados factores respondiendo mediante la modificación de una o más variables medibles en ella; la presencia de correlaciones de factores, con agrupaciones o unidades biológicas, aunque no probatorias, hacen sospechar de que en realidad la unidad en cuestión se puede estar comportando como un conjunto coherente y este suele ser el comienzo metódico de una idea, común en el trabajo ecológico; existiendo alguna evidencia el segundo paso lógico sería tratar de probar la verosimilitud de la unidad ecológica propuesta.

En nuestro caso, nos ha llamado la atención el patrón de abundancias de un tipo de unidad taxonómica superior, pero no por tratarse de una unidad taxonómica en sí, sino porque en el caso de la comunidad de microartrópodos con que trabajamos, esta unidad podría ser congruente con algún tipo de unidad funcional, esta situación podría producirse teóricamente si dentro de un taxon superior (orden, familia) las especies componentes tienen una perfecta homología funcional, distinta y contrastante con la de otro taxon superior que está en el mismo caso.

En la hipótesis que empezamos a esbozar con los datos de microartrópodos podría coincidir el caso de que unidades taxonómicas superiores fueran congruentes con un tipo de unidad funcional hasta ahora no descrito.

Se ha encontrado en los datos del presente trabajo, que grupos edáficos como los de ácaros Oribatida, Prostigmata, u otros, así como de insectos Collembola Poduromorpha, Collembola Entomobryomorpha, etc., podrían estar reaccionando *como conjunto* ante determinado estímulo; en este caso se ha probado que la mayoría de

ellos así lo hace, significativamente en relación al efecto estación del año (también en Covarrubias 1989), así como en relación a un efecto "Parque" que en realidad se trata de unidades del mismo tipo de bosque, (*Nothofagus pumilio* puro) y por último también en relación a un efecto estado de desarrollo o tamaño del mismo tipo de bosque. La variable medida en nuestras unidades es la abundancia, como medida estricta de densidad, es decir, abundancia en relación a una unidad espacial común (número de individuos/1000cc de material).

No dejan de ser curiosos los comportamientos de grupo encontrados, ya que al estar conformados por conjuntos de especies, cada uno de los cuales modifica constantemente su abundancia de acuerdo a una dinámica propia, lo más verosímil sería esperar para el conjunto variaciones aleatorias no correlacionadas a otros factores; el no ser así nos conduce a pensar que se trata de variables, que posiblemente por una homogeneidad funcional acentuada o dominante, u otros factores, se manifiesta en grupos sometidos a equilibrios dinámicos con otros grupos de naturaleza parecida. En trabajos posteriores se desarrollará el análisis de esta idea, examinando el comportamiento de las abundancias relativas de estos mismos taxa superiores.

### CONCLUSIONES

1. Al trabajar con medidas de abundancia (densidad estricta) de taxa superiores de microartrópodos en suelos, bajo un conjunto de bosques de *Nothofagus pumilio* se encuentra que para los grupos de mayor frecuencia muestral (ácaros Oribatida, Prostigmata, Collembola Entomobryomorpha), éstas abundancias varían significativamente en la mayoría de los casos de acuerdo a varios factores, que en este trabajo fueron "estación climática", factor "Parque" o "bosque individual" y "tamaño de los árboles".

2. Se describen diferentes fracciones de frecuencia, en el conjunto total de taxa recolectados, con el método de los embudos de Berlese-Tullgren.

3. Se caracterizan las distribuciones muestrales propias a cada taxon, entregando las medidas de

tendencia central (media aritmética  $\bar{X}$ ) y de dispersión (desviación estándar,  $s$ ) correspondientes.

### REFERENCIAS

- ARNETT, R H., 1973. The Beetles of the Unites States. the American Ent. Inst. Michigan USA 1112 pp.
- CAMPOS, E. COVARRUBIAS, R. y VIVAR, C., 1975. Datos cuantitativos sobre la fauna edáfica aerobionte en el bosque de Vilches. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 34: 45-58.
- COLINVAUX, P., 1973. Introduction to Ecology. John Wiley & Sons. INC. New York. London. Sydney. Toronto 621 pp.
- COVARRUBIAS, R., 1966. Observaciones cuantitativas sobre los invertebrados antárticos y preantárticos. Pub. Inst. Antártico Chileno N 9 : 1-62.
- COVARRUBIAS, R., 1977. Nota sobre la fauna edáfica aerobionte en el bosque clímax de la Isla Masatierra (Archipiélago de Juan Fernández, Chile): Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 34: 29-38.
- COVARRUBIAS, R., 1987. Artrópodos asociados al matorral costero (Acari; Oribatida) Acta Ent. Chilena 14: 49-57.
- COVARRUBIAS, R., 1989. Datos sobre la fauna de microartrópodos, en un ciclo anual en diferentes substratos de un bosque de *Nothofagus pumilio*. Acta Ent. chilena 15: 131-142.
- COVARRUBIAS, R., 1990. Fluctuaciones estacionales de microartrópodos edáficos bajo especies vegetales en la Reserva Nacional Río Clarillo. Chile. Acta Ent. chilena 16: 81-96.
- COVARRUBIAS, R., RUBIO I. y DI CASTRI, F., 1964. Observaciones ecológicas cuantitativas sobre la fauna edáfica de zonas semiáridas del Norte de Chile. Bol. Prod. anim. (Santiago, Chile) Serie A. N 2: 1-109.
- COVARRUBIAS, R., RUBIO, I. y DI CASTRI, F., 1976. Densidad edáfica en comunidades naturales e intervenidas del Norte Chico de Chile. Investigaciones Zoológicas, Santiago. Chile. 14: 45-33.
- COVARRUBIAS, R., VALDERAS, J., 1982. Datos ecológicos sobre microartrópodos terrestres en ecosistemas australes de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 38: 77-83.
- DAGNELIE, P., 1970. Théorie et méthodes statistiques. vol II. Ed. J. Duculot S.A. Gembloux. Bélgica. 451 pp.
- ROOT, R., 1967. The niche exploitation pattern of the blue-grey Gnatcatcher Ecol. Monograph. 7: 317-349.
- SOKAL, R. & ROHLF, F., 1969. Biometry. Freeman and Co. Ed. San Francisco. USA. 776 pp.



Tabla 2  
 FRECUENCIAS MUESTRALES DE MICROARTROPODOS EN BOSQUES DE *N. PUMILIO*, EN PORCENTAJE DE PRESENCIAS SOBRE EL TOTAL DE 50 MUESTRAS  
 POR PARQUE. ULTIMAS COLUMNAS, NUMEROS TOTAL Y FRECUENCIA PORCENTUAL SOBRE EL TOTAL DE 550 MUESTRAS.

TAXA	PARQUES											Total Presencia en 550 muestras	Frecuencia muestral %
	Laguna Laja	Nahuelbuta	Tolhuasca	Conguillio	Villarica Rucapillán	V. Puesco	Puyehue	Pérez Rosales	V. Ruca- pillán Verano	V. Puesco Verano	Puyehue Verano		
Acarida	98	98	98	90	100	94	86	98	100	100	98	530	96,4
Acaridida	52	66	56	16	18	46	34	24	22	78	82	257	46,7
Prostigmata	100	94	86	98	86	98	84	86	78	100	96	503	91,5
Tarsonemini	66	60	78	38	24	48	56	34	44	82	72	301	54,7
Gamasina	54	94	82	44	70	64	70	62	56	80	94	385	70,0
Uropodina	36	96	78	34	54	50	4	2	60	10	6	215	39,1
Pseudoscorpionida	38	52	24	6	8	26	8		2	22	2	94	17,1
Symphyla	6	26	40	8		10	8		2			50	9,1
Pauropoda	2	22	2	4	6	8	10		10	6	6	35	6,4
Insecta													
Diplura													
Collembola	52	88	82	50	80	74	72	76	70	90	100	417	75,8
Entombyomorpha													
Collembola Poduromorpha	48	78	92	46	62	84	46	22	28	88	88	351	63,8
Collembola Symphypleona	6	26		2	4	22		6		10	10	43	7,8
Protura	10	24	28	8		16	16	2	2	12	4	63	11,5
Psocoptera	2	2		2							2	4	0,7
Homoptera	4	4	4	2	4				2	16	4	20	3,5
Thysanoptera	10	2	20	10	2				2			13	2,4
Larvas Diptera	36	80	74	38	34	58	42	54	30	68	64	289	52,5
Larvas Coleoptera	54	74	46	58	12	58	46	46	48	38	58	269	48,9
Larvas Lepidoptera	6	26	4	2	4	16	2	32	2	6	2	51	9,3



Tabla 4  
 DENSIDADES DEL GRUPO DE MICROARTROPODOS "PROPIAMENTE TALES" (VER TEXTO) EN BOSQUES DE *NOTHOFAGUS PUMILIO*. CIFRAS SON MEDIAS ARITMETICAS DE 50 MUESTRAS. EXPRESADAS COMO NUMERO DE INDIVIDUOS POR 1000 CC DE MATERIAL.

T A X A	P A R Q U E S										
	Laguna Laja	Nahuelbuta	Tolhuaca	Conguillío	Villarrica Rucapillán	Puesso	Puyehue	Pérez Rosales	Villarrica Rucapillán Verano	Villarrica Puesso Verano	Puyehue Verano
<i>Acarida</i>											
Oribalida	401,4	827,6	468,4	98,4	120,2	412,6	202,4	90,6	162,8	261,8	502,4
Acarida	63,8	62,2	52,0	3,2	3,8	82,2	93,4	3,2	3,2	51,2	104,2
Prostigmata	486,0	266,4	111,8	261,6	38,4	171,6	123,0	30,0	24,4	173,8	174,8
Tarsonemini	59,4	41,8	47,8	49,8	4,0	38,4	66,8	9,4	6,4	116,6	44,0
Gamasina	70,2	210,2	113,0	17,4	27,2	119,6	94,0	10,0	10,2	70,8	133,4
Uropodina	13,4	264,8	60,0	10,2	11,6	22,8	0,8	0,4	14,4	1,0	0,6
Pseudoscorpionida	7,8	8,2	3,4	0,6	1,0	3,6	0,8		0,2	3,2	0,2
Symphyla	1,0	4,0	6,4	0,8		1,4	0,8		0,2		
Pauropoda	0,2	7,0	0,2	0,6	0,6	1,2	1,2		1,2		1,2
<i>Insecta</i>											
Diptera Campodeidae			0,2								
Collembola	79,2	211,4	121,4	22,8	31,0	125,6	98,2	26,4	18,6	131,6	273,6
Entomobryomorpha											
Collembola	80,8	115,2	75,8	11,6	17,4	85,2	60,6	2,6	5,8	116,6	98,4
Poduromorpha											
Collembola	0,6	9,4		0,2	0,4	7,4	3,4	0,6		1,2	1,0
Symphyleona											
Protura	5,2	5,8	6,2	1,0		12,4		0,2	0,2	5,8	0,6
Psocoptera	0,2	0,4		0,6							0,2
Homoptera	0,4	2,8	0,4	0,2	0,4				0,2	14,4	0,4
Thysanoptera	1,0	0,2	2,4	1,2	0,2				0,2		
Larvas de Díptera	14,2	51,0	35,8	10,6	6,2	78,8	39,8	8,4	3,8	46,8	20,6
Larvas de Coleoptera	12,2	19,0	7,2	20,6	1,2	10,8	6,6	11,4	8,0	5,2	9,6
Larvas de Lepidoptera	0,8	6,4	0,4	0,2	0,4	2,2	0,2	4,8	0,2	0,6	0,2

Tabla 5  
DESVIACIONES ESTANDAR (s) CORRESPONDIENTES A LAS MEDIAS ARITMÉTICAS DE TABLA 4.

	Laguna Laja	Nahuatlana	Toluca	Conguillío	Villarica Rucapillán	Puesco	Puyehue	Pérez Rosales	Villarica Rucapillán Verano	Villarica Puesco Verano	Puyehue Verano
<i>Acarida</i>											
Oribatida	521,9	612,9	610,5	107,6	116,5	649,8	258,4	97,1	165,8	477,2	459,8
Acanthida	180,1	120,4	106,5	8,7	12,4	172,7	185,4	6,5	7,4	86,9	116,7
Protigmata	554,0	287,6	148,5	338,0	33,2	194,5	184,1	41,0	25,2	321,7	142,5
Tarsonemini	81,9	104,7	60,1	200,6	9,3	78,4	175,9	23,0	8,5	252,0	62,6
Gamasina	100,3	192,1	189,9	32,8	40,1	200,2	143,6	10,7	11,9	99,6	98,9
Uropodina	28,4	281,7	74,2	21,7	13,8	45,5	4,4	2,8	16,3	3,1	2,4
Pseudoscorpionida	13,7	10,6	7,5	2,4	3,6	6,9	2,7		1,4	7,4	1,4
Symphyla	4,2	9,0	10,6	2,7		4,5	2,7		1,4		
Psaropoda	1,4	18,0	1,4	3,1	2,4	4,7	3,9			3,9	5,2
<i>Insecta</i>											
Diptera											
Campeidoideae			1,4								
Collembola	161,7	219,6	149,1	37,9	32,9	219,6	116,1	32,5	22,0	279,6	167,6
Entomobryomorpha											
Collembola	331,3	144,3	75,5	20,2	21,3	140,1	136,7	5,6	12,0	236,4	128,3
Poduromorpha											
Collembola	2,4	26,3		1,4	2,0	31,5		2,4		3,9	3,0
Sympterypleona											
Protura	21,9	11,3	12,6	3,6		51,3	9,2	1,4	1,4	22,5	3,1
Psocoptera	1,4	2,8		4,2							1,4
Homoptera	2,0	18,4	2,0	1,4	2,0				1,4	43,7	2,0
Thysanoptera	3,0	1,4	5,2	3,9					1,4		
Larvas de Diptera	29,4	87,4	49,1	20,1	10,9	157,2	54,1	10,9	6,4	116,1	28,5
Larvas de Coleoptera	15,7	22,0	11,1	35,1	3,3	14,4	9,2	15,7	11,1	8,1	12,4
Larvas de Lepidoptera	3,4	13,1	2,0	1,4	2,0	5,5	1,4	9,7	1,4	2,4	1,4

Tabla 6

RESULTADOS DE ANALISIS DE VARIANZA, PARA EL FACTOR "INDIVIDUALIDAD DE PARQUE", PARA GRUPOS DE MUESTREO DE VERANO, INVIERNO Y OTOÑO (ver texto)

SS= significativo para  $p < 0,01$ ; S= significativo para  $p < 0,05$ ; NS= no significativo.

	GRADOS DE LIBERTAD RESIDUAL	VALOR F	SIGNIFICACION
<b>Grupo de Verano</b>			
Oribatida	245	15,39	SS
Prostigmata	245	18,74	SS
Collembola			
Entomobryomorpha	245	41,07	SS
<b>Grupo de Invierno</b>			
Oribatida	196	2,94	NS
Prostigmata	196	17,47	SS
Collembola			
Entomobryomorpha	196	2,90	S
<b>Grupo de otoño</b>			
Oribatida	98	20,91	SS
Prostigmata	98	11,05	SS

Tabla 7

ANALISIS DE VARIANZA A DOS CRITERIOS DE CLASIFICACION. EN LINEAS FACTOR ESTACION CLIMATICA, CON CONTRASTE INVIERNO/VERANO. EN COLUMNAS FACTOR PARQUE (TRES PARQUES: VILLARRICA-RUCAPILLAN, VILLARRICA-PUESCO Y PUYEHUE).

SS= significativo para  $p < 0,01$ ; S= significativo para  $p < 0,05$ ; NS= no significativo.

	GRADOS LIBERTAD RESIDUAL	F. ESTACION CLIMATICA	F. FACTOR PARQUE	F. INTERACCION
Oribatida	294	3,63 S	14,46 SS	8,90 SS
Prostigmata	294	42,08 SS	0,35 NS	8,74 SS
Collembola	294	33,78 SS	14,12 SS	20,60 SS
Entomobryomorpha				

Tabla 8  
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VARIANZA, PARA EL FACTOR "TAMAÑO" DE LOS ARBOLES,  
 EN DOS PARQUES NACIONALES.

SS= significativo para  $p < 0,01$ ; S= significativo para  $p < 0,05$ ; NS= no significativo

	GRADOS DE LIBERTAD RESIDUAL	VALOR F	SIGNIFICACION
Parque Nacional Conguillío			
Oribatida	45	11,39	SS
Prostigmata	45	4,01	SS
Parque Nacional Puyehue			
Oribatida	48	14,68	SS
Prostigmata	48	3,07	NS
Acaridida	48	4,65	S
Gamasina	48	10,89	SS
Collembola			
Entomobryomorpha	48	19,55	SS
Collembola			
Poduromorpha	48	12,56	SS

Tabla 9  
 TOTAL DE INDIVIDUOS RECOLECTADOS, DE "MICROARTROPODOS PROPIAMENTE TALES" Y DE COLEOPTERA, EN LOS DIFERENTES PARQUES NACIONALES. BASE  
 PARA LOS DATOS DE TABLAS 2, 3 Y 4.

	Laguna Laja	Nahuelbuta	Tohuaca	Conguillío	V. Rucapillán	V. Puesco	Puyehue	Pérez Rosales	Rucapillán Verano	Puesco Verano	Puyehue Verano	TOTAL TRABAJO
Microartropodos propriadamente tales	6489	10551	5564	2558	1338	5899	3930	855	1294	5009	6827	50314
Total Coleoptera	22	85	35	26	18	50	8	41	35	29	30	379