

LA FAUNA DE TERRENOS NATURALES E INTERVENIDOS EN LA REGIÓN VALDIVIANA DE CHILE

FRANCISCO SÁIZ y
FRANCESCO DI CASTRI *

ABSTRACT

The arthropod fauna of soil, litter, moss and lichen was studied in temperate rainforests and in man-perturbed fields of the Valdivian region (Chile).

The fauna was extracted by means of BERLESE-TULLGREN funnels and the following structural aspects were analysed: species diversity (in bits per individual according to the SHANNON index), density (in individual per 1.000 cc) and affinity according to the SØRENSEN index).

In all the natural formations an homogeneous level of diversity is reached, thus demonstrating a comparable degree of evolutionary maturity. The species diversity decreases in the man-perturbed formations as the degree of human intervention increases. In any case, these biocenotic man-induced changes are not so marked than in the cultivated fields of the Chilean mediterranean region.

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de los trabajos sobre zoología del suelo realizados hasta ahora en Chile, ha tenido lugar en formaciones naturales e intervenidas de la región con clima mediterráneo (DI CASTRI ET AL. 1961, MARTÍNEZ & SÁNCHEZ 1962, HERMOSILLA 1962, DI CASTRI 1963 a y 1963 b, COVARRUBIAS ET AL. 1964). Nos ha parecido conveniente aplicar similares enfoques metodológicos a las comunidades animales del suelo de la zona valdiviana de Chile, que se distingue de las regiones mediterráneas por una mayor intensidad (2.000-2.500 mm) y constancia de las precipitaciones y por una vegetación clímax (bosque templado higró-

* Instituto de Ecología, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

filo) mucho más densa y más estratificada. Otra diferencia importante con el área mediterránea es un período de actividad biológica anual más largo y cuyos mínimos se verifican en invierno por la disminución de la temperatura, mientras en la región mediterránea el mínimo es en verano por los fenómenos de sequía.

En cuanto a las formaciones derivadas de la actividad agropecuaria, dominan en la zona valdiviana las praderas polifíticas semipermanentes y las plantaciones de *Pinus radiata*, en tanto que en la región mediterránea (por lo menos en el valle longitudinal) son dominantes los cultivos de rotación corta y las praderas monofíticas de irrigación.

Una descripción más completa de estas regiones y de sus límites aparece en DI CASTRI (1968).

MATERIAL Y MÉTODOS DE TRABAJO

El material sobre el cual se basa la mayor parte de nuestras observaciones consiste en 32 muestras de 250 cc cada una, cuyos Artrópodos aerobiontes (dominando Acaros y Colémbolos) se extrajeron mediante aparatos de Berlese-Tullgren.

Estas muestras corresponden a dos tipos de formaciones naturales (el bosque templado higrófilo en que son dominantes *Nothofagus obliqua*, *Nothofagus dombeyi* y *Laurelia*, y el bosque bajo semi-inundado con *Drimys winteri* y *Embothrium coccineum*) y a tres formaciones intervenidas (pradera polifítica semipermanente, parque resultante del raleo del bosque y plantaciones de *Pinus radiata*). La mayor parte de las muestras se refiere a suelo, pero hubo también algunas de musgos y de líquenes.

Para el estudio de las características estructurales de estas comunidades edáficas se consideraron, además de los aspectos faunísticos y fisonómicos, los siguientes parámetros:

- a) La diversidad específica, medida en bits por individuo de acuerdo al índice de SHANNON (1949), aplicado por primera vez en Chile a problemas ecológicos en un trabajo sobre comunidades de musgos (DI CASTRI ET AL. 1964).
- b) La afinidad, según el índice de SØRENSEN (1948).
- c) La densidad, expresada en número de individuos por 1.000 cc de material.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Analizaremos los resultados obtenidos, de acuerdo a los siguientes enfoques:

- Variaciones de la diversidad según el tipo de ecosistema.
- Comparación de la diversidad en terrenos naturales e intervenidos.
- Estratificación vertical de la diversidad.
- Densidad.
- Afinidad.
- Aspectos faunísticos.

Variaciones de la diversidad según el tipo de ecosistema.

Los resultados relativos a este aspecto están contenidos en el Cuadro N° 1. La primera conclusión es la gran uniformidad de los índices de diversidad para las comunidades del suelo de distintos bosques higrófilos con *Nothofagus* y también de bosques inundados con *Drimys*; los valores varían en efecto de 4 a 5 bits por individuo. Junto con la homogeneidad, debe destacarse también el nivel alto de diversidad, hechos que traducen el grado elevado de complejidad alcanzada y probablemente las condiciones semejantes de historia sucesional de estas comunidades. Estas características nos permiten definir para esta región una *diversidad zonal*, a diferencia de las zonas norte y central chilenas en que la distribución de la diversidad específica es muy heterogénea en las distintas fracciones territoriales, paralelamente a distintas situaciones climáticas, fisiográficas e históricas. Sobre todo la zona mediterránea chilena es típicamente de transición, habiendo recibido repetidamente olas migratorias procedentes del norte y del sur y habiendo sido sometida a cambios climáticos muy acentuados (DI CASTRI 1968).

Por otra parte, a esta "diversidad zonal" se asocia también una fisonomía animal bastante uniforme en las distintas comunidades del suelo, que se exterioriza en particular por la presencia de Copépodos Harpacticoides edáficos o húmicos como *Löfflerella chilensis* y *Antarctobiotus rapoportii* (LÖFFLER 1966) y por la existencia incluso en superficie de Coleópteros considerados tradicionalmente como euedáficos (COIFFAIT & SAIZ 1965). Esto denota que en las capas superficiales del suelo hay un alto nivel de higrofilia y una gran constancia de este factor durante el año, como también un grado reducido de fluctuaciones térmicas.

Respecto a la fauna de Artrópodos de los musgos analizados, todos sobre árbol en el interior de los bosques clímax, sus valores de diversidad son del mismo orden que aquellos encontrados en el suelo. Esto estaría demostrando que habría uniformidad de la diversidad también en distintos hábitats de un mismo ecosistema. La cifra cercana a 5 bits por individuo podría representar el nivel de saturación de la diversidad específica para estos tipos de ambientes en la región valdiviana.

La menor diversidad comprobada para la fauna de los líquenes debe considerarse como propia de una etapa sucesional anterior a la de musgos, con condiciones microclimáticas más fluctuantes y posibilidades tróficas inferiores y menos estables.

En cuanto a los efectos de las intervenciones zooantropógenas, punto que tocaremos preferentemente en el acápite que sigue, en general se observa una notoria baja de la diversidad, tanto más manifiesta cuanto mayor es el grado de intervención. Hace excepción a los planteamientos anteriores un bosque artificial de *Pinus radiata*, en que la diversidad de la fauna del suelo alcanza valores comparables a los de las formaciones naturales. Se trata de un bosque muy desarrollado y muy denso, por lo tanto con un efecto de filtro climático similar al de los bosques clímax. Además, la modificación por el hombre de estos suelos no debe haber sido muy intensa, pues persisten, entre los pinos, troncos de *Nothofagus* en forma dispersa, lo que demuestra que estos terrenos no fueron sometidos a la acción del arado.

CUADRO 1

DIVERSIDAD ESPECIFICA MEDIA DE LOS ARTOPODOS, EXPRESADA EN BITS POR INDIVIDUO, EN LOS PRIMEROS 15 CM DE SUELO, EN LOS MUSGOS Y EN LOS LIQUENES

Formaciones naturales			Formaciones intervenidas		
Bosques inundados con <i>Drimys</i>	Bosques templados higrófilos con <i>Nothofagus</i>		Plantación de <i>Pinus radiata</i>	Parque	Praderas semipermanentes
	suelo	musgos			
suelo	suelo	musgos	liquenes	suelo	suelo
4.13	4.84	4.84	3.73	3.56	3.22
4.74	4.08	4.46			2.79
	4.73				
	4.18				
	5.01				
				5.01	

Comparación de la diversidad en terrenos naturales e intervenidos.

Con el fin de explicar en forma secuencial los efectos de algunos manejos agropecuarios sobre las comunidades del suelo, hemos tomado muestras a lo largo de un "transect" (fig. 1) desde el interior de un bosque higrófilo (muestras

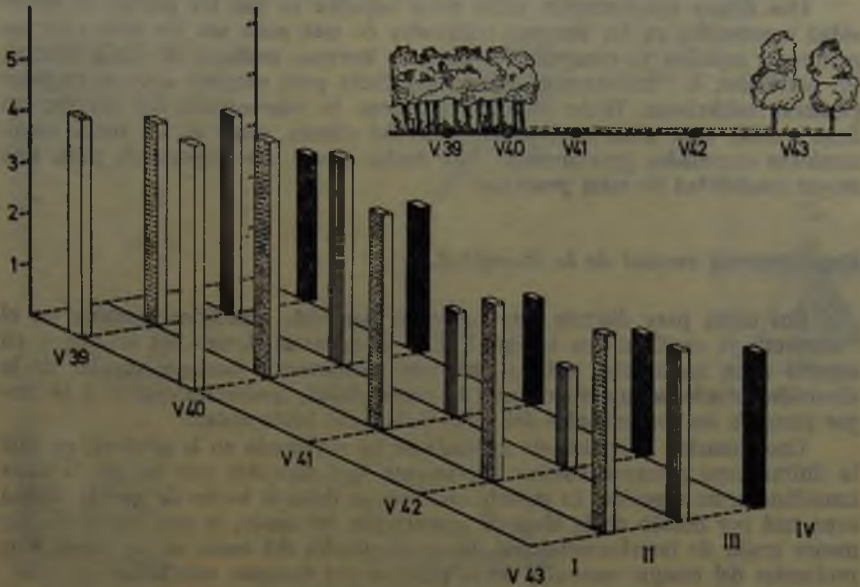


Fig. 1. Diversidad específica media, en bits por individuo, en las distintas capas (I, II, III, IV) de muestras tomadas a lo largo de un transect.

V 39 y V 40) hacia terrenos con praderas polifíticas permanentes sometidas a pastoreo (muestras V 41 y V 42) para terminar con una zona de árboles aislados (muestra V 43), donde la intervención había sido menos intensa que en la pradera por el hecho de no haber habido araduras. De cada muestra se obtuvieron submuestras de acuerdo a la profundidad progresiva, correspondiendo la I a hojarasca superficial (existente sólo en el bosque), la II a los primeros 5 cm de tierra, la III a la capa de tierra de 5 a 15 cm y la IV a la capa de 15 a 30 cm. Discutiremos inmediatamente los resultados sobre los cambios de la diversidad en sentido horizontal, dejando para más adelante la discusión de la estratificación vertical de la diversidad en el suelo.

Del análisis de la fig. 1, se comprueba que la diversidad va disminuyendo desde las muestras ubicadas en la formación natural hacia aquellas de los terrenos sometidos a un grado progresivo de intervención por el hombre. Los valores máximos de diversidad corresponden a la muestra V 40, debido a su carácter parcialmente ecotonal. Los valores mínimos se han registrado en la muestra de pradera (V 42) más alejada del bosque higrófilo.

La muestra V 43, tomada entre grupos de árboles aislados, da valores de diversidad intermedios entre bosque y pradera. Se destaca así la importancia de dejar subsistir pequeñas islas arbóreas dentro de las praderas artificiales, considerando su papel como lugares de refugio de especies autóctonas y centros de conservación de una mayor complejidad faunística, que favorecen la recolonización constante de las praderas.

Una última consideración sobre estos aspectos es que los grados de diversidad mantenidos en los terrenos cultivados de esta zona son en todo caso superiores a aquellos ya comprobados para los terrenos análogos de Chile central. En particular, la "dominancia" no es manifiesta para ninguna especie en estas praderas valdivianas. Dicho en otras palabras, la intervención del hombre no llega a crear aquí situaciones tan alejadas del clímax, como en las zonas mediterráneas estudiadas previamente. Este hecho puede ser importante para una mayor estabilidad de estas praderas.

Estratificación vertical de la diversidad.

Los datos para discutir estos aspectos han sido obtenidos también en el "transect" ya explicado en la fig. 1. En las muestras dentro del bosque y en aquella entre los árboles aislados, hay una disminución bastante regular de la diversidad desde la superficie hacia la profundidad, fenómeno común a la mayor parte de las comunidades del suelo estudiadas hasta ahora.

Una situación parcialmente anómala se ha verificado en la pradera, en que la última capa presenta valores ligeramente más elevados que los de la capa inmediatamente superior. Es posible que esto se deba al hecho de que la última capa está por debajo de la línea de penetración del arado, lo que implicaría un menor grado de interferencia. Así, las comunidades del suelo en las capas más profundas del bosque natural y de la pradera son bastante semejantes.

Insistimos nuevamente sobre los valores relativamente altos, en comparación con los de la zona central, encontrados en la capa superficial de la pradera. Este hecho puede explicarse, además que por el clima más favorable con ausencia de períodos de sequía, por la cubierta vegetal permanente y compuesta por distintas especies, por el pastoreo bastante racional a que estos terrenos están sometidos y por la persistencia de una elevada cantidad de humus, cuyo papel regulador de las zocenosis edáficas analizaremos más adelante.

Densidad.

Nuestro análisis de este parámetro será muy somero, pues en casi todas las muestras de esta zona existe una relación directa entre la densidad y la diversidad específica, lo que confirma que no estamos en presencia de situaciones ecológicas extremas y que las interferencias de tipo climático, edáfico y humano son relativamente moderadas. En síntesis, estos suelos cultivados mantendrían una fauna de bosque natural, empobrecida a la vez en número de especies y en número de individuos. Cabe destacar que, por el contrario, en las praderas regadas más septentrionales suele haber contraposición entre una diversidad específica muy baja y valores de densidad manifiestamente elevados, por la fuerte dominancia de especies alóctonas de amplia difusión.

Afinidad.

La fig. 2 grafica las relaciones de afinidad faunística de tres capas sobrepuestas (hojarasca, humus y tierra subyacente) y de musgos sobre árbol en contacto directo con el suelo. También en este caso se trata de un bosque higrófilo valdiviano y la fauna se refiere a los Artrópodos aerobiontes.

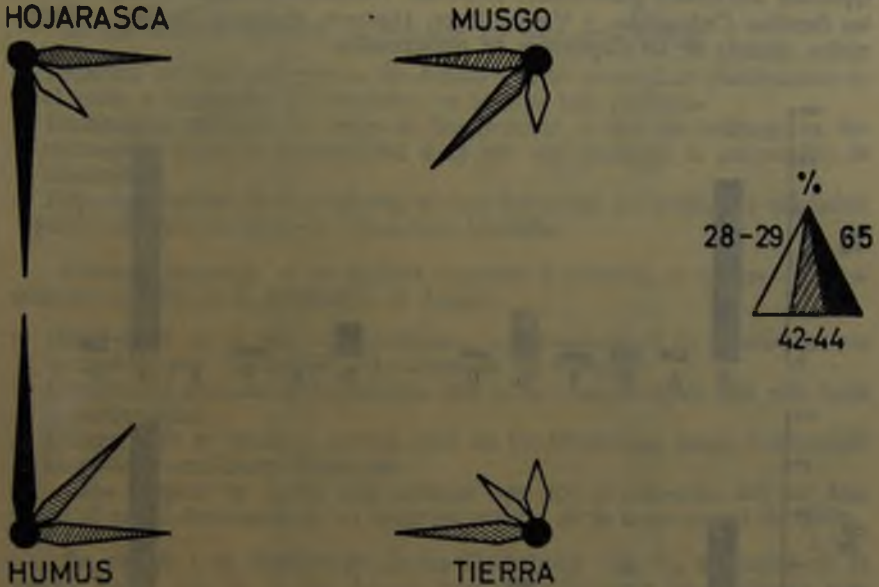


Fig. 2. Afinidad faunística en porcentaje, de acuerdo al índice de SØRENSEN, entre la fauna de musgos, hojarasca, humus y suelo. El largo de las flechas está en relación con el grado de afinidad.

Los valores más altos de afinidad con todos los otros ambientes y por lo tanto las características de mayor interdependencia se han comprobado en el humus. El humus sería, al mismo tiempo, un refugio de fauna de distinto origen y un punto de partida para la colonización de los otros ambientes superiores o subyacentes. Este elevado grado de intercomunicaciones, a lo cual se agrega que el humus presenta la diversidad específica más elevada y un microclima muy favorable y estable, asigna al humus un papel central en la regulación, efectivo tal vez a nivel de todo el ecosistema (DI CASTRI 1966).

La situación opuesta se verifica en la "tierra", que sería así el ambiente más aislado.

En cuanto a las dos capas superficiales (hojarasca y musgo), ambas tienen una situación intermedia, pero las biocenosis muscícolas aparecen algo más aisladas e individualizadas que aquellas de la hojarasca, cuya interdependencia con el humus es extremadamente elevada.

Aspectos faunísticos.

El bosque templado higrófilo valdiviano se caracteriza por una alta diversidad y densidad de los organismos del suelo y de la hojarasca, prevaleciendo grupos y especies francamente higrófilas de Diplópodos, Enquitreidos, Coleópteros Ptiliidos, Pseláfidos y Estafilínidos (entre los cuales destacamos el *Leptyphlinae Eutyphlus granulatus*), Isópodos, Pseudoscorpiónidos (sobre todo de las familias Chthoniidae y Vachoniidae), Dípteros, Proturos, Sínfilos y Paurópodos, además de los Copépodos ya mencionados.

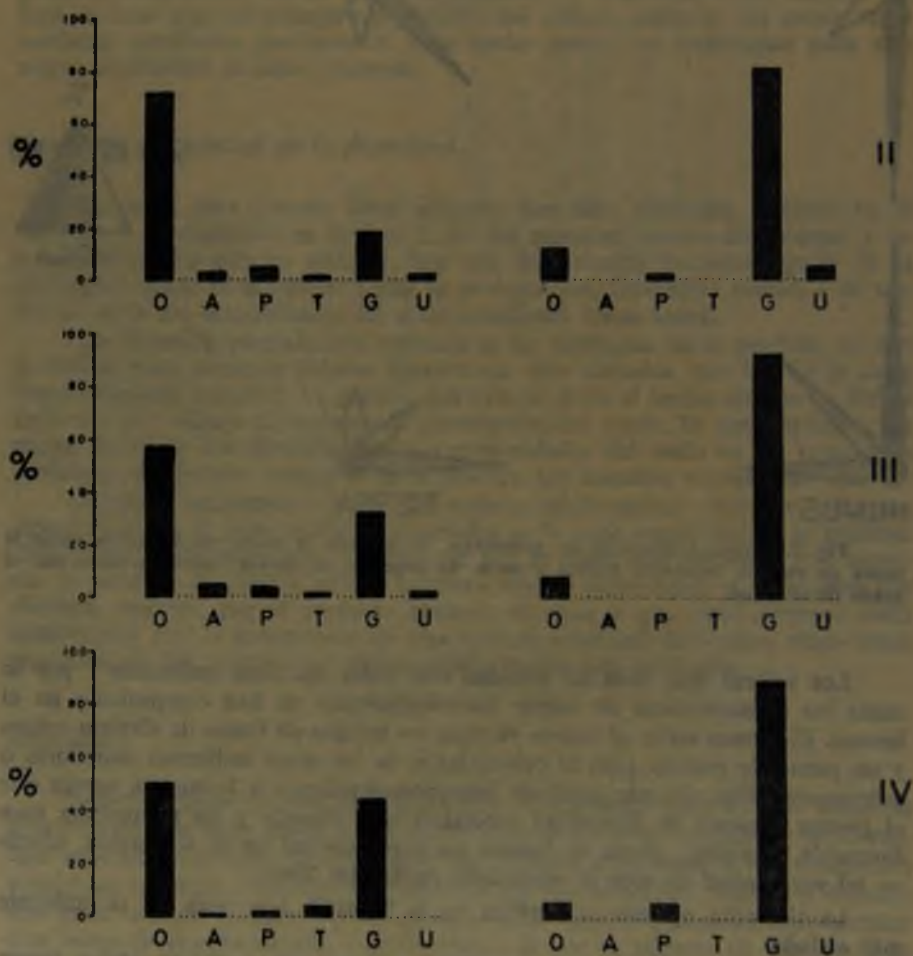


Fig. 5. Porcentaje relativo de grupos de Acaros en distintas capas de suelo (II: 0-5 cm. III: 5-15 cm. IV: 15-30 cm). A la izquierda, terrenos naturales (bosques higrófilos); a la derecha, terrenos intervenidos (praderas). O: Oribatei. A: Acaridiae. P: Prostigmata. T: Tarsonemini. G: Gamasides. U: Uropodina.

De todas maneras, son dominantes los Acaros y los Colémbolos. Nos basaremos sobre la distribución comparativa de estos dos grupos para cotejar faunísticamente los terrenos naturales a los intervenidos.

La proporción porcentual de los Acaros en las tres últimas capas ya especificadas anteriormente, en terrenos naturales e intervenidos, se presenta en la fig. 3. A la izquierda se consignan los terrenos naturales y a la derecha los intervenidos.

En los terrenos naturales, se destacan los siguientes hechos:

- a) Presencia de todos los grupos de Acaros que se encuentran clásicamente en el suelo, a excepción de Uropodina en la capa más profunda.
- b) Dominancia en todas las capas de los Oribatei, la que sin embargo va disminuyendo hacia la profundidad a la vez que aumenta la proporción de Gamasides.
- c) Pequeña cantidad de Prostigmata, lo que, junto con los hechos ya señalados, está indicando condiciones claramente higrófilas.

Comparativamente, en la pradera sometida a pastoreo, se observan los siguientes cambios en la proporción de Acaros:

- a) Disminución de la riqueza acarológica, por desaparición de algunos grupos (y también por disminución del número de las especies).
- b) Dominancia absoluta de Gamasides, que se va incrementando aún más hacia la profundidad.
- c) Desaparición ya desde la tercera capa de los Uropodina, grupo fuertemente asociado a condiciones húmicas.

Cabe destacar en forma muy especial que, por el contrario, son los Acaridiae el grupo dominante en las praderas regadas de la zona central de Chile.

En cuanto a la distribución de los Colémbolos (fig. 4), expresada en la misma forma que la de los Acaros, pueden adelantarse las siguientes conclusiones:

- a) En la formación natural (bosque higrófilo), los Poduromorpha son dominantes sin contrapeso, mientras en la pradera los Entomobryomorpha aumentan proporcionalmente y llegan a dominar en la capa más superficial.
- b) Mayor porcentaje de Symphypleona en la capa superficial de la pradera, pues este grupo está ligado preferentemente a la presencia de un estrato herbáceo.

En síntesis, aun cuando hay claros cambios en la composición por grupos entre el bosque natural y la pradera, éstos no llegan a la misma intensidad que en los terrenos cultivados de la zona central de Chile.

CONCLUSIONES Y RESUMEN

Se ha estudiado la fauna de Artrópodos aerobiontes que viven en el suelo, en la hojarasca y en algunos ambientes asociados (musgos y líquenes) de formaciones naturales (bosques templados higrófilos y bosques inundados) e intervenidas (praderas, parque y plantación de *Pinus radiata*) en la región valdiviana

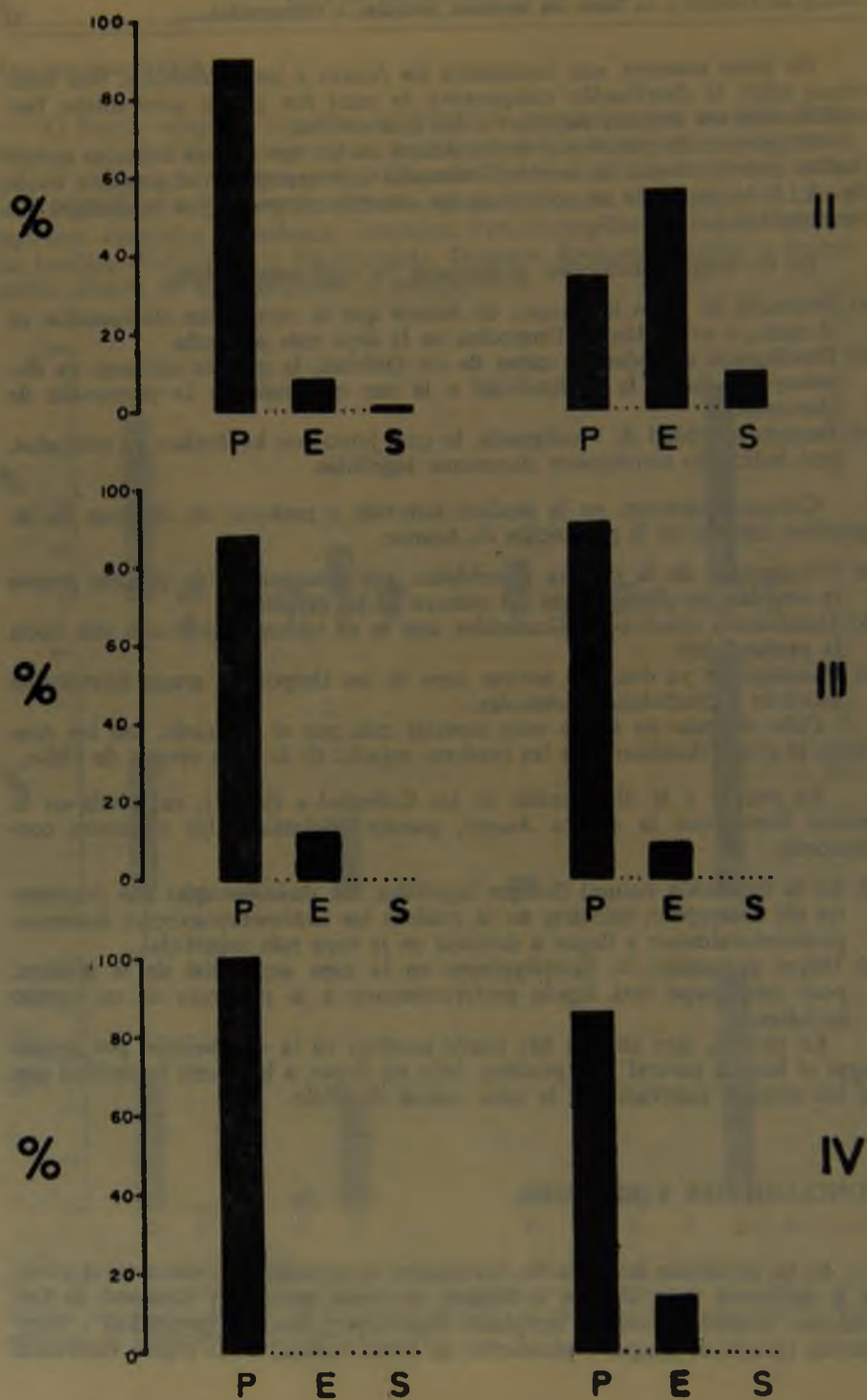


Fig. 4. Porcentaje relativo de grupos de Colémbolos en las distintas capas de terrenos naturales (a la izquierda) e intervenidos (a la derecha). P: Poduromorpha, E: Entomobryomorpha, S: Symphypleona.

de Chile. La fauna fue extraída de las muestras mediante aparatos de BERLESE-TULLGREN y fueron analizados los siguientes aspectos estructurales de estas comunidades: diversidad específica (medida por el índice de SHANNON), densidad (expresada en individuos por 1.000 cc) y afinidad (medida por el índice de SØRENSEN).

Las principales conclusiones son las siguientes:

- 1.—Todos los bosques naturales analizados presentan un grado uniforme de diversidad específica (entre 4 y 5 bits por individuo), traduciendo esto un grado comparable de madurez evolutiva.
- 2.—La diversidad específica disminuye en las formaciones intervenidas en relación directa con el grado de intervención.
- 3.—Los efectos de la intervención son mayores en las capas superficiales, quedando el estrato entre 20-30 cm de profundidad muy poco alterado con respecto a la situación natural.
- 4.—Esta capa profunda y los suelos cercanos a los islotes de árboles en las praderas actúan como lugares de refugio y centros de dispersión de la fauna original.
- 5.—Los cambios derivados de la acción humana en estas comunidades valdivianas son menos intensos que aquellos ya comprobados en los terrenos cultivados de la región mediterránea chilena.
- 6.—En una plantación de *Pinus radiata*, los valores de diversidad específica fueron del mismo orden que en las formaciones naturales, probablemente debido al hecho de que la densidad de los pinos estaba produciendo un efecto de "filtro" climático comparable al bosque nativo y que los suelos no habían sido arados previamente a la plantación.
- 7.—En esta región, la densidad guarda relación directa con la diversidad.
- 8.—El humus es el elemento central de la comunidad endogea, ampliamente intercomunicado con ambientes tales como la hojarasca, los musgos y el suelo profundo; en efecto, a nivel del humus se comprueban los valores máximos de afinidad faunística con todos los otros ambientes. Por el contrario, el suelo profundo es el ambiente más aislado.
- 9.—Faunísticamente, el hecho más importante es la abundancia en todos los suelos forestales de Copépodos Harpacticoides.
- 10.—El cambio faunístico más relevante en la comparación entre terrenos naturales y cultivados es el traspaso de la dominancia desde los Oribatei en los bosques a los Gamasides en las praderas, mientras en la región centro-chilena son los Acaridiae que desplazan a los Oribatei en situaciones similares.

BIBLIOGRAFIA

CASTRI, F. DI

1963. a. Etat de nos connaissances sur les biocoenoses édaphiques du Chili. En: J. DOEKSEN & J. VAN DER DRIFT (Ed.), Soil Organisms. North-Holland Publ. Co., Amsterdam: 375-385.
- b. Estado biológico de los suelos naturales y cultivados de Chile Central. *Bol. Prod. Anim. (Chile)*. 1 (2): 101-112.
1966. Consideraciones sobre el estado de disclimax en las zoocenosis edáficas. En: *Progresos en biología del suelo. Actas del Primer Coloquio Latinoamericano de Biología del Suelo. Monografías I. UNESCO, Montevideo: 333-341.*
1968. Esquisse écologique du Chili. En: C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE & E. RAPOPORT (Ed.), *Biologie de l'Amérique Australe. Vol. IV. CNRS, Paris: 7-52.*

CASTRI, F. DI, W. HERMOSILLA, F. SÁIZ & VALERIA VITALI-DI CASTRI

1961. Primeras prospecciones sobre la fauna edáfica chilena. *Bol. IV Conv. Méd. Vet. Santiago: 29-33.*

CASTRI, F. DI, V. ASTUDILLO & F. SÁIZ

1964. Aplicación de la teoría de la información al estudio de las biocenosis muscócolas. *Bol. Prod. Anim. (Chile)*. 2 (2): 153-171.

COIFFAIT, H. & F. SÁIZ

1965. Nouveaux Leptotyphlinae (Col. Staphylinidae) du Chili. Seconde note. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 2 (1): 129-136.

COVARRUBIAS, R., INÉS RUBIO & F. DI CASTRI

1964. Observaciones ecológico-cuantitativas sobre la fauna edáfica de zonas semiáridas del Norte de Chile (Provincias de Coquimbo y Aconcagua). *Monografías sobre ecología y biogeografía de Chile. Bol. Prod. Anim. (Chile)*, Serie A, Nº 2: 1-109.

HERMOSILLA, W.

1962. Observaciones ecológico-cuantitativas sobre la fauna edáfica del Cerro "El Roble". Tesis Univ. Chile, Santiago. 49 pp.

LÖFFLER, H.

1966. Beitrag zur Kenntnis des Harpacticiden- und Ostracodenfauna Chiles. *Zool. Anz.* 176 (3): 192-205.

MARTÍNEZ, TERESA & MALVA SÁNCHEZ

1962. Observaciones ecológico-cuantitativas sobre la fauna edáfica de terrenos regados. Tesis Univ. Chile, Santiago. 34 p.

SHANNON, C. E.

1949. The mathematical theory of communication. En: C. E. SHANNON & W. WEAVER. Univ. Illinois Press. Urbana: 3-91.

SØRENSEN, T.

1943. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. *Vidensk. Selsk. Biol. Skr.* 5 (4): 1-34.