

Fluctuación estacional de grupos tróficos de nemátodos en un bosque central de *Austrocedrus chilensis* en Argentina*

Seasonal fluctuation of nematodes trophic groups in the ecotonal forest of cypress
(*Austrocedrus chilensis*) in Argentina

MIRIAM E. GOBBI, NORMA BRUGNI

Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional de Comahue, CC 1336 (8400) San Carlos de Bariloche, Argentina.

SUMMARY

The seasonal fluctuation of nematode trophic groups associated with *Austrocedrus chilensis* forest in the east border of its distribution in the Andean-Patagonian forest (Argentina) was studied. Both soil depth and time of the year were considered as variables. The abundance of nematodes did not vary significantly through the year. The time of the year can be influencing in different ways both each trophic group and the species they compromise. Each trophic group responds to soil depth in a particular way. The highest population levels were found in plant-parasitic, followed by omnivorous and microbivorous with very similar density, fungivorous, and very scarce predatory nematodes.

Key words: *Austrocedrus chilensis*, nematodes, seasonal fluctuations, trophic groups responses.

RESUMEN

Se estudió la fluctuación estacional de los grupos tróficos de nemátodos asociados con bosques de *A. chilensis* en el borde este de su distribución en el bosque Andino Patagónico (Argentina). Las variantes consideradas fueron profundidad del suelo y época del año. La abundancia de los nemátodos no varió significativamente a través del año. La época del año parece ser un factor que influye de diferente manera sobre cada grupo trófico y cada género considerado. Cada grupo trófico respondió a la profundidad del suelo de manera particular. La mayor densidad poblacional correspondió a los fitoparásitos, seguidos por omnívoros y microbiófagos en densidades muy similares, micófagos y, por último, muy escasos depredadores.

Palabras claves: *Austrocedrus chilensis*, nemátodos, fluctuaciones estacionales, respuestas de grupos tróficos.

INTRODUCCION

Los nemátodos constituyen uno de los grupos de metazoos más representados en la rizósfera, tanto en abundancia como en diversidad y presentan una alta variedad de dietas.

Sus diferentes hábitos alimenticios han dado lugar a diversas clasificaciones de grupos tróficos basados en características anatómicas relacionadas con la alimentación. En general, se consideran los siguientes grupos tróficos: fitoparásitos, micófagos, depredadores, microbiófagos y omnívoros (Popo-

vici, 1984a; Wasilewska, 1971a, 1971b). Algunos autores incluyen una categoría para los de alimentación desconocida.

La proporción de cada grupo trófico en la rizósfera de bosques vana en distintas comunidades boscosas (Freckman *et al.*, 1975; Peña Santiago *et al.*, 1982; Popovici, 1984a, 1984b; Wasilewska, 1971b).

Una gran parte de la literatura referente a este grupo se refiere a nemátodos fitoparásitos, en especial a aquellos que afectan cultivos. Sin embargo, otros grupos tróficos también son importantes por su intervención en los procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica, a través de la relación que establecen con hongos y bacterias, o como reguladores de otras poblaciones, o como diseminadores de esporas de hongos. Por otro

* Financiado: parcialmente por subsidio de la Universidad Nacional de Comahue.

lado, los pocos trabajos realizados en ambientes naturales enfatizan la importancia del rol de estos organismos en la economía de suelos. Wasilewska (1979), Yeates (1972, 1979), Sohlenius (1979) y Popovici (1984a) mencionan la necesidad de obtener más información detallada sobre los nemátodos, dada su importancia como organismos edáficos.

Por un lado, el efecto de la nematofauna sobre la productividad primaria resulta negativo al considerar la acción de los fitoparásitos. Por otro, otros grupos tróficos, si bien no toman parte en forma directa en la descomposición de la materia orgánica, contribuyen notoriamente a la fertilidad del suelo y a largo plazo en su productividad (Vinciguerra, 1979).

La productividad de los ecosistemas patagónicos se ve afectada por veranos muy secos e inviernos muy fríos. En este sentido la abundancia de los distintos grupos tróficos de nemátodos adquiere particular importancia.

Dado que no existen antecedentes de estudios sobre grupos tróficos de nemátodos en el bosque Andino-Patagónico, este trabajo aporta información sobre la nematofauna de la rizósfera asociada a bosques de ciprés (*Austrocedrus chilensis*) en el límite oriental de su distribución.

MATERIAL Y METODOS

El área de estudio está ubicada a los 40° 10' S en el Departamento de Pilcaniyeu, provincia de Río Negro (Argentina). El ciprés forma en este lugar pequeños bosquetes marginales (Dezzotti y Sancholuz, 1991), rodeados por estepa arbustiva baja con presencia de los géneros *Stipa*, *Adesmia*, *Poa*, *Mulinum*, *Senecio* y *Berberis*.

El clima de la región se caracteriza por un período húmedo y frío que abarca fines de otoño e invierno (abril-septiembre), con precipitaciones que no superan los 100 mm mensuales, temperaturas medias que fluctúan entre 2.3 y 5°C y heladas frecuentes y un período seco a fines de primavera y en verano (octubre-marzo) con precipitaciones de 17 a 26 mm y temperaturas medias de 8 a 14°C.

Se seleccionó para este estudio un bosquete marginal de aproximadamente 1.5 ha, con árboles de similar altura y diámetro. En el mismo se realizaron 6 muestreos entre los años 1987 y 1988: uno a principios del período seco, dos a mediados del mismo período, uno entre el período seco y húmedo y dos en el húmedo.

En cada época del año se trabajó en seis repeticiones al azar, ubicadas hacia el interior del bosque y a condición de que estuvieran a una distancia de cada ciprés no mayor de un metro y fueran representativas del sitio. No se consideró la orientación respecto al árbol. En cada sitio se fraccionó el material según la profundidad a que fue extraído, dando lugar a los siguientes estratos: 0-10, 11-20, 21-30, 31-40 y 41-60 cm, resultando 30 submuestras para cada fecha de muestreo.

Las submuestras se tomaron con un barreno de suelos de 5 cm de diámetro. Se consideró una muestra a aquella formada por seis submuestras provenientes del mismo estrato. Se procesaron 250 g de cada muestra por la técnica de flotación y centrifugación (Jenkins, 1964), recomendada para estudios cuantitativos de la nematofauna del suelo porque permite la recuperación de casi la totalidad de los nemátodos contenidos en la muestra y la obtención de una solución final límpida que facilita la observación de los individuos (Doucet, 1980). La determinación sistemática se realizó siguiendo a Brugni y Chaves (1994), Heyns (1971) y Siddiqi (1985). Los géneros presentes fueron asignados a grupos tróficos siguiendo la clasificación propuesta por Wasilewska (1971a).

Se realizaron análisis de pH, materia orgánica (%) y capacidad de retención de agua (% a 15 bars) a distintas profundidades del suelo.

Se utilizó un diseño de bloques al azar (Steel y Torrie, 1988), considerando a las distintas profundidades como bloques a fin de controlar un factor que contribuye a aumentar la variabilidad en la población.

El análisis de datos se realizó utilizando gráficos Notched Box and Whisker Plot a fin de representar medianas, intervalos de confianza y variabilidad y mediante el test de Friedman (Conover, 1980) a fin de determinar grupos homogéneos entre: i) conjunto de los meses de muestreo que no difieren significativamente en la abundancia de cada grupo trófico y ii) conjunto de grupos tróficos que no difieren significativamente en sus abundancias para cada época de estudio. A fin de evaluar la concordancia, los tratamientos y las profundidades se utilizó el índice de Kendall (Conover, 1980). Las hipótesis se testearon con un 95% de confianza.

RESULTADOS

Los resultados de los análisis del suelo muestran una disminución en profundidad del pH desde 7.3 hasta 6.6, del porcentaje de materia orgánica desde 9.3 hasta 3.1% y de la capacidad de retención de agua desde 21.9 hasta 9.6% en superficie y en profundidad (40 cm), respectivamente. La roca madre se ubica entre los 50 y 70 cm de profundidad.

Se registraron 17 familias con 20 géneros y que han sido asignados a los distintos grupos tróficos (cuadro 1). Los fitoparásitos resultaron en el grupo trófico con mayor cantidad de familias (4) y géneros (8) representados.

En los cuadros 2 y 3 se expresan los grupos homogéneos y el coeficiente de Kendall para grupos tróficos y para meses del año, respectivamente.

La figura 1 muestra la abundancia de cada grupo trófico para cada profundidad y cada mes. Por

problemas de escala se excluyen del mismo a los depredadores y a los de alimentación desconocida, dada su baja representatividad.

No existen diferencias significativas ($P > 0.05$) en la abundancia de la nematofauna, en el conjunto de los estratos considerados, entre las distintas épocas del año.

Los fitoparásitos representan un 32% de la nematofauna encontrada en el año de estudio. Comparando entre meses del año, la mayor abundancia se registra en el período que va de febrero a agosto (cuadro 2), con un mayor porcentaje (51%) en marzo (fig. 1). Valores mínimos de abundancia se dan en las muestras de octubre, que constituyen el 12% (cuadro 2) con una buena concordancia (coef. de Kendall = 0.62). Forman parte de los grupos dominantes en casi todo el año, salvo en febrero (cuadro 3).

Los microbiófagos, que representan el 26% de la nematofauna anual, no manifiestan diferencias

CUADRO 1

Composición sistemática de los grupos tróficos siguiendo a Wasilewska (1971a). La asignación a cada familia corresponde a Heyns (1971)* y a Siddiqi (1985)**.

Systemic composition of trophic groups according to Wasilewka (1971a).
Family groups according to Heyns (1971)* and Siddiqi (1985)**

Grupo trófico	Familia	Género y especie
Microbiófagos	<i>Cephalobidae</i> * <i>Plectidae</i> * <i>Rhabditidae</i> *	<i>Acrobeles</i> sp. <i>Plectus</i> sp. <i>Rhabditis</i> sp.
Fitoparásitos	<i>Criconematidae</i> ** <i>Hemicycliophoridae</i> ** <i>Trichodoridae</i> * <i>Tylenchidae</i> ** <i>Dolichodoridae</i> ** <i>Hoplolaimidae</i> **	<i>Criconema mutabile</i> <i>Ogma comahuensis</i> <i>Hemicycliophora arenaria</i> <i>Trichodorus</i> sp. <i>Tylenchus</i> sp. <i>Tylenchorhynchus</i> sp. <i>Scutellonema</i> sp. <i>Rotylenchus</i> sp.
Micófagos	<i>Aphelenchoididae</i> * <i>Paraphelenchidae</i> *	<i>Aphelenchoides</i> sp. <i>Paraphelenchus</i> sp.
Depredadores omnívoros	<i>Mononchidae</i> * <i>Belonidiridae</i> * <i>Carcharolaimidae</i> * <i>Dorylaimellidae</i> * <i>Leptonchidae</i> *	<i>Iotonchus geminus</i> <i>Belondira</i> sp. <i>Carcharolaimus</i> sp. <i>Dorylaimus</i> sp. <i>Tylencholaimellus</i> sp.
Alimentación desconocida	<i>Diphterophoridae</i> *	<i>Diphterophora</i> sp. <i>Tyrolaimophorus</i> sp.

CUADRO 2

Grupos homogéneos (I) y coeficiente de Kendall (II) para los distintos grupos tróficos durante seis períodos de muestreo. (O: octubre, D: diciembre, F: febrero, M: marzo, J: junio, A: agosto).

Para cada grupo trófico igual letra significa que no existen diferencias significativas.

El orden de las letras equivale al orden de abundancia.

Homogeneous groups (I) and Kendall coefficient (II) for the different trophic groups during six sampling periods.

Same letters means no significant differences. Letter order equivalent to abundance order.

	I						II
	O	D	F	M	J	A	
Fitoparásitos	c	bc	a	a	ab	a	0.62
Microbiófagos	a	a	a	a	a	a	0.34
Omnívoros	d	c	a	b	cd	bc	0.80
Micófagos	a	a	b	b	a	a	0.64
Depredadores	a	a	a	a	a	a	0.28

CUADRO 3

Grupos homogéneos (I) y coeficiente de Kendall (II) para las distintas épocas de muestreo.

(F: fitoparásitos, M: microbiófagos, O: omnívoros, Mi: micrófagos, D: depredadores). Para cada época del año igual letra significa que no existen diferencias significativas en la abundancia de los grupos tróficos presentes.

El orden de las letras equivale al orden de abundancia.

Homogeneous groups (I) and Kendall coefficient (II) for the sampling periods. Same letters means no significant differences.

Letter order equivalent to abundance order.

	I					II
	F	M	O	Mi	D	
Octubre	a	a	a	a	b	0.63
Diciembre	a	a	a	a	b	0.59
Febrero	b	b	a	c	c	0.90
Marzo	a	b	b	c	d	0.96
Junio	a	b	b	ab	-	0.71
Agosto	a	a	ab	bc	c	0.78

significativas en ninguna época (cuadro 2), con una alta discordancia entre las profundidades (coef. de Kendall = 0.34). Forman parte de los grupos tróficos más abundantes en invierno, primavera y principios de verano (cuadro 3).

Los omnívoros constituyen el 26,5% de la fauna de nemátodos en el año, siendo significativa-

mente más abundantes en febrero (cuadro 2); a este grupo le corresponde el coeficiente de Kendall más alto (0.8). Considerando su posición relativa a los demás grupos resultan dominantes, salvo en otoño (cuadro 3).

Los micófagos, que representan el 13.5% de la nematofauna anual, manifiestan una disminución

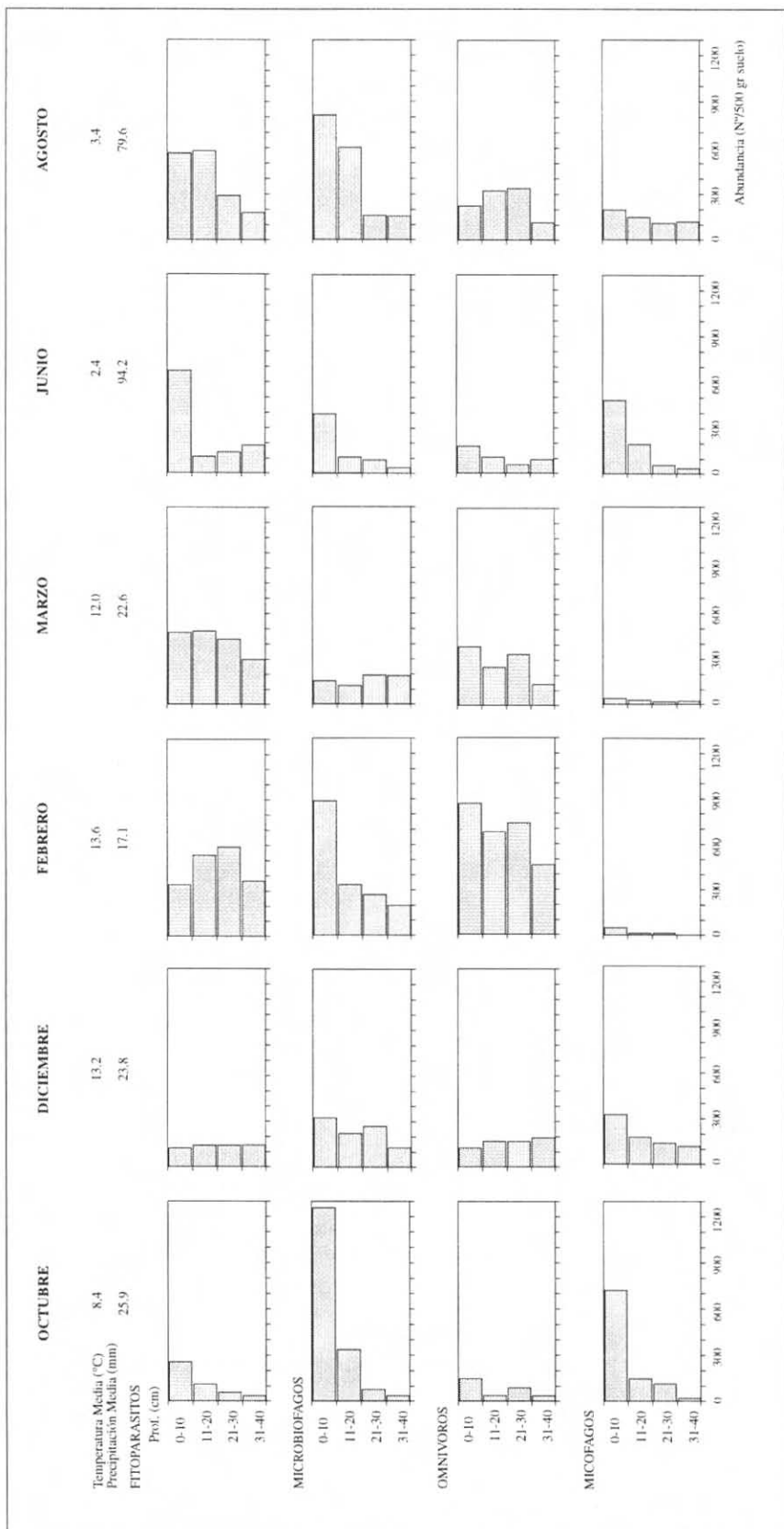


Figura 1. Fluctuación estacional de los grupos tróficos de nemátodos a diferentes profundidades y períodos del año en un bosque ecotonal de ciprés (*A. chilensis*).
Seasonal fluctuation of nematode trophic groups at different depths and periods of the year in a Cypress (*A. chilensis*) ecotonal forest.

significativa en pleno verano y principios de otoño (cuadro 2), con una buena concordancia (coef. de Kendall = 0.64). Constituyen parte de los grupos tróficos más abundantes en primavera.

Los depredadores no varían significativamente a lo largo del año, pero están ausentes en las muestras de junio y su abundancia relativa en el año es la más baja (0.1%).

Los nemátodos de alimentación desconocida representan el 1.8% de la nematofauna anual.

En relación a la variable profundidad (fig. 1), la nematofauna es más abundante en el primer estrato, con valores que oscilan entre 30 y 68% según la época del año. Los valores más altos en este estrato se dan en los meses de mayores precipitaciones, mientras que entre fines de primavera y verano la distribución en profundidad tiende a ser más homogénea.

Las muestras de octubre y diciembre se asemejan en la predominancia de los grupos tróficos y en las abundancias, pero no en la distribución en profundidad de los organismos, los que en octubre manifiestan preferencia por el primer estrato.

DISCUSION

La riqueza de especies de nemátodos es baja en comparación con bosques latifoliados (Yeates, 1979; Popovici, 1980, 1984a) y similar a otros de coníferas de Finlandia (Magnusson, 1982).

Diversos autores han encontrado preferencias de la nematofauna por distintas épocas, así, Phillipson *et al.* (1977) y Sohlenius (1979) mencionan el invierno, Popovici (1980) señala al verano, Wasilewska (1971b) primavera-otoño y Yeates (1972) primavera. En este estudio la abundancia total de la nematofauna no varió significativamente a lo largo del año y esto podría atribuirse a la alternancia, en el año entre las condiciones de humedad, bajas temperatura y dominancia en el sotobosque de vegetación perenne, y por otro, una estación de crecimiento de la vegetación corta con mayores temperaturas, escasez en agua y desarrollo de la vegetación herbácea y anual. La tasa entre máxima y mínima abundancia es de 2.2, algo superior a 1.8 y 2 halladas por Popovici (1984a) y Phillipson *et al.* (1977), respectivamente, y muy inferior a 5 hallada por Yeates (1972), todos para bosques latifoliados del hemisferio norte.

La época del año, como resumen de un conjunto de variables entre las que se consideran más

importantes la temperatura y las precipitaciones, actúa de modo diferente sobre los distintos grupos tróficos y aún sobre las especies involucradas en ellos. Microbiófagos y depredadores no varían significativamente en las distintas épocas de muestreo. Los micófagos presentan una disminución importante en las épocas de menor disponibilidad de agua, que los afectaría directamente y también disminuyendo la disponibilidad de micelio. Los omnívoros muestran un pico de abundancia en febrero, que se podría relacionar con el incremento de la actividad vegetal. El comportamiento de los fitoparásitos podría deberse (Boag, 1974, 1977) al juego de dos variables: disponibilidad de alimento y humedad, factores que actúan alternadamente en este sitio. Algunos de los fitoparásitos más frecuentes como *Hemicycliophora arenaria* y *Ogma comahuensis* responderían a la disponibilidad de alimento ya que expresan su máxima abundancia en la estación de crecimiento de la vegetación, que en esta zona coincide con el desarrollo de muchas gramíneas, cubriendo el suelo del bosque. Magnusson (1982) considera que los pastos, debido a su alta producción de raíces y a su sistema radicular fibroso, resultan más apropiados para la consumición de nemátodos fitoparásitos que las raíces suberizadas de coníferas y arbustos. Por otro lado, *Rotylenchus*, *Tylenchorhynchus* y *Criconema* presentan mayor abundancia en coincidencia con la mayor disponibilidad de agua.

En relación a la distribución en profundidad los micófagos presentan mayor abundancia en los estratos superiores, esto se corresponde con la ocurrencia de hongos en suelo, la que, según Pirozynski (1968), está casi limitada al tope de 20 cm. Los restantes grupos varían su relación con la profundidad en distintas épocas del año. En la época de mayor cantidad de agua en el suelo los fitoparásitos son más abundantes en los primeros estratos. Distintas poblaciones prefieren en sus épocas pico distintos estratos: *Hemicycliophora* entre 10 y 30 cm, *Rotylenchus* entre 0 y 10 cm y *Ogma* presenta pocas variaciones. La abundancia de algunos microbiófagos ha sido relacionada con la cantidad de materia orgánica (Castillo Castillo *et al.*, 1985), la cual en este sitio es máxima en los primeros estratos. La disminución de este grupo en diciembre y marzo no ha podido ser explicada. Los omnívoros tienen el índice de concordancia más alto entre los grupos tróficos estudiados para las distintas épocas del año, consecuencia de que

las profundidades estudiadas siguen tendencias similares en el tiempo. La máxima abundancia en febrero y la mínima en octubre se refleja en todos los estratos.

Igual que en otros trabajos (Boag, 1974, 1975; Popovici, 1980), los depredadores son muy escasos, por lo tanto no se está en condiciones de hacer consideraciones acerca de los mismos.

El orden de abundancia para cada grupo trófico a través del año es: fitoparásitos > omnívoros = microbiófagos > micófagos > depredadores. Las diferencias entre omnívoros y microbiófagos no son significativas. La dominancia de fitoparásitos + micófagos sobre otros grupos ha sido mencionada para bosques latifoliados por Popovici (1980, 1984a), y por Wasilewska (1971b). Los porcentajes encontrados para cada grupo trófico son similares a los obtenidos por Peña Santiago *et al.* (1982) en bosques de encinas para los grupos más abundantes, pero no para micófagos ni depredadores.

Dada la ausencia de estudios sobre la ecología de la nematofauna de los bosques Andino-Patagónicos se hace imposible hacer comparaciones con ambientes próximos y de mayor similitud.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Prof. Norberto Rost por la asistencia técnica, a la Lic. Nora Bacalá por el asesoramiento estadístico, al Dr. Eliseo Chávez por el apoyo prestado durante todas las etapas del trabajo y en especial por la supervisión en las determinaciones de los ejemplares y a los Drs. J. Pinochet, R. Peña Santiago, R. López Chaves y A. Zullini por la revisión crítica del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

BOAG, B. 1974. "Nematodes associated with forest and woodland trees in Scotland", *Ann. Appl. Biol.* 77: 41-50.
 BOAG, B. 1977. "Factors influencing the occurrence and abundance of nematodes in forest soils in eastern Scotland", *Ann. Appl. Biol.* 86 (3): 446-450.
 BRUGNI, N., E. CHAVES. 1994. "Criconematids from a cypress forest of south Argentina", *Nematologica* 40: 467-473.

CASTILLO CASTILLO, R., R. PEÑA SANTIAGO, F. JIMENEZ MILLAN. 1985. "Modelos de distribución vertical de las especies de nematodos en un biotopo natural". *I. Bol. Serv. Plagas* 12 (11): 155-162.
 CONOVER, W.J. 1980. *Practical Nonparametric Statistics*. Wiley & Son.
 DEZZOTTI, A., L. SANCHOLUZ. 1991. "Los bosques de *Austrocedrus chilensis* en Argentina: ubicación, estructura y crecimiento", *Bosque* 12 (2): 43-52.
 DOUCET, M. 1980. Técnicas básicas en nematología del suelo. IDIA marzo-abril: 34-43.
 HEYNS, J. 1971. *A guide to the plant and soil nematodes of South Africa*. Cape Town: A. A. Balkema.
 JENKINS, W.R. 1964. "A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil", *Plant. Dis. Rep.* 49: 137-153.
 MAGNUSSON, M.L. 1982. "Nematodes in some coniferous forest in Finland", *Commun. Inst. For. Fenn.* 103: 1-12.
 PEÑA SANTIAGO, R., A. GOMEZ BARCINA, F. JIMENEZ MILLAN. 1982. Datos ecológicos de los nematodos fitoparásitos asociados a un bosque de encinas en Sierra Nevada (España). Trabajo Monog. Depto. Zool. Granada. V: 1-15.
 PHILLIPSON, J., R. ABEL, J. STEEL, S.R. WOODDELL. 1977. "Nematode numbers, biomass and respiratory metabolism in a beech woodland", *Oecologia* (berl.) 27: 141-155.
 PIROZYNSKI, K.A. 1968. Geographical Distribution of Fungi. En: AINSWORTH, G.C. & A.S. SUSSMAN (eds.). *The Fungi*. Academic Press, New York, V 3: 487-502.
 POPOVICI, I. 1980. "Soil nematodes of the beech forests in Vlaheasa Mountain Mass", *Rev. Roum. Biol. Ser. Biol. Anim.* 25: 73-76.
 POPOVICI, I. 1984a. "Nematode abundance, biomass and production in a beech forest ecosystem", *Pedobiologia* 26: 205-219.
 POPOVICI, I. 1984b. "Soil nematodes in forest ecosystems in Retezat National Park" (The Carpathians). *Recherches Ecologiques Dans le Parc National de Retezat*, 175-184.
 SIDDIQI, M. 1985. Tylenchida: Parasites of plants and insects. Commonwealth Agr. Bureaux - Commonwealth Inst. of Parasitology. 645 pp.
 SOHLENIUS, B. 1979. "A carbon budget for nematodes, rotifers and tardigrades in a Swedish coniferous forest soil", *Holarctic Ecol.* 2: 30-40.
 STEEL, R.J. TORRIE. 1988. *Bioestadística. Principios y procedimientos*. Mc Graw-Hill.
 VINCIGUERRA, M.T. 1979. "Role of nematodes in the biological processes of the soil", *Boll. Zool.* 46: 363-374.
 WASILEWSKA, L. 1971a. "Tropic classification of soil and plant nematodes", *Wiad. Ekol.* 17: 379-388.
 WASILEWSKA, L. 1971b. "Nematodes of the dunes in the Kampinos forest. II. Community structure based on numbers of individuals, state of biomass and respiratory metabolism", *Ekologia Polska*. XIX (38): 651-688.
 WASILEWSKA, L. 1979. "The structure and function of soil-nematode communities in natural ecosystems and in agrocenoses", *Pol. Ecol. Stud.* 5: 97-145.
 YEATES, G.W. 1972. "Nematoda of Danish beech forest. Methods and general analysis", *Oikos* 23(2): 178-189.
 YEATES, G.W. 1979. "Soil nematodes in terrestrial ecosystems", *J. Nematol.* 11: 213-229.
 YEATES, G.W. 1981. "Nematode populations in relation to soil environmental factors: a review", *Pedobiologia* 22: 312-338.