

MICROARTROPODOS EN SISTEMAS URBANOS

MICROARTHROPODS IN URBAN SYSTEMS

R. COVARRUBIAS¹ y C. VERA

ABSTRACT

The soil microarthropod fauna was studied in the urban park Balmaceda, in Santiago, Chile.

A total of 61 samples were taken under five contrasting situations, namely grass (formed by a complex of species), a shrubby plant *Ligustrum sinensis* and three species of tree namely, *Cryptocarya alba*, *Quercus suber* and *Erythrina umbrosa*. Litter or soil samples of 250 ml were worked out, treated in Berlese-Tullgren funnels.

The average densities for each higher taxa and their standard deviations are given, as well as the relative abundance and the presence frequencies in the samples. The total amount of recorded material adds up to 14697 individuals, distributed in 25 higher taxa of soil microarthropods.

Also presented are the results of the analysis of variance, to test the influence of the factors "plant growth form" and "tree species" on the abundance of the 7 taxa with higher sample frequencies. The plant growth form factor, showed a significant influence over the abundances of most of the analyzed taxa and total fauna. The tree species factor showed little influence, being significant only for Tarsonemid mites and total fauna.

The densities and relative abundance were compared with those of some Chilean natural ecosystems. The absolute abundance is higher in park than those in meadows and steppes, but lower to that from forests and tundra. The low proportion of insects and the high percentage of Tarsonemid and Acaridida mites was a characteristic in the urban park.

This material in urban parks, easily accessible, is thought to be useful in the achievement of various educational and research objectives, whether be invertebrate zoology or ecology.

Key words: Soil fauna, Microarthropods, Urban parks, Influence of plant species, Influence of plant growth form.

INTRODUCCION

Si bien en Chile se han realizado muchos trabajos sobre fauna de suelos en ambientes naturales, sólo se ha efectuado un número reducido de estudios sobre este tipo de fauna en ambientes intervenidos o antropizados, principalmente sobre microartrópodos aerobiontes. Entre estos trabajos podemos citar, en el Norte Chico, suelos intervenidos por cultivos irrigados (Covarrubias *et al.*, 1976), análisis de diversidad en varios tipos de substratos típicos de explotaciones agropecuarias (Di Castri y Covarrubias, 1976), efectos de pesti-

cidas sobre suelos agrícolas (Lara *et al.*, 1986), la colonización por microartrópodos de fecas de bovino (Covarrubias *et al.*, 1982), praderas de pastoreo y plantaciones de pino en la región valdiviana (Saiz y Di Castri, 1971), la determinación de características de organización de la fauna edáfica en terrenos intervenidos en general (Di Castri, 1966). También hay estudios de microartrópodos en algunas situaciones agrícolas especiales, tales como silos (Di Castri y Covarrubias, 1976; Hasbún, 1977) y compost bovino (Vergara, 1987).

En la literatura nacional no se encontraron trabajos sobre fauna edáfica típicamente urbana, es decir de suelos de parques y jardines. En la literatura extranjera se encontraron solo escasas referencias, tales como Aoki (1979) quien describe las familias de ácaros Oribatida más comunes en

¹ Instituto de Entomología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Casilla 147, Santiago Chile.

sitios urbanizados de Japón, Moreno y Díaz (1979) describen las asociaciones de lombrices en un campus Universitario en Madrid y Santos (1986) describe correlaciones entre varios factores del suelo y el grado de urbanización, en Washington D.C. (USA).

De las publicaciones generales sobre intervención antrópica de la fauna del suelo (Hale, 1967; Wallwork, 1967, 1976; Raw, 1967; Niedbala *et al.*, 1982) se sabe que, en especial los microartrópodos, son muy sensibles a ella y por lo tanto se espera en sitios urbanos el producto de la selección de un espectro de fauna de características particulares.

Los objetivos del presente trabajo son determinar cuales taxa superiores de microartrópodos del suelo se encuentran presentes en parque urbano; además, tipificar sus densidades medias y medidas de dispersión correspondientes. Este objetivo general se cumple detallando los datos para tres compartimentos del ecosistema, que son las formas de crecimiento vegetal (árbol, arbusto, hierba), lo que nos permite hacer inferencias sobre diferencia de medias entre ellos; también se analizan otros tres subconjuntos, correspondientes a tres especies diferentes de árbol, para realizar también las inferencias de diferencia de medias sobre el factor "especie" vegetal, en relación a las comunidades de fauna edáfica.

Un objetivo educacional subyace a todo este trabajo, que es el poner a disposición de los enseñantes datos sobre este tipo de material, el que es abundante y de fácil acceso, objetivo de especial relevancia en una Universidad de Ciencias de la Educación.

MÉTODOS

Como no se pretende realizar por ahora un estudio exhaustivo y extensivo en parques urbanos, se seleccionó una de estas áreas verdes que cumpliera con requisitos básicos; estos se refieren a una cierta estabilidad temporal mínima, o sea que no haya sufrido remociones o remodelaciones totales recientes, que sea suficientemente grande, como para poder tomar un número representativo de muestras y que presente al menos las tres formas principales de formas de crecimiento vegetal, es decir árboles, arbustos y hierbas; también se requirió que tuviera un manejo uniforme y conocido, en cuanto a régimen de riego, abonos y

que en lo posible no se hubieran aplicado insecticidas sistémicos. Después de hacer un estudio local, se eligió el lugar que cumplió mejor con los requisitos, el área verde "Parque Balmaceda", que cubre un área aproximada de 43.377 m², en el sector central de la ciudad de Santiago y fue construido en 1940.

Se realizó un diseño de muestreo tal que se pudieran contrastar dos hipótesis; en primer lugar, observar si la forma de crecimiento vegetal e influye o no sobre la composición taxonómica de taxa superiores (Ordenes, Familias) de microartrópodos o sobre las respectivas abundancias promedio.

La segunda hipótesis es probar si la especie vegetal, dentro de una misma forma de crecimiento, influye o no sobre la composición de taxa superiores de microartrópodos o sobre sus respectivas abundancias; en este caso se eligió contrastar los suelos bajo tres especies de formas arbóreas, 2 alóctonas que son *Quercus suber* (alcornoque) y *Erythrina umbrosa* (ceibo) y una especie autóctona, que sería típica de partes más húmedas no intervenidas en el valle de Santiago, *Cryptocarya alba* (peumo).

El mismo conjunto de muestras obtenido bajo árboles sirvió para contrastar la primera hipótesis, efectuando los muestreos adicionales bajo una especie de arbusto, *Ligustrum sinensis* (o ligustrina) y las hierbas que conformaban un césped, de composición compleja (35% de *Lolium perenne*, 20% de *Poa pratensis*, 20% de *Festuca rubra*, 15% de *Agrostis tenuis*, 5% de *Dichondra repens* y 5% de *Tribolium repens var ladina*).

Para cada una de las tres especies de árbol se tomó un número parecido de muestras (12 ó 13) y a su vez también bajo arbusto (12 muestras) y en suelo de césped (12 muestras), lo que da un total de 61 muestras.

Para uniformar la experiencia se exigió que los árboles y arbustos no estuvieran plantados directamente en césped, tampoco en caninos peatonales con maicillo, lo que podría agregar otros factores distintos de influencia o hacer ambiguos los resultados. Todas las muestras fueron extraídas bajo las mismas condiciones climáticas y de mantención, en un mismo día (4 Mayo 1988), en un lapso total de 2 horas (9-11 AM).

Cada muestra consistió en suelo bajo las respectivas plantas, hasta 5 cm. de profundidad; en

terreno se tomó el material, depositándolo para su transporte, en bolsas de polietileno etiquetadas; en laboratorio se montaron volúmenes de 250 cc de material en embudos de Berlese-Tullgren bajo iluminación por ampolletas de 40 Watts; la fauna se recogió en tubos con alcohol de 75%. Posteriormente se efectuó la separación de la fauna en cada muestra, de los otros materiales accesorios que normalmente caen desde los embudos, y se procedió a su estudio taxonómico y recuento riguroso, bajo lupa binocular.

El análisis cuantitativo de los datos se trabajó con análisis de varianza a un criterio de clasificación, modelo fijo (Dagnelie, 1970); se utilizó una transformación de los datos del tipo $Y = \ln X + 1$, para homogenizar las varianzas y normalizar la distribución.

RESULTADOS Y DISCUSION

Taxa de microartrópodos encontrados en parque urbano

Fruto del análisis de las muestras, se encontró una variedad de taxa, bastante típicos de la mayoría de los estudios de fauna de suelos; estos taxa forman grupos coherentes, relativamente homogéneos funcionalmente, con características morfológicas definidas, fácilmente reconocibles.

A continuación entregamos el esquema de clasificación utilizado, tomado de Russel-Hunter (1979), a excepción de Acarida, en que se adoptó la clasificación propuesta por Van Der Hammen (1968).

Clase Aracnida	
Subclase Acarida (ver observación 1)	
Orden Gamasida	Suborden Gamasina
	Suborden Uropodina
Orden Actinedida	Suborden Endeostigmata (Prostigmata)
	Suborden Tarsonemina (Tarsonemini)
Orden Oribatida	
Orden Acaridida	
Clase Symphyla	
Clase Pauropoda	
Clase Chilopoda	
Clase Crustacea	
Orden Isopoda	
Clase Insecta	
Subclase Apteriygota	
Orden Collembola	Subórdenes: Symphypleona Arthropleona

Secciones:
Poduromorpha
Entomobryomorpha

Orden Protura	
Orden Diptura	
	Familias: Campodeidae Japygidae
Subclase Pterygota. División Exopterygota	
Orden Psocoptera	
Orden Homoptera	
Orden Thysanoptera	
Subclase Pterygota. División Endopterygota	
Orden Coleoptera	
	Familias: Staphylinidae Tenebrionidae Curculionidae Scarabaeidae
Orden Diptera	
Orden Hymenoptera	
	Familia: Formicidae

Además se encontraron y discriminaron larvas de las órdenes:

Diptera
Coleoptera
Lepidoptera

Observación 1: De la inspección de la literatura reciente sobre ácaros, especialmente de la revista periódica ACAROLOGIA, se observa que los términos Prostigmata y Actinedida siguen en uso para referirse a Endeostigmata propuesto por Van Der Hammen (op cit) así como también Tarsonemini en vez de Tarsonemina; nosotros los utilizaremos también así en nuestros cuadros.

Densidades obtenidas en parque urbano

La tabla 1 muestra las densidades medias, expresadas como número de individuos por 1000 cc de material, de los diferentes grupos de microartrópodos edáficos que se encontraron en las muestras de las tres especies de árboles, del arbusto y del césped estudiados.

En conjunto, los taxa más abundantes y frecuentes corresponden a la subclase Acarida y a varios órdenes de insectos, encontrándose además algunos miriápodos e incluso crustáceos, como los isópodos.

Si se toma la abundancia como medida de importancia, podemos ordenarlos desde mayor a menor densidad, configurando el orden siguiente: Acaros Oribatida, Tarsonemini y Gamasina, Collembola Poduromorpha, Acaros Uropodina, Symphyla, Collembola Symphypleona, Insecta Protura, Coleoptera Staphylinidae y Homoptera.

Este conjunto de taxa se encontró además bajo todas las especies vegetales estudiadas. Otros taxa en cambio, se presentaron sólo en tres de los vegetales estudiados, como Pauropoda y Psocoptera, o bien asociados solamente a dos situaciones, tales como larvas de Coleoptera, Thysanoptera, Coleoptera Curculionidae y larvas de Diptera.

Se encontraron, también, taxa que aparecieron exclusivamente bajo un solo sustrato, que fueron Diplura Japygidae, Coleoptera Tenebrionidae y Scarabaeidae, larvas de Lepidoptera y Diplura Campodeidae.

Se encontraron, además, asociados a la hojarasca y suelo de todos los vegetales, representantes de Diplopoda, Chilopoda, Diptera, Formicidae¹ (solo en 4 situaciones) e Isopoda, pero sus datos de densidad solo nos sirven como índice de presencia debido a que el método de Berlese-Tullgren no es apropiado para un estudio cuantitativo de grupos de tamaño grande o bien voladores. Estos taxa no se tomarán en cuenta en los análisis cuantitativos posteriores.

Las densidades medias más altas se agruparon bajo césped, cuya densidad media para el total de fauna es la mayor entre los cinco sustratos considerados (1661 individuos por 1000 cc de material). Solo se escaparon de esta tendencia los taxa Oribatida, que presentaron mayor densidad bajo *L. sinensis*, además de Protura y Collembola Poduromorpha, que fueron más abundantes bajo la forma arbórea *C. alba*.

La segunda densidad media en importancia para el total de la fauna, correspondió a la encontrada bajo ligustrina y le siguió la de peumo. La forma arbórea alcornoque sigue a peumo tras una diferencia notable. La fauna bajo ceibo, por su parte, presentó la densidad total más baja, la que equivale a una cuarta parte de la de peumo y solo a una sexta parte de la de césped. La caída en los datos de abundancia experimentada bajo esta especie vegetal es también apreciable al comparar

el detalle de las densidades de los diferentes taxa de microartrópodos bajo las cinco situaciones vegetales estudiadas.

La mayor variedad de grupos de microartrópodos edáficos se presentó también bajo césped, (25 taxa); la mayoría de los grupos de aparición irregular se encontraron bajo esta forma de crecimiento, excepto Diplura Campodeidae, Coleoptera Tenebrionidae y larvas de Lepidoptera, que se presentaron asociados exclusivamente a ligustrina, peumo y alcornoque, respectivamente.

Los suelos de vegetales que le siguen en variedad de taxa faunísticos son ligustrina y peumo, ambos con 22 taxa; luego alcornoque con 20 y finalmente ceibo, el más pobre, con sólo 19 taxa de microartrópodos.

La tabla 2 ilustra las desviaciones estándar (s) correspondientes a los valores de medias de la tabla 1. Es posible hacer comparaciones entre las magnitudes de medias y desviaciones estándar en aquellos taxa que se presentaron en un número adecuado de muestras (ver tabla 4), como son Oribatida, Acaridida, Actinedida, Tarsonemi, Gamasina, Produromorpha y Entomobryomorpha. Una comparación en los taxa que fueron irregulares en su aparición, no tiene significancia, debido a que al haber muchas densidades de valor (0), la densidad promedio baja, a pesar de no variar el rango en que ellas se distribuyen, encontrándose así que las desviaciones son siempre altas en relación a la media.

De los taxa más frecuentes, (ver tabla 4) Oribatida y Gamasina presentan desviaciones estándar del mismo orden de la media, en cuatro de los cinco sustratos estudiados. En Acaridida y Actinedida son del mismo orden en tres sustratos, encontrándose alzas de s sobre X en peumo y césped para Acaridida y alza y descenso en alcornoque y ceibo, respectivamente, para Actinedida.

En Tarsonemini y Poduromorpha, s es superior a X en la mayoría de los sustratos. En Entomobryomorpha, en cambio, la desviación estándar oscila ampliamente en ambos sentidos respecto a la media.

Los sustratos que muestran una tendencia en la variación entre s y X son peumo y césped, en los cuales s es superior a X en la mayoría de los taxa nombrados. Ligustrina, al contrario, muestra desviaciones relativamente inferiores en la mayo-

¹En el caso de Formicidae, gracias a la colaboración del Dr. Joaquín Ipinza, de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Chile, se lograron identificar las siguientes especies de hormigas: *Hypoponera opacior* e *Iridomyrmex humilis*.

ría de los grupos de microartrópodos edáficos citados.

Respecto a las relaciones relativas entre \bar{X} y s , debemos recordar que cuando la distribución examinada es de tipo Poisson, se encuentra que $\bar{X} = s^2$ (Sokal y Rohlf, 1979), por lo que en todos los casos de las tablas 2 y 3 se encuentra que $s^2 > \bar{X}$, lo que se interpreta como correspondiente a distribuciones de tipo "agregadas" o "contagiosas", las que por otra parte son las más comunes de encontrar en la fauna del suelo. Las diferencias señaladas entre s y \bar{X} no hacen sino ilustrar grados diferentes en la distribución contagiosa, común a todos los taxa.

Abundancia relativa de los diferentes taxa edáficos encontrados en parque urbano.

La tabla 3 muestra las abundancias relativas de la fauna de microartrópodos en los diferentes substratos de parque estudiados.

Observando los taxa de mayor a menor abundancia relativa, encontramos que sólo un taxon, Oribatida, representa más del 50% de la fauna encontrada bajo tres situaciones: alcornoque, ceibo y ligustrina. Bajo estos mismos substratos, es seguido por Gamasina, Actinedida o Collembola Poduromorpha, pero en niveles de abundancia relativa mucho menores (11.3; 12.3 y 10.8%, respectivamente).

En peumo, los grupos dominantes se sitúan en un nivel bajo de 27 a 24% (Poduromorpha y Oribatida respectivamente), seguidos por Acaridida y Tarsonemini con abundancias relativas de 15.2%.

Todos los taxa que no se han nombrado tienen abundancias relativas pequeñas, menores de 10% y la mayoría inferiores al 1%.

Se aprecia también que en el parque estudiado, las abundancias relativas de total Acarida, total Collembola y total de otros Insecta, son bastante similares entre *L. sinensis*, *Q. suber* y *E. umbrosa*. En estos tres substratos, Acarina representa más del 80% de la fauna encontrada. El substrato suelo bajo peumo, por su parte, tiene la menor proporción de ácaros (67.63%) y el porcentaje más elevado de Collembola (31.07%) césped, a diferencia de ellos, presenta el porcentaje más elevado de Insecta (4.27%), junto a una proporción elevada de Collembola (20.4%).

Frecuencia de aparición de los taxa de microartrópodos encontrados en parque urbano.

La tabla 4 ilustra la frecuencia de aparición en las muestras de los taxa de microartrópodos edáficos bajo los cinco substratos de parque estudiados.

Se aprecia que el taxón más frecuente, si bien no el más abundante, fue Actinedida, presente en el total de las muestras. Le siguen Oribatida, Gamasina, Poduromorpha, Acaridida y Tarsonemini, con frecuencias totales entre 80% y 98%. Todos los taxa nombrados conforman el grupo de frecuencia elevada. Respecto a la variación de frecuencia en un análisis comparativo entre los diferentes substratos, se observa una acusada homogeneidad; se aprecian sólo pequeñas diferencias, como Oribatida y Gamasina, menos frecuentes bajo *C. alba*, Poduromorpha, menos frecuentes bajo *Q. suber* y *E. umbrosa* y Tarsonemini, con frecuencias algo más bajas en *Q. suber* y césped y por el contrario, más altas bajo ceibo y ligustrina.

Se observa un segundo grupo, de frecuencias totales intermedias, situadas entre 22.9%, (Homoptera) y 47.5% (Symphyla), entre las cuales se sitúan las frecuencias de Collembola Symphypleona, Protura, Uropodina y Coleoptera Staphylinidae. Symphyla varía poco entre substratos, siendo su frecuencia más baja en *C. alba*. Symphypleona tiene frecuencias más altas en césped y más bajas en ceibo. Protura, más altas, en peumo y ligustrina. Uropodina, más altas en césped y más bajas en peumo y ceibo. Tanto Homoptera como Staphylinidae son claramente más frecuentes en césped.

Un tercer grupo de taxa, de frecuencias totales bajas, situadas entre 18 y 1.6%, se caracteriza también por no estar presente en todos los substratos.

Influencia del factor forma de crecimiento del vegetal sobre la fauna edáfica de microartrópodos.

Los análisis de varianza que se realizaron para probar la significación de los factores "forma de crecimiento" y "especie vegetal", se trabajaron solo sobre aquellos taxa que presentaron una frecuencia muestral elevada, que en nuestro caso

definimos como mayor de 80%. De los datos de la tabla 4 se destacan con esta condición los grupos Oribatida, Acaridida, Actinedida, Tarsonemini, Gamasina, Entomobryomorpha y Poduromorpha.

En la tabla 5 se muestran los resultados de los análisis de varianza para el factor "forma de crecimiento" del vegetal. Se puede observar que este influye en la densidad de la fauna total de microartrópodos del suelo y en la abundancia de taxa específicos como Oribatida, Actinedida, Gamasina y Collembola Entomobryomorpha. Por esto se ha creído útil ilustrar las tendencias que presentan esas variaciones significativas en la figura 1A, basado en datos de las densidades medias. Se puede observar que Gamasina y Entomobryomorpha presentan sus densidades más bajas en árbol, ascienden un poco en arbusto y en césped exceden las densidades anteriores. Actinedida aumenta progresivamente sus densidades en la secuencia árbol-arbusto-césped con una tendencia lineal. En las figuras 1A y B, se han unido los puntos, con línea, solo para visualizar tendencias; no representan valores intermedios.

Todos estos taxa varían en un rango de densidades entre los 50 y 25 individuos por 1000 cc de material, presentando las densidades menores bajo árbol y las más altas bajo césped.

Fuera de este rango se encuentra Oribatida, entre los 260 y 590 individuos por 1000 cc de material. Este taxón presenta la mayor densidad bajo arbusto y notoriamente menores y parecidos en magnitud las de árbol y césped. No es extraño que la abundancia de Oribatida sea menor en este último substrato, ya que en formaciones cespitosas ésta es generalmente baja. Lo que resulta extraño es que bajo árbol sea igualmente baja, ya que en substratos de bosques nativos Oribatida suele alcanzar las densidades y abundancias relativas más altas (Campos *et al.*, 1975; Covarrubias, 1977, 1989; Covarrubias *et al.*, 1964, 1976; Covarrubias y Valderas, 1982; Lara y Parada, 1983; Montero y Christen, 1974; Rubio y Hermosilla, 1971). Una posible explicación podría ser que este grupo edáfico se presenta muy asociado a la hojarasca y la existencia de ella es un factor importante en su abundancia (Covarrubias, 1987); en este parque, precisamente, se encuentra que la hojarasca es retirada diariamente, lo que es una diferencia importante con la situación de bosque natural, además, por supuesto, de la sim-

plificación general de la biocenosis y del biotopo del sistema, así como de la alteración general de su organización.

En la figura 1-B se ilustra la tendencia del total de la fauna edáfica encontrada, la cual muestra un aumento de la densidad en la secuencia árbol-arbusto-césped, es decir, inversamente proporcional a la biomasa vegetal. Esto es diferente a lo encontrado en ambientes naturales, en el que las estepas y llaretales, en general, poseen abundancias absolutas menores que las formaciones vegetacionales más complejas, como estepas con árboles o bosques (Araya y Zamorano, 1983; Contreras, 1980; Covarrubias, 1987; Covarrubias *et al.*, 1964, 1976, 1989; Di Castri *et al.*, 1976a).

Probablemente la discrepancia se deba a que en estos últimos ambientes naturales, conjuntamente con la forma de crecimiento están cambiando otras variables que influyen más directamente sobre la fauna edáfica, como son la constancia y disponibilidad de agua y materia orgánica, que aumentan progresivamente con la complejidad de la formación vegetacional (Covarrubias *et al.*, 1964). En parque urbano, las variaciones de estos factores son menores, por tratarse de ambientes homogenizados artificialmente y podrían ser otros factores los que provocan la referida tendencia. En parque urbano, el suelo bajo arbustos parece presentar menor alteración por pisoteo que bajo árboles. El riego de árboles y arbustos suele ser menor que el césped, que es sometido a irrigación preferencial frecuente y regular, para poder mantener sus características, bajo el clima mediterráneo semiárido que impera en esta región, especialmente en el correspondiente período de aridez del período cálido. Además de ello, si bien en césped hay bastante pisoteo, en este caso parece no cambiar mucho la estructura del suelo y después de constituido el césped, el suelo no se remueve más, promoviéndose así una estructura estable asegurada por la trana de raicillas.

La forma de crecimiento, con sus implicaciones en parque urbano, no parece influir en los taxa Acaridida, Tarsonemini y Poduromorpha, quienes no presentaron variaciones significativas de abundancias entre los tres substratos diferentes (tabla 5) lo que indica que ellos no serían tan sensibles a los factores citados, o bien, que estos no estarían actuando como limitantes para dichos taxa.

Influencia del factor "especie vegetal" sobre la fauna edáfica de microartrópodos

De la tabla 6 se desprende que el factor diferencia específica del vegetal influye solamente en la densidad del total de fauna de microartrópodos edáficos y en la densidad del taxon Tarsonemini. La figura 2 ilustra las tendencias que siguen ambas densidades bajo las tres especies de árboles *C. alba*, *Q. suber* y *E. umbrosa*.

Se aprecia que las densidades para el total de la fauna se distribuyen en un rango bastante amplio, desde 29 a 1040 individuos por 1000 cc de material para *E. umbrosa* y *C. alba*, respectivamente, siendo la densidad de *Q. suber* intermedia entre ambas, describiendo una tendencia lineal descendiente en la secuencia: peumo-alcornoque-ceibo.

Para Tarsonemini existe la misma tendencia, con una pendiente menos pronunciada y una menor diferencia entre las densidades bajo *Q. suber* y *E. umbrosa*.

Covarrubias (1987) encontró diferencias significativas en la abundancia de los ácaros Oribatida bajo diferentes especies de arbustos nativos, atribuyendo estas diferencias a variaciones en la cantidad de hojarasca y a posibles diferencias en la textura y composición del suelo, variables que en parque urbano se encuentran más o menos homogenizadas para todos los árboles por los tratamientos de jardinería, de implantación y de mantención; es posible que las variaciones encontradas en el presente estudio fueran más bien debidas a diferencias en cuanto al grado de pisoteo y remoción del suelo. Es así como la mayoría de los ejemplares de *E. umbrosa* usados para coleccionar muestras y en donde aparecen las menores densidades, se encontraban en jardineras especiales que mostraban un suelo comprimido con huellas de pisoteo, restos de alimentos y papeles.

Lara y Parada (1983) encontraron diferencias entre las densidades totales de la fauna subyacente a olivillo y litre bajo idénticas condiciones durante los meses de otoño, sin embargo, estas diferencias no se repitieron el resto de las estaciones. En nuestro caso se dispone de una sola medición, en otoño, por lo que no podemos comparar. Sería interesante analizar este aspecto, lo que requeriría, eso sí, el estudio de un ciclo anual de muestros.

Para el resto de los taxa no se observaron dife-

rencias significativas según especie de árbol, por lo cual este factor en parque urbano no parece tener un efecto drástico sobre la fauna subyacente.

Además de las comparaciones entre densidades de microartrópodos por especies de árbol y por forma de crecimiento, nos podemos preguntar, en cuanto a magnitud, como se sitúan dichas densidades respecto a las conocidas para los mismos taxa pero para otros ambientes chilenos, naturales o intervenidos. Una comparación analítica formal no puede realizarse con los datos de literatura, pues las condiciones generales de muestro, estación del año y otros factores, son muy heterogéneos. En forma aproximada si se puede afirmar que:

Las densidades encontradas en el parque urbano estudiado superan a las encontradas en diversas estepas naturales, siendo inferiores a las de bosque, tundras y turberas. Con respecto a los ambientes intervenidos son bajas, e intermedias respecto a los ambientes artificiales, que presentan variaciones muy extensas de la densidad, según el factor tiempo.

La densidad promedio de Oribatida en los tres sustratos de parque es superior a la de la mayoría de los sustratos artificiales e intervenidos en que este dato está registrado, e inferior a la de los ambientes naturales; este último caso era previsible por las características de este taxon, en general correlacionado negativamente con el grado de intervención humana.

La abundancia de Actinedida es inferior en parque urbano que en la mayoría de los ambientes naturales e intervenidos, siendo superior a sólo algunos sustratos artificiales como compost en profundidad y silos. Entomobryomorpha varía considerablemente de un sustrato a otro en parque urbano, siendo curioso que, sin embargo, las cifras encontradas en césped son superiores a las de casi todos los sustratos naturales, excepto tundra.

Las densidades de Poduromorpha en parque urbano son en general inferiores a bosque nativo y potrero, así como superiores a estepa natural.

En números absolutos, el total de microartrópodos recolectados de cada subconjunto de muestras fue de 3063 bajo peumo, 2329 bajo alcornoque, 877 bajo ceibo, 3444 bajo ligustrina y 4984 bajo césped, con un total para todo el estudio de 14697 individuos; estas cifras, que muestran valores típicos de trabajos con

microartrópodos de suelos, no dejan de tener interés, pues demuestran la existencia de un abundante material demostrativo disponible para la formación educativa a todo nivel.

REFERENCIAS

- AOKI, J.I. 1979. Diference in sensitivities of Oribatid families to environmental change by human impacts. *Rev. Ecol. Biol. Sol. (France)* 16 (3): 415-422.
- ARAYA, M. y R. ZAMORANO. 1983. Aplicación de la teoría del equilibrio insular al número de taxa en cimas de montañas. Memoria de prueba para optar al título de Profesor de Biología y Ciencias Naturales. Departamento de Biología. Academia Superior de Ciencias Pedagógicas de Santiago. 37 pp.
- CAMPOS, E., COVARRUBIAS, R. y C. VIVAR. 1975. Datos cuantitativos sobre la fauna edáfica aerobionte en el Bosque de Vilches. *Bol. Nac. Hist. Nat. Chile* 34: 49-58.
- CONTRERAS, C., 1980. Dinámica de la comunidad de microartrópodos en un ambiente confinado: Plantas en cojín. La Parva-Farellones. Tesis para optar al grado de Licenciado en Ciencias Pecuarias y Médico Veterinario. Facultad Ciencias Veterinarias. Universidad de Chile. 59 pp.
- COVARRUBIAS, R., 1977. Nota sobre la fauna aerobionte en el bosque climax de la Isla Masatierra (Archipiélago de Juan Fernández, Chile). *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile* 34: 29-38.
- COVARRUBIAS, R., 1987. Artrópodos asociados al material costero (Acari Oribatida). *Acta Entomológica 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 Entomológica Chilena* 15: 131-142.
- COVARRUBIAS, R., RUBIO, I. y F. DI CASTRI. 1964. Observaciones ecológico-cuantitativas sobre la fauna edáfica de zonas semiáridas del Norte Chico de Chile. *Bol. Prod. Animal (Santiago, Chile) Serie A.* 2, 109 pp.
- COVARRUBIAS, R., RUBIO, I. y F. DI CASTRI. 1976. Densidad edáfica en comunidades naturales e intervenidas del Norte Chico de Chile. *Inv. Zool. Chilenas*, 14: 15-23.
- COVARRUBIAS, R. y J. VALDERAS. 1982. Datos ecológicos sobre microartrópodos terrestres en ecosistemas australes de Chile. *Bol. Mus. Hist. Nat. Chile*, 38: 77-84.
- COVARRUBIAS, R., ORELLANA, W. y J. VALDERAS. 1982. Sucesión de microartrópodos en la colonización de fecas de bovino. *Rev. Ecol. Biol. Sol. (Francia)* 19 (3): 363-381.
- COVARRUBIAS, R., CONTRERAS, C. e I. MELLADO, 1989. Dinámica de los gremios de microartrópodos bajo *Laretia acaulis*. *Acta Entomológica Chilena*, 15: 211-224.
- DAGNELIE, P., 1970. *Théorie et Méthodes Statistiques*. Editorial Duculot S.A. Bélgica (2), 451 pp.
- DI CASTRI, F. 1966. Consideraciones sobre el estado de disclimax en las zoocenosis edáficas. *Monografías I. UNESCO. "Progresos en Biología del Suelo"*. Montevideo, págs.: 333-341.
- DI CASTRI, F., ASTUDILLO, V. y F. SAIZ, 1976. Análisis de la estructura y sucesión ecológica en zoocenosis muscícolas a través de la teoría de información. *Inv. Zool. Chilenas*, 14: 8-12.
- DI CASTRI, F. y R. COVARRUBIAS. 1976. Diversidad biótica y afinidad de zoocenosis edáficas en terrenos intervenidos. *Inv. Zool. Chilenas*, 14: 24-31.
- DI CASTRI, F., HERMOSILLA, W., COVARRUBIAS, R., SAIZ, F., y V. ASTUDILLO. 1976. Densidad y diversidad biótica de la mesofauna edáfica en estepas altoandinas del Norte Grande de Chile. *Inv. Zool. Chilenas* 14: 12-18.
- HALE, W.G., 1967. Collembola. in "Soil Biology". Ed. by A. Burges and F. Raw. pp. 397-411. Academic Press. London and New York.
- HASBUN, O., 1977. Datos preliminares sobre la fauna de microartrópodos en silos. Memoria para optar al grado de Licenciado en Ciencias Pecuarias y Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Chile, 25 pp.
- LARA, G. y E. PARADA. 1983. Fauna edáfica del Parque Nacional Cerro Nielol. Informe final proyecto 2.80.1. Comisión de Investigación Pontificia Universidad Católica de Chile. Sede Regional Temuco, 61 pp.
- LARA, G., PARADA, E., BUTENDIECK, N. y R. COVARRUBIAS. 1986. Efecto de Azinphosetil sobre la densidad de microartrópodos del suelo en praderas de la IX Región. *Ciencia e Investigación Agraria* 13 (3): 81-89.
- MONTERO, A. y E. CRISTEN, 1974. Meso y macrofauna edáfica en terrenos naturales e intervenidos de la región del Maule. Publicación del Centro de Investigaciones Ecológicas. Universidad de Chile, Talca, N° 4, 51 pp.
- MORENO A.G. y DIAZ C., 1979. Asociaciones de lombrices de tierra de una zona de la Ciudad Universitaria de Madrid. *Rev. Ecol. Biol. Sol. (France)* 16 (3): 427-439.
- NIEDBALA, W., C. BLASSAK, J. BLOSIK, M. KALISZEWSKI and A. KAZMIERSKI. 1982. Acarofaune des milieux urbains a l'exemple de l'agglomération Varsoviennne. pp. 577-581, in "New Trends in Soil Biology" Ed. Ph. Labrun et al. Univ. Catholique de Louvain. Imprimeur Dieu-Brichart. Louvain La Neuve, Belgique.
- RUBIO, I. y W. HERMOSILLA. 1971. Estudios ecológicos en el Archipiélago de Juan Fernández I. Biocenosis edáficas en la cumbre del Cerro Alto (Isla Masatierra). *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile*. 32: 41-48.
- RUSSELL-HUNTER, W.D., 1979. *A life of Invertebrates*. Macmillan Publishing Co. Inc. New York, 650 pp.
- SAIZ, F. y F. DI CASTRI. 1971. La fauna de terrenos naturales e intervenidos de la región valdiviana de

- Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 32: 5-16.
- SANTAS Ph., 1986. Soil communities along a gradient of urbanization Rev. Ecol. Biol. Sol. (France) 23 (4): 367-380.
- SOKAL, R. y F. ROHLF, 1979. Biometria. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Ed. Blume. Barcelona, 822 pp.
- VANDER HAMMEN, L., 1968. Introduction générale a la classification, la terminologie morphologique, l'ontogenese et l'évolution des acariens. ACAROLOGIA 10 (3): 401-412.
- VERGARA, G., 1987. Colonización de compost bovino por micro artrópodos. Tesis de Grado. Universidad de Chile. Escuela de Ciencias Veterinarias, 78 pp.
- WALLWORK, J.A., 1967. Acari, in Soil Biology. Ed. by A. Burges and F. Raw pp. 363-395. Academic Press, London & New York.
- WALLWORK, J., 1976. The Distribution and Diversity of Soil Fauna. Academic Press, London, New York. 355 pp.

Tabla 1
 DENSIDADES MEDIAS DE MICROARTROPODOS EDAFICOS, COMO NUMERO DE INDIVIDUOS EN 1000 CC DE MATERIAL, BAJO CINCO SUBSTRATOS DE PARQUE URBANO.

Taxa de microartrópodos	C. alba	O. suber	E. umbrosa	L. sinensis	Césped
Oribatida	249,33	418,77	150,33	569,00	271,33
Acaridida	156,33	25,23	27,66	51,67	247,67
Actinedida	80,00	53,23	36,00	116,00	148,00
Tarsonemini	156,33	48,61	9,00	101,00	241,33
Gamasina	39,33	80,92	30,00	69,33	285,67
Uropodina	11,00	1,23	1,00	3,33	44,67
Symphyla	2,00	6,15	4,67	2,33	36,67
Paupoda	1,33	-----	-----	1,00	5,67
Entomobryomorpha	34,33	18,15	10,33	115,67	233,67
Poduromorpha	280,33	56,00	19,33	58,33	82,33
Symphyleona	1,33	3,38	1,33	2,33	13,00
Protura	5,33	2,46	1,00	3,67	2,00
Diplura Campodeidae	-----	-----	-----	0,33	-----
Diplura Japygidae	-----	-----	-----	-----	16,00
Psocoptera	-----	0,31	0,67	0,33	-----
Homoptera	0,33	0,61	0,33	1,33	6,00
Thysanoptera	-----	-----	-----	0,33	10,33
Staphylinidae	1,33	1,23	0,33	2,00	5,67
Tenebrionidae	1,00	-----	-----	-----	-----
Curculionidae	0,33	-----	-----	-----	1,33
Scarabaeidae	-----	-----	-----	-----	1,00
Larvas Diptera	-----	-----	0,33	-----	1,00
Larvas Coleoptera	1,00	-----	-----	-----	11,00
Larvas Lepidoptera	-----	0,31	-----	-----	-----
Total Fauna	1,039,00	716,61	292,33	1,148,00	1,661,33
Diplopoda	2,33	8,61	4,33	9,33	0,33
Chilopoda	1,00	0,61	3,00	4,67	1,00
Diptera	3,33	1,23	2,00	1,33	1,67
Formicidae	0,33	0,31	-----	1,00	4,00
Isopoda	1,00	0,31	0,33	12,67	0,33
N° de Taxa	22,00	20,00	19,00	22,00	25,00

Tabla 2
 DESVIACIONES ESTANDAR CORRESPONDIENTES A LAS DENSIDADES MEDIAS DE MICROARTROPODOS
 EDAFICOS EN 1000 CC DE MATERIAL, OBTENIDAS EN PARQUE URBANO.

Taxa de Microartrópodos	C. alba	O. suber	E. umbrosa	L. sinersis	Césped
Oribatida	281,82	488,86	151,32	412,20	451,34
Acaridida	289,83	22,71	32,07	66,72	470,58
Actinedida	79,98	93,00	18,61	114,17	149,15
Tarsonemini	243,87	91,66	6,85	91,42	793,28
Gamasina	35,57	79,21	31,66	32,29	293,30
Uropodina	30,08	1,92	1,81	6,11	58,39
Symphyla	4,00	10,91	5,61	2,67	60,19
Pauropoda	2,60	-----	-----	1,81	6,92
Entomobryomorpha	61,29	12,82	8,77	114,29	254,39
Poduromorpha	854,11	115,95	35,20	48,41	110,61
Symphyleona	2,60	5,12	3,11	3,17	15,55
Protura	7,88	5,78	1,81	4,96	3,62
Diptura Campodeidae	-----	-----	-----	1,15	-----
Diptura Japygidae	-----	-----	-----	-----	32,54
Psocoptera	-----	1,11	1,56	1,15	-----
Homoptera	1,15	1,50	1,15	2,60	8,09
Thysanoptera	-----	-----	-----	1,15	29,71
Staphylinidae	2,60	1,92	1,15	3,19	8,77
Tenebrionidae	3,46	-----	-----	-----	-----
Curculionidae	1,15	-----	-----	-----	3,55
Scarabaeidae	-----	-----	-----	-----	3,46
Larvas Diptera	-----	-----	1,15	-----	1,81
Larvas Coleoptera	1,81	-----	-----	-----	9,67
Larvas Lepidoptera	-----	1,11	-----	-----	-----
Total Fauna	1.216,70	636,78	219,64	611,69	1.687,34

Tabla 3
 ABUNDANCIAS RELATIVAS (EN %) DE LOS DIFERENTES TAXA DE MICROARTROPÓDOS, ENCONTRADOS EN CINCO SUBSTRATOS DE PARQUE URBANO.

Taxa de Microartrópodos	C. alba	Q. suber	E.umbrosa	L. sinensis	Césped
Onibatida	24,20	58,40	51,40	51,80	16,30
Acaridida	15,20	3,50	9,50	4,70	14,90
Actinedida	7,80	7,40	12,30	10,60	8,90
Tarsonemini	15,20	6,80	3,10	9,20	14,50
Gamasina	3,80	11,30	10,30	6,30	17,20
Uropodina	1,10	0,20	0,30	0,30	2,70
Symphyla	0,20	0,90	1,60	0,20	2,20
Paupoda	0,10	-----	-----	0,10	0,30
Entomobryomorpha	3,30	2,50	3,80	10,8	14,00
Poduromorpha	27,20	7,80	6,60	5,30	4,90
Symphyleona	0,10	0,80	0,50	0,20	0,80
Protura	0,50	0,30	0,30	0,20	0,80
Diplura Compodeidae	-----	-----	-----	0,03	-----
Diplura Japygidae	-----	-----	-----	-----	1,00
Psocoptera	-----	0,04	0,20	0,03	-----
Homoptera	0,03	0,10	0,10	0,10	0,40
Thysanoptera	-----	-----	-----	0,03	0,60
Coleoptera Staphylinidae	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30
Coleoptera Tenebrionidae	0,10	-----	-----	-----	-----
Coleoptera Curculionidae	0,03	-----	-----	-----	0,10
Coleoptera Scarabacidae	-----	-----	-----	-----	0,10
Larvas Diptera	-----	-----	0,10	-----	0,10
Larvas Coleoptera	0,10	-----	-----	-----	0,70
Larvas Lepidoptera	-----	0,04	-----	-----	-----
Total Acarina	67,63	87,92	87,41	83,04	75,37
Total Collembola	31,07	11,11	11,13	16,13	20,36
Total otros Insecta	1,30	0,97	1,43	0,83	4,27

Tabla 4
 FRECUENCIA DE APARICION DE LOS TAXA DE MICROARTROPODOS EDAFICOS, EN LOS 5 SUBGRUPOS DE MUESTREO Y EN EL TOTAL DE MUESTRAS DEL TRABAJO, EXPRESADAS COMO PORCENTAJES DEL CONJUNTO RESPECTIVO (N° MUESTRAS EN TAXA X 100/ N° TOTAL MUESTRAS DEL CONJUNTO).

Taxa de Microartrópodos	C. alba	Q. suber	E.umbrosa	L.sinersis	Césped	Total
Oribatida	91,67	100,00	100,00	100,00	100,00	98,36
Acaridida	100,00	76,92	100,00	100,00	83,33	90,32
Actinidida	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Tarsonemini	83,33	69,23	91,67	91,67	66,67	80,33
Gamasina	91,67	100,00	100,00	100,00	100,00	98,36
Uropodina	25,00	30,77	25,00	33,33	66,67	36,06
Symphyla	25,00	53,85	58,33	50,00	50,00	47,54
Pauropoda	25,00	-----	-----	25,00	25,00	14,75
Entomobryomorpha	91,67	84,61	83,33	91,67	91,67	88,52
Poduromorpha	100,00	92,31	91,67	100,00	100,00	96,72
Symphyleona	25,00	38,46	16,67	41,67	66,67	37,70
Protura	58,33	23,08	25,00	50,00	33,33	37,70
Diplura Campodeidae	-----	-----	-----	8,33	-----	1,64
Diplura Japygidae	-----	-----	-----	-----	25,00	4,92
Psocoptera	-----	7,69	16,67	8,33	-----	6,56
Homoptera	8,33	15,38	8,33	25,00	58,33	22,95
Thysanoptera	-----	-----	-----	8,33	33,33	8,20
Staphylinidae	25,00	30,77	8,33	41,67	50,00	29,51
Tenebrionidae	8,33	-----	-----	-----	-----	1,64
Curculionidae	8,33	-----	-----	-----	16,67	4,92
Scarabaeidae	-----	-----	-----	-----	8,33	1,64
Larvas Diptera	-----	-----	8,33	-----	25,00	6,56
Larvas Coleoptera	25,00	-----	-----	-----	66,67	18,03
Larvas Lepidoptera	-----	7,69	-----	-----	-----	1,64

Tabla 5
RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PARA EL FACTOR FORMA DE CRECIMIENTO VEGETAL, EN VARIOS GRUPOS DE MICROARTROPODOS.

Taxa de Microartrópodos	F. Observado	Significación
Oribatida	7,5658	ss
Acaridida	1,5620	ns
Actinedida	5,4798	ss
Tarsonemini	2,5728	ns
Gamasina	12,0785	ss
Entomobryomorpha	13,8926	ss
Poduromorpha	1,7693	ns
Total de la Fauna	5,8516	ss

ss = Significativo para $p = 0,01$

ns = No significativo

F = Valor observado para 2 y 58 grados de libertad.

Tabla 6
RESULTADO DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PARA EL FACTOR ESPECIE VEGETAL, EN VARIOS GRUPOS DE MICROARTROPODOS.

Taxa de Microartrópodos	F. Observado	Significación
Oribatida	1,8642	ns
Acaridida	3,2250	ns
Actinedida	1,2215	ns
Tarsonemini	4,1578	s
Gamasina	2,1880	ns
Entomobryomorpha	1,4796	ns
Poduromorpha	1,6846	ns
Total de la Fama	3,4347	s

s = Significativo para $p = 0,05$

ns = No Significativo

F = Valor Observado para 2 y 34 grados de Libertad

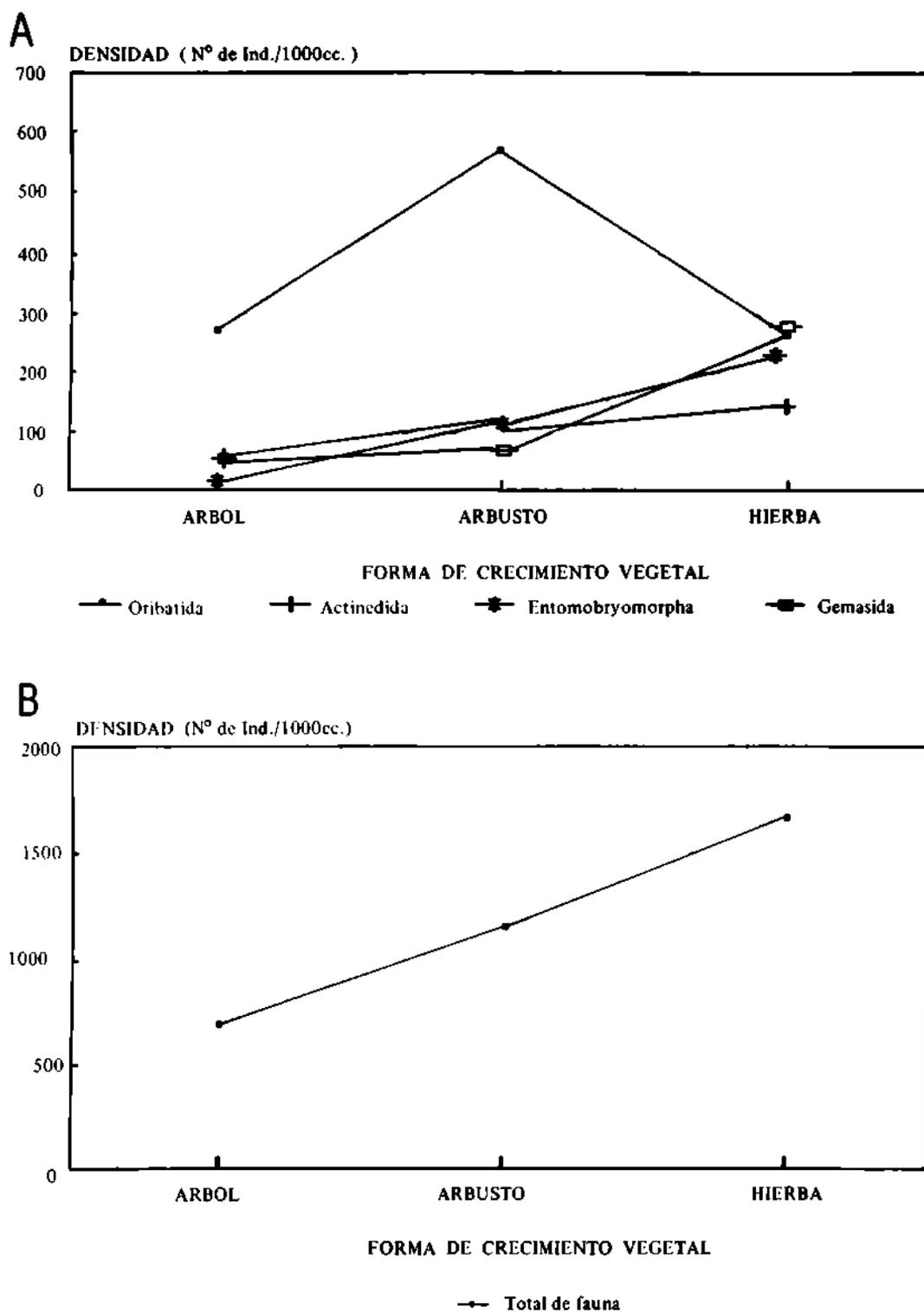


Figura 1. Tendencia de las densidades de algunos taxa de microartrópodos y de la fauna total, bajo tres formas de crecimiento en parque urbano

Figura 2. Tendencia de las densidades de la fauna total y del taxon tarsonemini bajo tres especies de árboles en parque urbano

