

**COMPARACION DE FAUNA DE MICROARTROPODOS,
ENTRE BOSQUE NATIVO Y PLANTACIONES DE
PINUS RADIATA DE REEMPLAZO, EN BIOTOPOS
EQUIVALENTES.¹**

**A COMPARISON OF THE SOIL MICROARTHROPOD FAUNA,
BETWEEN NATIVE FOREST AND A
PINUS RADIATA PLANTATION, IN
EQUIVALENT BIOTOPES.**

RENE COVARRUBIAS²

ABSTRACT

A comparison of the microarthropod fauna was made between a native temperate forest and a replacement plantation of *Pinus radiata* in equivalent places. A stratified sampling was made considering two soil horizons. Results are reported for the supraspecific level.

Significant differences were found for most taxa, either for the sampling frequencies or the abundances. Abundances were higher in *Pinus* soils for the most frequent taxa (over 80%); also soil horizon preferences are shown for many of the 36 taxa found in native forest or the 31 found under *Pinus*.

All the differences found are interpreted as a new biocenotic order in the *Pinus* plantation, corresponding to other humification types and soil structure, than in the original native forest.

KEY WORDS: Microarthropods, native forest, *Pinus radiata* plantation, Chile.

INTRODUCCION

En los ecosistemas de bosques la complejidad de los factores componentes es muy elevada, por lo que conocer cuales son aquellos más relevantes y la red de interacciones entre ellos son aún desafíos mayores en los estudios sobre este tipo de medio ambiente, desafío que es tanto más urgente documentar, cuanto que muchos sistemas boscosos nativos están siendo sometidos a explotación intensiva, la que altera fundamentalmente

su estructura y organización y atenta contra su biodiversidad (Armesto *et al* 1992; Figueroa 1992; Ramírez *et al* 1992).

Los estudios biocenóticos suelen ser, además, parcelados en compartimientos, lo que obedece más a las necesidades prácticas de especialidades y metodologías diferentes que a diseños teóricos generales. Los resultados de cada parcela, por avanzados que sean, serán siempre un subconjunto incompleto que no puede responder a las grandes preguntas de interrelaciones globales.

La fauna edáfica es uno de los compartimientos de gran interés, por su rol en la formación y estabilidad de los suelos, parcela de estudio ya pequeña, pero que aún así engloba necesariamente el esfuerzo conjunto de muchos especialistas. Respecto de esta fauna han sido intentadas algunas síntesis más completas, cada una de las cuales hace aportes valiosos a la comprensión total del ecosistema edáfico, e ilustran mejor unos

¹ Trabajo financiado por el Instituto Forestal. Proyecto Efectos del reemplazo de bosque nativo por plantaciones de *Pinus radiata*. X Región.

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

u otros aspectos parciales (UNESCO 1969; INRA 1971; Pesson 1974; Wallwork 1976). También hacen aportes de consideración las presentaciones de diversos congresos de biología del suelo (Murphy 1962; Rapoport 1966; Sheals 1969; Vanek 1975; Lebrun *et al* 1982).

Los aspectos taxonómicos y metodológicos de esta fauna de bosques han sido los primeros en provocar la aparición de numerosa literatura, muy abundante en especial en la región biogeográfica holártica, como se puede ver en los textos citados más arriba. En nuestro país las revisiones taxonómicas elementales de varios taxa del mayor interés, tales como vermes oligochaeta, diversos subórdenes de ácaros, insectos Collembola, etc., aún no han sido aclaradas, lo que constituye una gran dificultad para intentar interpretaciones ecológicas más avanzadas.

En el caso de nuestros bosques nativos, que comprenden muchos tipos diferentes, la mayor parte no tiene equivalentes con los de la región holártica, por lo que toda comparación es sólo muy general, teniendo en cuenta además que las especies, tanto de vegetales como de animales, son en general totalmente diferentes, formando por lo tanto otros sistemas estructurales cuyo estudio es aun muy preliminar.

El presente estudio, tiene como objetivo efectuar una comparación del compartimiento de la fauna de microartrópodos geoatmobiontes, en un bosque nativo y en un área equivalente de él en la que se realizó un reemplazo total por una plantación monoespecífica de *Pinus radiata*. Este tema no solo tiene el interés científico de ilustrar el efecto de este tipo de cambios sobre un grupo de taxa edáficos, sino que espera contribuir, aclarando en un punto, a la comprensión de los efectos globales que el extendido reemplazo por pino insigne tiene sobre el suelo, lo que tiende a fundamentar mejores medidas de manejo para ser implementadas en explotaciones sustentables.

Este trabajo es parte de un estudio integrado el cual se presenta en otras publicaciones según la especialidad.

MÉTODOS.

El sector escogido de bosques se encuentra en la Comuna de Los Lagos (X Región) en el sector de Lipingüe (39° 55'S; 72° 47'W) con altitudes entre 150 y 300 msnm.

El bosque nativo situado en suelos de pendientes elevadas es un bosque puro secundario, del subtipo "roble-laurel", de 25 años de edad. El sotobosque, en el dosel de 2-5m está dominado por "quila" (*Chusquea quila*) y por renovales de las especies arbóreas; bajo 2 metros está constituido por 32 especies distintas (Otero *et al* 1993).

El sector de plantación corresponde a un reemplazo total por *Pinus radiata*, con un sotobosque formado por 26 especies, entre las que se observa una elevada dominancia de *Aristotelia chilensis*, número elevado correspondiendo a los de plantaciones de baja cobertura; la edad de la plantación es de 25 años. Ambos sectores son colindantes, con origen en un terreno común de bosque nativo, que fue quemado (roce a fuego, hace 25 años), dejándose una parte sin ninguna intervención, donde se restituyó el bosque nativo, y el otro sector en que se realizó la plantación de *P. radiata*. El origen y tipo de suelo inicial comunes, así como los factores climáticos durante todo el período, aseguran una buena comparabilidad de ambos sectores, casi como en una experiencia natural en que el único factor diferente es el de la plantación monofítica.

Un estudio y descripción detallados de la composición florística y arquitectura del bosque así como de los suelos, descripción del perfil, análisis químicos, hidrología, etc, ha sido publicado por Otero *et al* (1993) por lo que no se detallará aquí.

Durante el muestreo se pudo observar diferencias importantes en los suelos de ambos casos, especialmente en cuanto a contenido de raicillas, que es en general más elevado en bosque nativo, contrastando sensiblemente con suelos más pobres en ellas en plantación de pino. Esta observación cualitativa se vio confirmada por las mediciones al respecto, publicadas por Otero *et al* (op. cit.)

Como parte del estudio general de comparación entre bosque nativo y plantación de pino insigne se determinaron, en ambos casos, sectores representativos y equivalentes en cuanto a clima general, altitud, inclinación, exposición y

tipo básico de suelo.

En cada uno de los dos sectores se tomaron 40 muestras aleatorias, de las cuales 20 correspondieron al horizonte de fermentación (H_0) y 20 a los 5cm superiores del horizonte mineral (A_1). El muestreo se realizó el 25 de enero de 1993.

Las muestras, en sacos de polietileno y con la correspondiente identificación, se llevaron al laboratorio en cajas de aislapol, para su protección térmica y mecánica.

Un volumen de 100cc de cada muestra fue puesto en las rejillas de los embudos de extracción de fauna de Berlese-Tullgren (en Vannier, 1970), donde quedaron por 7 días, tiempo que asegura la caída del 99,9% de la fauna (Covarrubias y Sáiz, 1971); los microartrópodos se recogieron en tubos con alcohol etílico de 75%.

El producto total de cada muestra fue estudiado bajo microscopio binocular estereoscópico, contabilizando y clasificando taxonómicamente, en taxa supraespecíficos, la totalidad de los individuos encontrados.

En el análisis estadístico de los datos se utilizó análisis de varianza a dos criterios, modelo cruzado, fijo, con dos niveles para cada factor; los datos se transformaron a $Y = \ln(X+1)$ para homogenizar las varianzas. Para las comparaciones de frecuencias se utilizó la prueba de chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Taxa encontrados y frecuencias muestrales.

Los diferentes taxa de microartrópodos obtenidos y las respectivas frecuencias muestrales se entregan en tabla 1, tanto para cada una de las 4 situaciones (2 tipos de bosque y 2 horizontes edáficos) como para el total de las 80 muestras; esta última columna se expresa también en porcentaje; en ella se puede observar que un reducido número de grupos de microartrópodos tienen frecuencias muestrales iguales o mayores de 80%, lo que las valida para efectuar los análisis estadísticos paramétricos, que se detallan en el próximo subcapítulo; estos grupos son ácaros Oribatida, único taxon presente en el 100% de las muestras, ácaros Prostigmata y Gamasina; además insectos Collembola de los grupos Entomobryomorpha y Poduromorpha. Obviamente el

total de Acarina también muestra elevada frecuencia.

Al aplicar una prueba de chi-cuadrado a los datos de frecuencia de los componentes de este conjunto de taxa (última columna en tabla 1), ninguno muestra diferencia significativa, por lo que podemos asumir que son igualmente frecuentes en ambos bosques y en ambos horizontes de suelo.

Otro grupo de taxa que se discrimina, son aquellos con frecuencias inferiores a 80% y también presentes en las 4 situaciones, frecuencias cuyos valores (tabla 1) se distribuyen de hecho entre 8,8% y 45%. En este grupo llama la atención los valores relativamente elevados de larvas de Diptera (45%) y de Copepoda (42.5%) que indican condiciones de elevada humedad. En la prueba de chi-cuadrado, no presentan significación Chilopoda, Symphyla, Pauropoda, Coleoptera Staphylinidae, larvas de Diptera o de Coleoptera y crustáceos Copepoda. Por el contrario, mostraron resultado significativo, Tarsonemini, Uropodina, Araneida y Collembola Symphyleona, todos con las mayores frecuencias en el horizonte H_0 de plantación de pinos, así como también Acaridida, más frecuente en el horizonte A_1 del mismo tipo de bosque.

De la inspección de los grupos restantes, se pueden observar una serie de taxa que aparecen exclusivamente en el horizonte H_0 de bosque nativo, aunque en general con bajas frecuencias; se trata de los coleópteros Curculionidae, Anthicidae, de Hymenoptera que corresponden en este caso al grupo de los microhimenópteros, de Formicidae y de larvas de Lepidoptera. Otro subgrupo se encontró también exclusivamente en horizonte H_0 pero en ambos tipos de bosque, se trata de coleópteros Leiodidae, imagos de Diptera, larvas de Trichoptera, pupas y crustáceos Isopoda. El método de Berlese, sin embargo, no es el más adecuado para cuantificar estos grupos, entregando solo indicaciones cualitativas.

Por otra parte, Diplopoda se encontró exclusivamente en bosque de pinos y en ambos horizontes. Larvas de Trichoptera se encontraron en el horizonte H_0 de ambos bosques, sugiriendo elevada humedad.

Resta un grupo de taxa que se encontraron solo en 3 de las 4 situaciones y para los cuales se realizó un test de chi-cuadrado. El resultado fue significativo para Pseudoscorpionida, más fre-

cuenta en el horizonte H_0 de ambos bosques, para Protura, que es más frecuente en el horizonte A_1 de bosque nativo, para Homoptera, más frecuente en ambos horizontes de bosque de pinos, para coleópteros Pselaphidae, más frecuentes en H_0 de bosque nativo y para coleópteros Ptiliidae, más frecuentes en H_0 de bosque de pinos.

Análisis de la abundancia.

En las tablas 2 y 3, se entregan las densidades promedio observadas para cada taxon, expresadas como número de individuos por 1000cc de material. Se observa en bosque nativo que todos los taxa "más frecuentes" citados arriba, son también los que presentan las mayores abundancias (entre 546,5 y 20 individuos por 1000 cc). Los demás taxa, de frecuencias menores, muestran igualmente abundancias inferiores, con excepción de Copepoda, que alcanza 25 individuos por 1000cc en horizonte A_1 .

En plantación de pinos, la situación en general es similar, correspondiendo las más altas densidades a los grupos con mayores frecuencias muestrales, densidades que presentan un rango entre 28,5 y 670,5. Sin embargo hay 4 taxa que sobrepasan el límite inferior de este rango (28,5), que son Acaridida, en ambos horizontes, Tarsoneмини y Homoptera, sólo en H_0 y Pauropoda, sólo en A_1 ; el resto de las densidades mostrándose en general muy bajas.

De la comparación de ambas tablas, se observan densidades mayores en la plantación de pinos, tanto para el total de la fauna como para el total de Acarina, sin embargo, a nivel de grupos individuales, en 6 taxa se observan abundancias mayores en bosque nativo y en ambos horizontes; estos grupos son Prostigmata, Pseudoscorpionida, Protura, Coleoptera Staphylinidae, Copepoda y larvas de Trichoptera. La gran mayoría de estos taxa son predadores, contribuyendo por lo tanto a dar una mayor diversidad total a los sistemas, principalmente mediante la regulación y estabilización de las densidades de los herbívoros de los que se alimentan.

También se observan densidades mayores en bosque nativo, en H_0 , aunque con pequeñas diferencias, para Symphyla, Pauropoda, Entomobryomorpha, Poduromorpha, Pselaphidae, Leioididae, Anthicidae, Diptera imago, larvas de Coleoptera y Lepidoptera.

Larvas de Diptera se muestran más abundantes en A_1 .

En todas las densidades medias citadas en las tablas 2 y 3 se entrega también la desviación standard, como medida de dispersión, para caracterizar así, mejor a cada taxon; al respecto se observa en muchos casos que es mayor que la media y por lo tanto con mayor razón s^2 , lo que es un índice de distribución agregada, sin embargo esta diferencia en muchos otros casos se invierte o bien ambos estadígrafos son muy parecidos; por ejemplo en Oribatida en todos los casos s es menor que la media, sugiriendo un menor grado de agregación, sin llegar a la distribución aleatoria, esto no suele ser común en las biocenosis edáficas de diferentes formaciones vegetacionales, donde suele ocurrir lo contrario (Covarrubias *et al* 1982, 1989, 1992; Covarrubias 1987, 1989, 1991; Covarrubias y Vera 1992).

Significación de las diferencias para el grupo de taxa "más frecuentes".

En la tabla 1 quedaron en evidencia 5 grupos con frecuencias iguales o mayores a 80%, con cada uno de los cuales se realizaron análisis de varianza; los dos criterios o factores son "bosque", con sus variantes nativo y pino, y "horizonte de suelo", con sus variantes H_0 y A_1 :

Los resultados de estos 5 análisis independientes, como también para el total de Acarina, se muestran en la tabla 4. Se puede observar diferencias significativas para ambos factores en Oribatida, Gamasina y total de Acarina, pero solo para el factor horizonte de suelo, en Prostigmata y Collembola Entomobryomorpha. Collembola Poduromorpha no presenta ningún tipo de significación, por lo que se asume que presenta densidades parecidas en los 4 casos. En ninguno de los análisis es significativa la interacción, por lo que se presume que ambos factores son independientes.

En el caso de ácaros Oribatida, grupo fungívoro y detritívoro, se trata del taxon más frecuente y más abundante de todos los microartrópodos, presenta densidades significativamente mayores en ambos horizontes de la plantación de pinos, posiblemente en respuesta a la notoria proliferación de hongos miceliados que se observó en terreno. Las densidades de Gamasina, ácaro predador, también son mayores en ambos hori-

zontes de plantación de pinos al igual que la variable compuesta "total de Acarina"; es probable que todos estos cambios sean iniciados por la estructura diferente del mantillo en plantación de pinos, con un tipo de degradación de la materia orgánica diferente, caracterizada por una gran proliferación de hongos miceliados, en un mantillo menos compactado que en el de bosque nativo, por la naturaleza misma de las agujas de pino.

De hecho en la literatura internacional, los datos muestran que bajo bosques de pinos se forma un humus bruto (raw humus), con las agujas que son de lenta descomposición, tienen en general una alta relación C/N y son ricas en polifenoles; este humus bruto tiene una alta capacidad de retención de agua, que hace que los suelos tiendan a estar siempre húmedos (Wallwork, 1976), además, por tener foliación permanente, se atenúan las fluctuaciones anuales y diarias de temperatura.

Bajo la capa de agujas caídas (H_{00} o L) se forma lentamente una capa de material descompuesto, que pierde la estructuración (H_0 o F), generalmente más granular y fina que H_{00} , eventualmente bajo el horizonte F puede formarse una pequeña capa de humus (H), de estructura aun más fina, muy poco integrada con el horizonte mineral, A_1 , con bordes en general netos, tal como es el caso en nuestro terreno de estudio.

En bosque caducifolio o con elementos caducifolios, por contraste, suele haber más entrada de luz en invierno al suelo, estimulando el crecimiento de plantas en el sotobosque, en primavera y principios de verano. Esta hojarasca suele ser más blanda, con relación C/N más baja que en coníferas y con escasos o nulos polifenoles o taninos, por lo que suele ser descompuesta muy rápidamente, no dando lugar a grandes acumulaciones en el horizonte H_{00} . El horizonte de fermentación suele ser más desarrollado, al igual que el horizonte húmico, el cual está integrado ostensiblemente con el horizonte A_1 . Las estructuras generales de tipo de mantillo, son en ambos tipos de bosque, como se ve, muy diferentes y la fauna acompañante suele reflejar esas diferencias, por ejemplo, con ciclos de abundancias marcados siguiendo a la caída de hojas en bosque decídúo. Del mismo modo, se espera en cuanto a fauna acompañante (Wallwork, *op cit*) que en bosques de coníferas, por la estructura abierta y

lenta descomposición, se favorezca el crecimiento de hongos, lo que sirve de base a toda la cadena de alimentación consiguiente. Se espera que los suelos de bosque de coníferas sean más pobres en anélidos (Lumbricidae), en Diplopoda e Isopoda, que resisten mal la acidez o la falta consiguiente de $CaCO_3$; suelen ser más pobres también en coleópteros Carabidae, Staphylinidae, Scarabaeidae y Elateridae; por otra parte se esperan mayores abundancias de microartrópodos fungívoros, tales como Oribatida y Collembola y vermes Enchytraeidae. En bosque caducifolio, como la descomposición es más rápida, se esperan menores abundancias de ácaros.

Nuestros datos coinciden bien, en líneas generales, con los señalados por la literatura internacional, notando eso sí, que si bien menos abundantes, en bosque nativo, la diversidad específica se esperaría que fuera igual o mayor que en bosques de coníferas, punto que será aclarado en un estudio posterior, para algunos taxa.

En cuanto a la estratificación vertical, junto a la disminución de la materia orgánica y de la estructura cada vez más fina, se espera que en los horizontes superiores se encuentre una fauna más abundante, diversa y de formas de tamaño mayor que en las capas inferiores, con abundancias cada vez menores de esta fauna no cavadora (ácaros, insectos edáficos), de tamaño menor y especializados para vivir en esas condiciones distintas. Nuestros datos de abundancia, número de taxa y frecuencia en ambos tipos de bosque, también coinciden con estos datos de la literatura internacional ya citada.

Muy poco se ha encontrado en la literatura internacional, sobre los cambios en la fauna, que suelen acompañar a las "sucesiones artificiales", como podemos citar a los reemplazos de un bosque por plantaciones monofíticas. Huhta et al (1967) cita que es un proceso muy lento, que tendería a una restauración en dirección de la biocenosis "normal", biocenosis que tendería a estabilizarse ya desde los 4 años o en períodos mayores de 15 años, dominando Nematoda, Enchytraeidae y ácaros Oribatida, pero creemos que en períodos mayores y si el tipo de manejo o de intervención persiste, se tienda a la estabilización de un nuevo sistema biocénótico.

Las diferencias en densidades, número y tipo de taxa y en frecuencias muestrales que hemos encontrado en nuestro caso particular de 25 años,

son posiblemente el reflejo de un tal nuevo orden, distinto, cuyos efectos a largo plazo sobre los parámetros físicoquímicos del suelo tenderán ciertamente a producir productos finales diferentes.

En conclusión, tanto en el presente estudio en la Región de los Lagos, como en un estudio preliminar en Reserva Nacional de Malleco (datos del autor), los resultados coinciden en general con lo esperado, según la literatura internacional, en cuanto a que en bosque de coníferas presentan mayores abundancias los ácaros en general y de los ácaros Oribatida en particular, que son el grupo más representativo.

En cuanto a Collembola, que también se esperaría mayor abundancia bajo coníferas en respuesta a la mayor cantidad de hongos miceliados, nuestros datos en Los Lagos no muestran variaciones significativas, sin embargo en el estudio anterior (Malleco), un taxon, los Poduromorpha, si que mostraron diferencia significativa, pero en el sentido de que son más abundantes en bosque nativo. En cuanto a Isopoda y Diplopoda, aunque nuestro método de extracción permite solo hacer observaciones de menor precisión, observamos que Diplopoda se encuentra en un 20% de las muestras de bosque de pino y no aparecen en bosque nativo, lo que está en contra de la tendencia esperada propia de los bosques de coníferas en el hemisferio norte, por otra parte en el caso de Reserva de Malleco, no aparecieron en ninguna muestra. Isopoda, en el presente estudio se presentaron en ambos tipos de bosque y solo en el horizonte H₀; en el estudio anterior en Malleco se presentaron solamente en bosque nativo, lo que sí está de acuerdo a las tendencias esperadas.

Sería de interés estudiar lombrices, isópodos y diplópodos con los métodos de cuantificación apropiados, para poder obtener resultados respecto a estos importantes taxa, lo que sería motivo de un estudio diferente.

Como se ha visto en detalle, varios taxa aunque con pequeñas abundancias, se presentan exclusivamente en bosque nativo, solo en H₀ (coleópteros Curculionidae, Anthicidae microhimenópteros, Formicidae, larvas de Lepidoptera).

Por último, en bosque de pino, se encontró un total de 31 taxa y en bosque nativo 36 taxa, conformándose la tendencia encontrada anteriormente en el estudio en Malleco (21 y 26 taxa

respectivamente) donde ambas cifras son inferiores al caso del terreno en Los Lagos.

Es necesario destacar que el estudio realizado es puntual en el tiempo y como se espera de la abundante literatura sobre microartrópodos, suelen producirse importantes fluctuaciones estacionales, cuyo estudio completo sería necesario para representar en su dimensión total las diferencias globales entre ambos casos.

CONCLUSIONES

De la comparación de los microartrópodos entre bosque nativo y plantación de pino insignie, diferenciando dos horizontes edáficos, se encontró lo siguiente:

- En bosque nativo se encontraron 36 taxa supraespecíficos mientras que en pino solo 31; 5 taxa se encontraron entonces solo en bosque nativo (Curculionidae, Anthicidae, microhimenópteros, Formicidae, larvas Lepidoptera)
- Cinco taxa sobrepasan las frecuencias muestrales de 80% que son Oribatida, Prostigmata, Gamasina, Collembola Entomobryomorpha y Poduromorpha; sus frecuencias parciales no difieren significativamente ni entre bosques ni entre horizontes.
- Otros 5 taxa, de frecuencias inferiores a 80%, se encontraron exclusivamente en el horizonte A₁ (Leiodidae, Diptera imago, larvas Trichoptera, pupas insectos e Isopoda).
- Diplopoda se encontró solamente en plantación de pino.
- Del grupo de taxa con frecuencias menores de 80%, Protura Homoptera y Pselaphidae son significativamente más frecuentes en bosque nativo; en cambio Ptiliidae, Tarsonemini, Uropodina, Araneida, Symphypleona y Acaridida, son significativamente más frecuentes en las muestras de plantación de pinos.
- Según las pruebas estadísticas, las densidades fueron significativamente mayores en plantación de pinos, para los grupos "más frecuentes" de ácaros Oribatida y Gamasina, así como para el total de Acarina, todos estos taxa muestran también horizontes edáficos preferenciales significativos.
- Prostigmata y Entomobryomorpha, del grupo de los más frecuentes, muestran diferencias significativas solo según el horizonte edáfico.

- La interacción factorial no fue significativa en ninguno de los análisis de varianza de los taxa frecuentes, se asume entonces independencia del factor tipo de bosque con el factor tipo de horizonte edáfico para los casos analizados.

Todos estos cambios reflejan el establecimiento de un nuevo orden biocenótico, correspondiendo a diferentes tipos de humificación y estructura del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Queremos destacar la valiosa ayuda técnica prestada por Ignacio Mellado y agradecer además a Jaime Solervicens por la confirmación en las determinaciones de microcoleoptera. En especial agradecemos al Ing. Forestal Luis Otero por la oportunidad de participar en el interesante problema de estudiar los efectos del reemplazo de bosque nativo por pino insigne.

REFERENCIAS

- ARMESTO J., C. SMITH-RAMIREZ., P. LEON y M. KALIN 1992. Biodiversidad y Conservación del bosque templado en Chile. *Ambiente y Desarrollo* 8 (4): 19-24
- COVARRUBIAS R. y F. SAIZ 1971. Sobre algunas condiciones de la extracción de fauna edáfica mediante embudos de BerleseTullgren, *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile*. 32: 49-66
- COVARRUBIAS R., W. ORELLANA y J. VALDERAS 1982. Sucesión de microartrópodos en la colonización de fecas de bovino. *Rev. Ecol. Biol. Sol* 19:(3): 363-381.
- COVARRUBIAS R. 1987. Artrópodos asociados al matorral costero:acari:Oribatida. *Acta Ent. Chilena* 14:49-58
- COVARRUBIAS R. 1989. Datos sobre fauna de microartrópodos en un ciclo anual en diferentes substratos de un bosque de *Nothofagus pumilio*. *Acta Ent. Chilena*. 15:131-142.
- COVARRUBIAS R., C. CONTRERAS e I. MELLADO 1989. Dinámica de los gremios de microartrópodos bajo *Laretia acaulis*. *Acta Ent. Chilena* 15 :211-224.
- COVARRUBIAS R. 1991. Fluctuaciones estacionales de microartrópodos edáficos bajo especies vegetales en la Reserva Nacional Rio Clarillo (Región Metropolitana, Chile). *Acta Ent. Chilena* 16:81-96.
- COVARRUBIAS R., C. COVARRUBIAS e I. MELLADO 1992. Microartrópodos en suelos de bosques de *Nothofagus pumilio* en Parques Nacionales de Chile. *Acta Ent. Chilena*. 17:195-210.
- COVARRUBIAS R. y C. VERA 1992. Microartrópodos en sistemas urbanos. *Acta Ent. Chilena* 17:37-52
- FIGUEROA E. 1992. Incentivos y desincentivos económicos en el Proyecto de Ley del bosque nativo. *Ambiente y Desarrollo* 8 (4):41-45
- HUHTA V., E. KARPPINEN, M. NURMINEM and A. VALPAS 1967. Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous soil. *Ann. Zool. Fenn.* 4:87-143.
- INRA. 1971. (Institut National de la Recherche Agronomique). Organismes du sol et production primaire. IV Colloquium Pedobiologiae. Dijon 1970. *Ann. Zool. Ecol. animale*. Numero hors série. INRA. Paris.
- LEBRUN, PH., H. ANDRE, A. DE MEDTS, C. GREGOIRE-WIBO et G. WAUTHY. 1982. New trends in Soil Biology. VIII International Soil Zoology Colloquium. Belgique. 709 pp.
- MURPHY P. 1962. Progress in Soil Zoology. A colloquium. Rothamsted Experimental Station. Ed. Butterworths. London. 389 pp.
- OTERO L., H. DONOSO y L. BARRALES 1993. Análisis de los efectos ambientales del reemplazo de bosque nativo por plantaciones. X Región. Informe interno. Instituto Forestal. Santiago, Chile. En prensa.
- PESSON, P.1974. *Ecologie Forestière*. Ed. Gauthier-Villars. Paris. Bruxelles. 382 pp.
- RAMIREZ C., C. SAN MARTIN y R. MAC DONALD. 1992. El paisaje vegetal como indicador de cambios ambientales. *Ambiente y Desarrollo* 8 (4): 67-71
- RAPOPORT.E. 1966. Progresos en Biología del Suelo. Primer coloquio iberoamericano de Biología del Suelo. Publ. UNESCO Montevideo. 715 pp.
- SHEALS, J.G. 1969. The Soil Ecosystem. A Symposium. The Systematics Association Publication Number 8. London. 243 pp.
- UNESCO. 1969. Soil Biology, reviews of research. Ed. UNESCO. Paris. 240 pp.
- VANEK J. 1975 . Progress in Soil Zoology. Proc. of 5th Int. Colloquium. Prague. Publ. Academia Publ. House. Prague. 630 pp.
- VANNIER, G.1970. Techniques relatives a l'extraction des arthropodes du sol. Ed. du Centre Nat. de la Recherche Scientifique. Paris. 259-319.
- WALLWORK, J. 1976. The distribution and diversity of soil fauna. Academic Press. London. N. York: 355pp.

TABLA 1
NÚMERO DE MUESTRAS CON PRESENCIA DE CADA TAXON. PORCENTAJE DEFI. TOTAL. (χ^2 , VER EXPLICACION EN EL TEXTO).

	Pino A ₁	Pino H ₀	Nativo A ₁	Nativo H ₀	TOTAL	%	χ^2
ACARINA							
Oribatida	20	20	20	20	80	100	0.
Acaridida	10	6	1	3	20	25	9.2*
Prostigmata	16	16	18	19	69	86.3	0.39
Tarsonemini	8	14	2	7	31	38.8	9.39*
Gamasina	17	20	13	20	70	87.5	1.89
Uropodina	4	13	4	4	25	31.3	9.72*
TOTAL ACARINA	20	20	20	20	80	100	0
ARANEIDA	2	8	1	3	14	17.5	8.29*
PSEUDOSCORPIONIDA	-	6	1	13	20	25.0	21.2***
MIRIAPODA							
Diplopoda	4	12	-	-	16	20.0	
Chilopoda	3	2	1	1	7	8.8	1.57
Symphyla	3	2	2	3	10	12.5	0.33
Pauropoda	5	3	5	6	19	23.8	1.0
INSECTA							
Collembola							
Entomobryomorpha	14	17	14	19	64	80.0	1.13
Poduromorpha	14	16	15	19	64	80.0	0.88
Symphyleona	6	15	1	8	30	37.5	13.47**
Protura	5	-	11	3	19	23.8	13.63**
Homoptera	7	8	-	2	17	21.3	10.53*
Coleoptera							
Staphylinidae	3	5	4	9	21	26.3	3.95
Curculionidae	-	-	-	2	2	2.5	
Pselaphidae	-	1	1	6	8	10.	11.0 *
Ptiliidae	1	8	-	1	10	12.5	16.4 ***
Leiodidae	-	1	-	3	4	5.0	
Anthicidae	-	-	-	1	1	1.3	
TOTAL COLEOPTERA	4	10	5	14	33	41.3	7.85*
Diptera (Imago)	-	1	-	3	4	5.0	
Hymenoptera(s/Form.)	-	-	-	1	1	1.3	
Formicidae	-	-	-	1	1	1.3	
LARVAS Diptera							
Coleoptera	10	9	8	9	36	45.	0.22
Lepidoptera	6	2	4	6	18	22.5	2.44
Lepidoptera	-	-	-	2	2	2.5	
Trichoptera	-	1	-	2	3	3.8	
TOTAL LARVAS	13	9	9	13	44	55.0	1.46
Pupas	-	1	-	1	2	2.5	
CRUSTACEA							
Copepoda	10	3	14	7	34	42.5	7.65
Isopoda	-	9	-	3	12	15.0	

*, **, *** =significativo para p <de 0,05, 0,01 y 0,001 respectivamente

TABLA 2
 ABUNDANCIAS DE MICROARTROPODOS EN BOSQUE NATIVO.
 \bar{x} = DENSIDAD MEDIA, EN NUMERO DE INDIVIDUOS POR 1000 CC DE SUELO
 . S = DESVIACION ESTANDAR CORRESPONDIENTE A LA MEDIA

	Horizonte H ₀		Horizonte A ₁	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
ACARINA				
Oribatida	546,5	474,6	132,0	102,6
Acaridida	3,0	8,0	0,5	2,2
Prostigmata	128,5	116,1	48,5	66,4
Tarsonemini	8,0	12,4	9,5	38,0
Gamasina	59,5	35,2	26,0	39,8
Uropodina	2,5	5,5	2,0	4,1
ARANEIDA	2,0	5,2	0,5	2,2
PSEUDOSCORPIONIDA	18,5	27,2	1,0	4,5
MIRIAPODA				
Diplopoda	--	--	--	--
Chilopoda	0,5	2,2	0,5	2,2
Symphyla	2,0	5,2	1,0	3,1
Paupoda	3,5	5,9	3,0	5,7
INSECTA				
Collembola				
Entomobryomorpha	70,0	75,7	20,0	20,5
Poduromorpha	45,0	45,01	31,5	33,0
Symphypleona	9,5	16,1	1,0	4,5
Protura	4,5	15,7	18,0	24,0
Homoptera	3,0	11,3	--	--
Coleoptera				
Staphylinidae	8,0	10,6	2,0	4,1
Curculionidae	1,0	3,1	--	--
Pselaphidae	3,0	4,7	0,5	2,2
Ptiliidae	0,5	2,2	--	--
Leiodidae	1,5	4,9	--	--
Anthicidae	0,5	2,2	--	--
Diptera (Imago)	1,5	3,7	--	--
Hymenoptera (s/Form)	0,5	2,2	--	--
Formicidae	0,5	2,2	--	--
LARVAS:				
Diptera	7,5	9,7	10,0	17,5
Coleoptera	3,0	4,7	3,0	6,6
Lepidoptera	1,0	3,1	--	--
Trichoptera	1,0	3,1	--	--
PUPAS	0,5	2,2	--	--
CRUSTACEA				
Copepoda	8,5	18,4	25,0	31,0
Isopoda	2,0	5,2	--	--
TOTAL ACARINA	763,0	529,3	218,5	160,1
TOTAL FAUNA	961,5	583,5	335,5	221,6

TABLA 3
ABUNDANCIAS DE MICROARTROPODOS EN PLANTACION DE *PINUS RADIATA*.
 \bar{X} = DENSIDAD MEDIA, EN NUMERO DE INDIVIDUOS POR 1000 DE SUELO; S= DESVIACION ESTANDAR
 CORRESPONDIENTE A LA MEDIA

	Horizonte H ₀		Horizonte A ₁	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s
ACARINA				
Oribatida	670,5	490,9	296,0	249,1
Acaridida	63,0	207,8	31,0	50,1
Prostigmata	77,5	85,3	43,0	45,5
Tarsonemini	50,0	104,7	9,5	22,4
Gamasina	149,5	108,4	52,5	35,2
Uropodina	27,0	39,1	2,5	5,5
ARANEIDA	5,5	7,6	1,0	3,1
PSEUDOSCORPIONIDA	3,5	5,9	--	--
MIRIAPODA				
Diplopoda	15,0	17,0	2,0	4,1
Chilopoda	1,0	3,1	1,5	3,7
Symphyla	1,0	3,1	3,5	9,9
Pauropoda	2,0	5,2	34,0	28,8
INSECTA				
Collembola				
Entomobryomorpha	50,0	42,2	32,0	37,8
Poduromorpha	28,5	37,9	36,5	52,9
Symphypleona	17,0	13,4	9,0	18,3
Protura	--	--	2,5	4,4
Homoptera	72,5	183,8	17,0	48,1
Coleoptera				
Staphylinidae	3,5	6,7	1,5	3,7
Curculionidae	--	--	--	--
Pselaphidae	0,5	2,2	--	--
Ptiliidae	10,0	19,5	0,5	2,2
Leiodidae	0,5	2,2	--	--
Anthicidae	--	--	--	--
Diptera (Imago)	0,5	2,2	--	--
LARVAS: Diptera				
Coleoptera	7,5	10,7	7,5	9,7
Trichoptera	1,0	3,1	3,5	5,9
Diptera	0,5	2,2	--	--
PUPAS				
Diptera	0,5	2,2	--	--
CRUSTACEA				
Copepoda	1,5	3,7	9,5	14,7
Isopoda	6,5	8,1	--	--
TOTAL ACARINA	1037,5	696,8	434,5	302,1
TOTAL FAUNA	1266,0	742,2	570,5	347,3

TABLA 4
 RESULTADOS DE ANALISIS DE VARIANZA, PARA 6 TAXA CON FRECUENCIAS MUESTRALES MAS ELEVADAS.
 FACTOR BOSQUE: NATIVO, PINO. FACTOR HORIZONTE DE SUELO: H₀, A₁. CIFRAS SON VALORES OBSERVADOS
 DE F.

	BOSQUE	HORIZONTE	INTERACCION
Oribatida	6,88**	30,76***	0,94
Prostigmata	2,60	9,51**	1,14
Gamasina	20,51***	32,80***	0,04
Total Acarina	9,46**	37,78***	0,52
Collembola			
Poduomorpha	1,36	0,43	1,06
Entomobryomorpha	0,005	10,05**	1,27

*, **, *** = significativo para $p < 0,05, 0,01, 0,001$ respectivamente