

CARACTERIZACION DE LA MODALIDAD DE DISTRIBUCION DE *TYLENCHULUS SEMIPENETRANS* EN EL LEVANTE ESPAÑOL

A. Navas, G. Nombela y A. Bello

Centro de Ciencias Medioambientales, Departamentos de Protección Vegetal y Agroecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, Serrano 115 dpdo., Madrid 28006, España.

RESUMEN

Navas, A., G. Nombela y A. Bello. 1992. Caracterización de la modalidad de distribución de *T. semipenetrans* en el Levante español. *Nematropica* 22:205–216.

Se estudió la distribución de *Tylenchulus semipenetrans* en la región citrícola más importante de España. Se analizaron 230 muestras pertenecientes a 115 puntos geográficos y seleccionadas en los suelos representativos de la región. Se tomó en cuenta la influencia conjunta de 36 parámetros bióticos y abióticos sobre la abundancia de hembras y larvas de *T. semipenetrans*. Los resultados indican que la abundancia no está condicionada por esos parámetros ni por la estructura ecológica que los mismos definen en el cultivo. Se detecta un gradiente de variación geográfica de la abundancia de *T. semipenetrans*, el cual es utilizado para caracterizar su modalidad de distribución. Esto se considera como una primera etapa para la evaluación epidemiológica de la región en estudio.

Palabras clave: distribución geográfica, ecología, epidemiología, España, *Tylenchulus semipenetrans*.

ABSTRACT

Navas, A., G. Nombela, and A. Bello. 1992. Characterization of the pattern of distribution of *Tylenchulus semipenetrans* in the Spanish Levante. *Nematropica* 22:205–216.

A survey was carried out to determine the distribution of *Tylenchulus semipenetrans* in the most important citrus production region of Spain. A total of 230 samples from 150 geographic points were processed and analyzed. The samples included the most representative types of soil of the region. Thirty-six biotic and abiotic parameters were examined in relation to abundance of females and juveniles of *T. semipenetrans*. Results indicate that the abundance of *T. semipenetrans* is not related to such parameters, nor the ecological structure that is defined by them in the crop. A gradient of geographic variation of *T. semipenetrans* was observed that was useful to characterize its distribution pattern. This study is considered a first step in the epidemiologic evaluation of the nematode in the region.

Key words: citrus nematode, ecology, epidemiology, geographic distribution, Spain, *Tylenchulus semipenetrans*.

INTRODUCCION

La aplicación de medidas de control adecuadas para nematodos fitoparásitos, sobre todo en monocultivos, requiere del conocimiento preciso de su biología, ecología, distribución y densidad. En el caso de *Tylenchulus semipenetrans*, se reconoce la importancia que tiene la distribución cuando se evalúa la respuesta hospedero-parásito (10,23), así como el valor indicador de los estudios ecológicos dirigidos a su control (3). Davis (8), demuestra que el análisis de la modalidad

de distribución provee la información necesaria para un control eficaz de los problemas que este nematodo causa en cítricos. Sin embargo, existen pocas referencias sobre el tema, razón por la cual se aborda ese aspecto para una correcta caracterización epidemiológica de las principales áreas citrícolas del Levante y porque constituye un punto de partida para estudios sobre la diversidad de razas o ecotipos del parásito (17,25).

El objetivo en esta investigación fue determinar el grado de dependencia que presenta la abundancia de *T. semipene-*

trans con factores bióticos y abióticos del agroecosistema de cítricos e intentar conocer su modalidad de distribución en el Levante español.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se llevó a cabo en el área citrícola de mayor tradición en España. Se analizaron un total de 230 muestras de suelo y raíz del patrón más común (*Citrus aurantium*) con una edad aproximada de 25 años. Se tomaron 154 muestras en La Plana y 76 muestras en el Norte de Valencia, que corresponden respectivamente a 77 y 38 puntos geo-

gráficos según las coordenadas U.T.M. distribuidos proporcionalmente a la superficie que ocupan los distintos tipos de suelo de la región de estudio (Fig. 1).

Las muestras de suelo y raíz se tomaron en verano (Julio de 1985 en La Plana y Julio de 1986 en Valencia) a una profundidad de 10–15 cm. Cada una de ellas resultó de la mezcla de cuatro submuestras recolectadas alrededor del árbol.

La evaluación del número de hembras en la raíz se hizo a partir de tres submuestras de 0.25 g tomadas de una mezcla homogénea de 5 g de raíz por muestra. Se utilizó el método de tinción en fucsina ácida y conteo directo bajo el microscopio

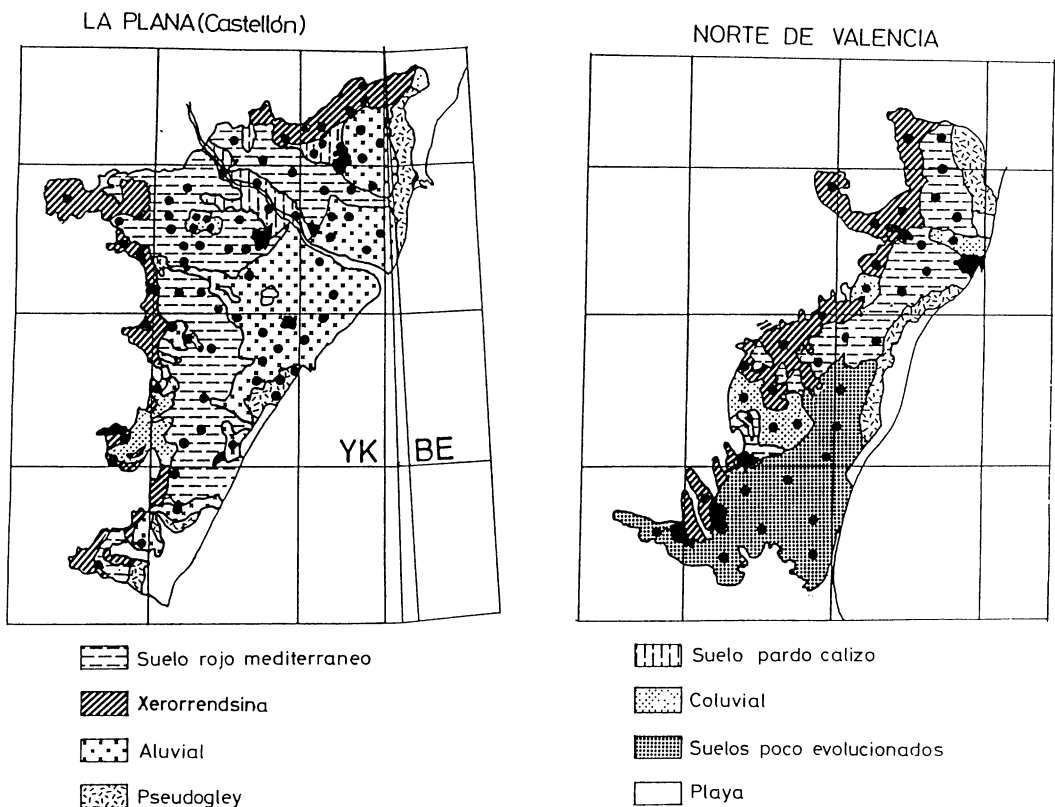


Fig. 1. Tipos de suelo y disposición de las localidades de muestreo según las coordenadas geográficas U.T.M. Cada cuadrante regular representa una extensión de 100 km². Las áreas marcadas en negro son las principales poblaciones de la región.

de disección (21). Las larvas en suelo se extrajeron mediante el método de centrifugación y flotación en azúcar. La muestra procesada fue de 100 cm³ tomada de una cantidad homogénea de 1 kg de suelo. Para el estudio de las relaciones ecológicas de *T. semipenetrans*, además de los tipos de suelo, se ha tenido en cuenta la presencia o ausencia de malas hierbas y los siguientes parámetros edáficos: textura, pH, materia orgánica, carbono orgánico, carbonatos, nitrógeno y relación C/N. El volumen de agua útil y la capacidad de retención de agua son dos parámetros muy ligados a las características generales de los suelos (14), por lo cual no se incluyen de forma independiente. Los riegos frecuentes durante el período estival aseguraban condiciones de humedad del suelo similares en el momento de tomar las muestras.

Como las relaciones ecológicas detectadas mediante análisis multivariantes pueden ser dependientes del número de parámetros, fue necesario demostrar que *T. semipenetrans* tiene un comportamiento similar en ambas zonas (La Plana y Valen-

cia) e independientemente del número de muestras o de parámetros utilizados. Con este fin, se incluye en el análisis de La Plana la presencia y abundancia de otros nematodos presentes en las muestras, mientras que en el norte de Valencia tales parámetros no se han tenido en cuenta.

Los datos fueron analizados con los siguientes métodos estadísticos: Análisis Factorial de Correspondencias (4), Análisis de Regresión Múltiple (5) y Análisis Discriminante del paquete estadístico BMDP, así como cartografía automática (26).

RESULTADOS

Los valores de los parámetros edáficos y de las densidades de población de *T. semipenetrans* en La Plana y Valencia son significativamente diferentes con excepción del nitrógeno y limo (Cuadro 1). Las diferencias están marcadas por las varianzas y medias (valores de *t'*) o por las medias (valores de *t*). Al no existir un método exacto de equivalencia entre lar-

Cuadro 1. Valores medios de los parámetros edáficos y de la abundancia de *T. semipenetrans* en La Plana (Castellón) y Norte de Valencia. Comparación de ambas zonas mediante la *t* de Student.

	La Plana (Castellón) x ± E.S.	N. Valencia x ± E.S.	Valores de <i>t</i> o <i>t'</i>
C orgánico	2.01 ± 0.13	1.25 ± 0.03	5.35***
Carbonatos	14.9 ± 1.03	23.08 ± 1.38	4.73***
Nitrógeno	0.14 ± 0.003	0.14 ± 0.003	0.02
Relación C/N	14.66 ± 1.03	9.03 ± 0.13	5.41***
Arena	46.59 ± 0.91	39.13 ± 1.67	3.91***
Arcilla	23.84 ± 0.62	31.6 ± 1.09	6.15***
Limo	29.67 ± 0.56	29.23 ± 0.9	0.40
pH	7.41 ± 0.04	7.67 ± 0.02	5.33***
Materia orgánica	3.47 ± 0.24	2.16 ± 0.05	5.33***
<i>T. semipenetrans</i> (larvas/suelo)	4 377 ± 486	2 364 ± 318	3.48***
<i>T. semipenetrans</i> (hembras/raíz)	4 093 ± 250	3 041 ± 340	2.51**

P* < 0.05; *P* < 0.01; ****P* < 0.001.

Cuadro 2. Análisis de regresión múltiple de larvas y hembras de *Tylenchulus semipenetrans* para los parámetros edáficos cuantitativos. Significación del coeficiente de regresión (R^2).

Parámetros edáficos	La Plana		N. Valencia	
	Larvas/suelo	Hembras/raíz	Larvas/suelo	Hembras/raíz
pH	NS	NS	NS	NS
Arena	NS	NS	—	—
Arcilla	NS	NS	NS	NS
Limo	NS	NS	*(+)	NS
Materia orgánica	NS	*(-)	NS	NS
C orgánico	NS	NS	—	—
Carbonatos	NS	NS	*(+)	NS
Nitrógeno	NS	**(+)	NS	NS
Relación C/N	NS	***(+)	NS	NS
R^2	0.07	0.104	0.148	0.05
F	1.30	1.86*	1.66	0.50
g.l.	9;144		7;67	

NS: No significativo; —parámetro no usado; (+)influencia positiva; (-)influencia negativa; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$; próximo al nivel de significación $P < 0.05$.

vas en suelo y hembras en raíz, se han considerado ambos estadíos en los análisis estadísticos. El análisis de regresión múltiple que incluye todos los parámetros edáficos cuantitativos (Cuadro 2) indica que éstos influyen más sobre la abundancia de larvas en suelo de Valencia (F próxima a la significación) y hembras en raíz de La Plana. Sin embargo, la proporción de varianza explicada (valores de R^2), indica que sólo en el 14.8% de las muestras de Valencia y en el 10.4% de las de La Plana existe correlación de la abundancia de *T. semipenetrans* con alguno de los parámetros edáficos considerados (Cuadro 2). Para esos porcentajes de explicación, las larvas de Valencia están correlacionadas positivamente con el limo y los carbonatos mientras que las hembras de La Plana lo están con el nitrógeno y la relación C/N, presentando una correlación negativa con la materia orgánica.

En el análisis global de las interrelaciones entre todos los parámetros (Cuadro 3, Fig. 2), los porcentajes de explicación de la varianza observable en

las muestras son muy altos para los dos análisis realizados (Cuadro 3A y 3B). Cuando se tratan todos los parámetros, la explicación es del 91.2% para los cinco primeros ejes y cuando no se incluyen los otros nematodos la explicación llega hasta el 99.5%. De todos los parámetros considerados, son *Crossonema multisquamatum*, *T. semipenetrans* y *Boleodorus* sp. los que definen el espacio factorial de acuerdo con los valores de contribución relativa (Cuadro 3A). El resto son parámetros informativos sin gran influencia en el análisis.

Crossonema multisquamatum, *Boleodorus* sp. y *T. semipenetrans* no manifiestan ninguna asociación o correlación con ningún otro parámetro como lo demuestran sus altos valores de contribución relativa y su calidad de representación (valor del coseno). Cuando no se tiene en cuenta los otros nematodos (Cuadro 3B), la variación de *T. semipenetrans* sigue siendo explicada por un solo eje.

Gráficamente (Fig. 2) se observa la independencia de *T. semipenetrans* de la estructura ecológica del cultivo, la cual está

Cuadro 3. Análisis Factorial de Correspondencias: porcentajes de explicación y contribuciones relativas más importantes (significado de los ejes); entre paréntesis la calidad de la representación (valores del coseno).

A) Todos los parámetros con la nematofauna asociada		Eje I	Eje II	Eje III	Total
Región					
La Plana	% Explicación	37.8	28.4	12.8	79
	Contribuciones relativas:				
	<i>T. semipenetrans</i> (larvas/suelo)		44.3 (0.79)		
	<i>T. semipenetrans</i> (hembras/raíz)		50.4 (0.96)		
	<i>Crossonema</i> sp.	90.6 (0.96)			
	<i>Boleodorus</i> sp.			80.6 (0.90)	
B) Todos los parámetros sin la nematofauna asociada		Eje I	Eje II	Eje III	Total
Región					
La Plana	% Explicación	87.4	9.3	1.7	98.4
	Contribuciones relativas:				
	Arena		32.5 (0.78)	42.1 (0.2)	
	Arcilla		11.4 (0.73)		
	Limo		18.4 (0.89)		
	Carbonatos		14.1 (0.60)	37.5 (0.3)	
	Relación C/N		8.8 (0.58)	7.9 (0.1)	
	<i>T. semipenetrans</i> (larvas/suelo)	48.4 (0.999)			
	<i>T. semipenetrans</i> (hembras/raíz)	51.5 (0.997)			

(Continuado.)

Cuadro 3. Continuado.

B) Todos los parámetros sin la nematofauna asociada				
Región	Eje I	Eje II	Eje III	Total
Norte Valencia	86	10.1	1.5	97.6
% Explicación				
Contribuciones relativas:				
pH		98.8 (0.92)		
Arena		78.8 (0.92)	17.4 (0.52)	
Arcilla		83.6 (0.93)	9.4 (0.34)	
Limo		81.2 (0.90)	11.5 (0.62)	
Carbonatos		60.7 (0.40)		
C Orgánico		90.6 (0.92)		
Nitrógeno		85.7 (0.96)		
Relación C/N	97.0 (0.87)			
<i>T. semipenetrans</i> (larvas/suelo)	97.4 (0.99)			
<i>T. semipenetrans</i> (hembras/raiz)	99.7 (0.99)			

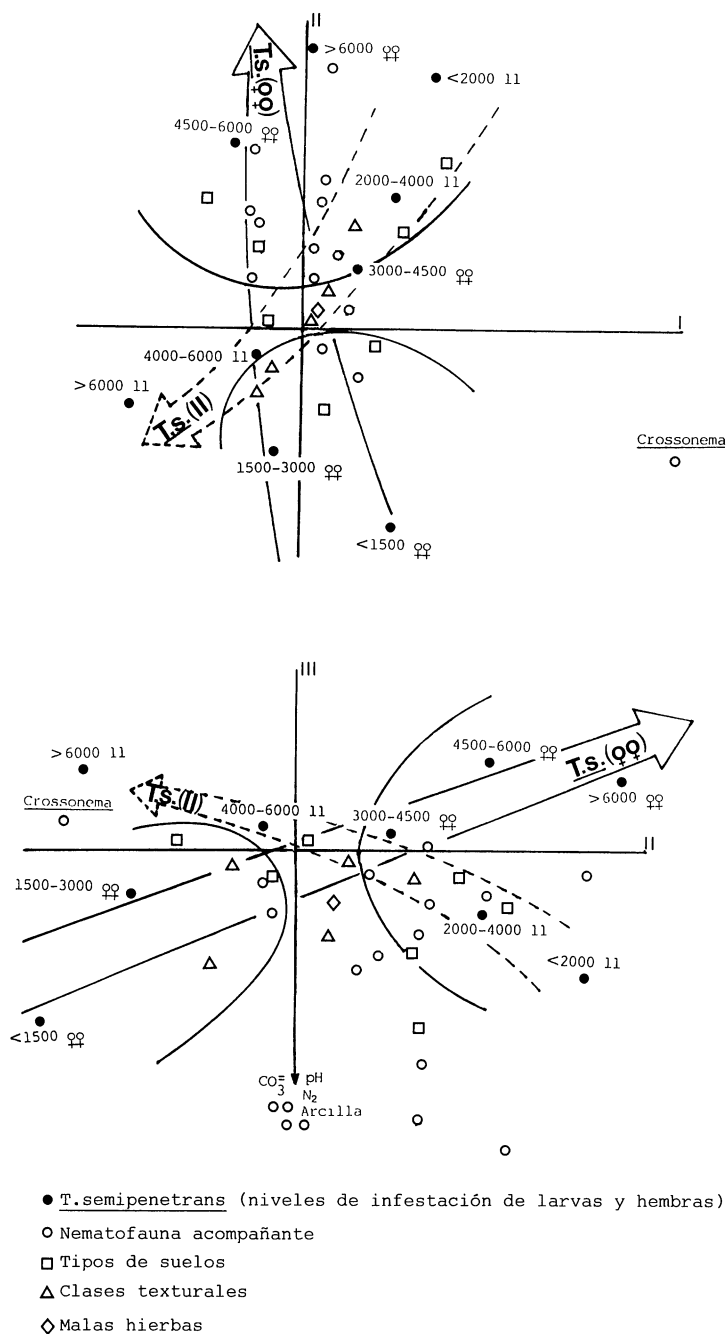


Fig. 2. Representación tridimensional de la estructura ecológica del cultivo de cítricos de La Plana (Castellón). El eje I explica casi exclusivamente la variación de *Crossosonema multisquamatum*. El eje II representa las variaciones decrecientes y opuestas de larvas y hembras de *T. semipenetrans*. El eje III indica variación de *Boleodorus* sp., "Dorylaimidos", *Alaimus* sp. y "Rhabditidos" además de una pequeña variación de pH, carbonatos, nitrógeno y arcilla.

determinada principalmente por el tipo de suelo, algunas clases de textura y la nematofauna asociada, porque la escasa variación de los parámetros edáficos hace que éstos se sitúen muy cerca del origen de los ejes que definen el espacio factorial. La variación de larvas y hembras de *T. semipenetrans* se disponen en sentido opuesto a lo largo del eje II. Los otros sentidos de variación son *C. multisquamatum* (eje I) y *Boleodorus* sp. (eje III). Dado que la mayor variación del conjunto se manifiesta a lo largo de los ejes II y III, los únicos elementos estructuralmente diferentes son los incluídos dentro de una línea continua en los lados positivo y negativo del eje II, pero sin ninguna influencia sobre el nematodo de los cítricos.

La independencia de *T. semipenetrans* con respecto a los parámetros edáficos (el eje que explica su variación poblacional no explica también la de otros parámetros) permite cartografiar los valores de abundancia del nematodo en lugar de las contribuciones relativas del eje en cuestión. Dichos valores se cartografían según los intervalos que definen una distribución normal de las muestras (Fig. 3).

Puesto que los sentidos de variación de larvas y hembras son opuestos y dependen del ciclo biológico (en un tiempo dado, a mayor cantidad de hembras, menor cantidad de larvas) la única posibilidad para definir áreas de máximos y mínimos consiste en considerar la superposición del máximo de hembras en raíz y máximo de larvas en suelo como el máximo total de la distribución de *T. semipenetrans* (Fig. 4).

Al comparar las zonas de máxima y mínima abundancia del nematodo se observan diferencias significativas en el contenido de carbonatos, arcilla, limo, nitrógeno y relación C/N (Cuadro 4).

DISCUSION

La mayoría de los estudios sobre distribución de organismos intentan confirmar analíticamente la hipótesis de distribución no aleatoria (19). En el caso de la epidemiología vegetal, ese criterio permite establecer gradientes de enfermedad para sistematizar medidas de control (18). Además, este tipo de enfoque es importante para detectar la variabilidad poblacional o diversidad genética, independientemente de la escala geográfica a la que se trabaje (13). Ya sea considerando la diversidad como una consecuencia de la adaptación ecológica o de la divergencia evolutiva siempre es necesario definir la modalidad de distribución. *Tylenchulus semipenetrans* manifiesta un alto grado de especificidad a los cítricos y es, por tanto, un buen modelo para este tipo de estudios, facilitando la caracterización epidemiológica del cultivo (2,11).

Para el presente estudio hemos considerado los parámetros edáficos que más pudieran influir en el comportamiento de *T. semipenetrans* (1,6,16). Así mismo, hemos procurado recoger la mayor diversidad ambiental de su área de distribución lo que es un precepto fundamental de la epidemiología. Según los resultados obtenidos, los estadíos de *T. semipenetrans* no están condicionados por esos parámetros ya que el porcentaje de explicación es muy pequeño, al contrario de lo que sucede en otros países (15) y a pesar de que entre ambas zonas, con distinta tradición del cultivo (12), hay diferencias significativas entre la mayoría de los parámetros edáficos considerados. Los únicos parámetros con alguna incidencia son la arcilla, limo y aquellos que se relacionan con las propiedades biológicas de los suelos (1,24). La diferencia observada respecto a los estadíos de *T.*

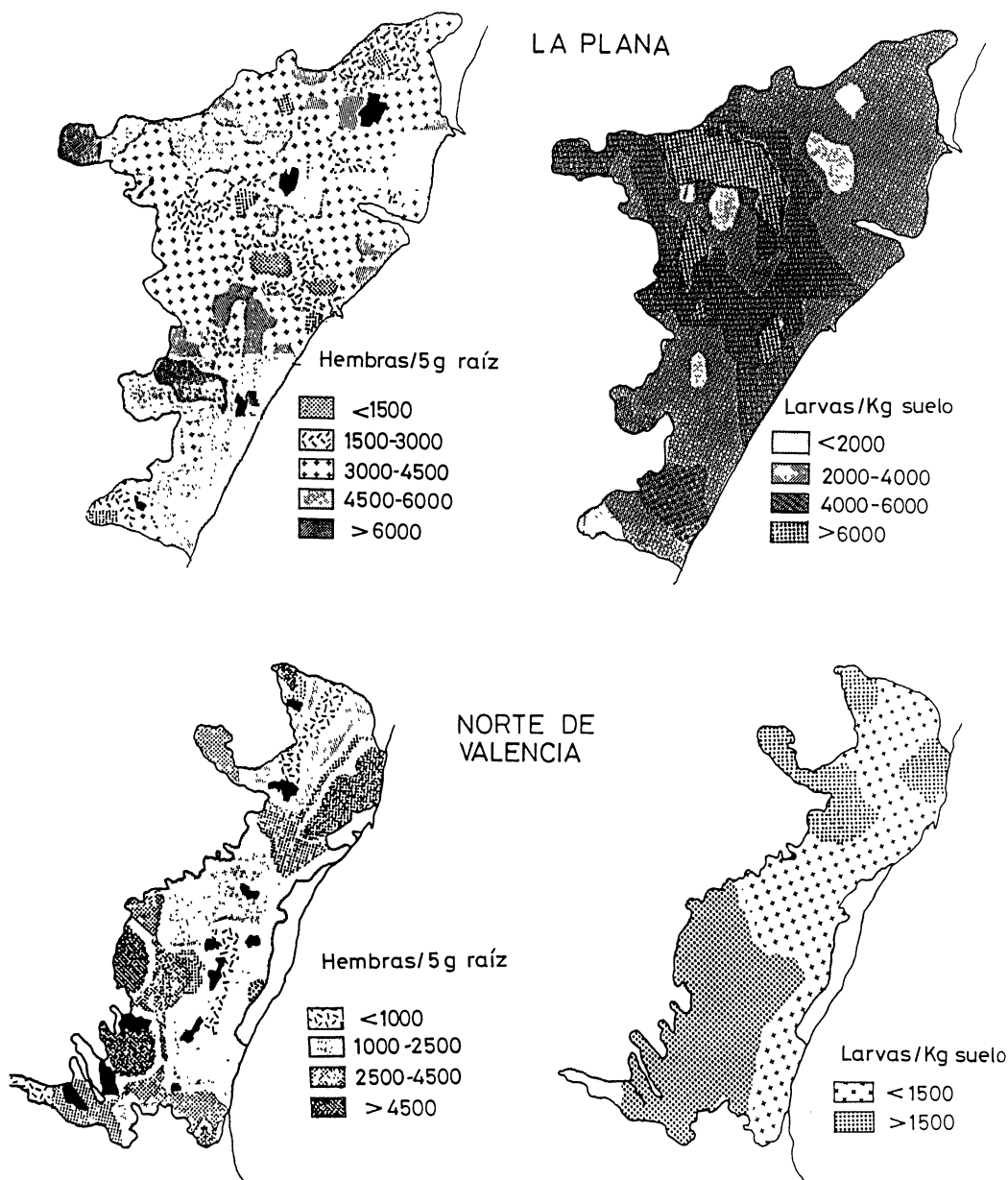


Fig. 3. Variación geográfica de la abundancia de *T. semipenetrans* según los intervalos normalizados del análisis de correspondencias.

semipenetrans puede ser explicada por la no coincidencia del ciclo biológico de este nematodo en La Plana y Valencia (datos no publicados).

En la estructura ecológica general del cultivo en La Plana destacan dos elementos bióticos fundamentales, *C. multiquamatum* y *T. semipenetrans*, no re-

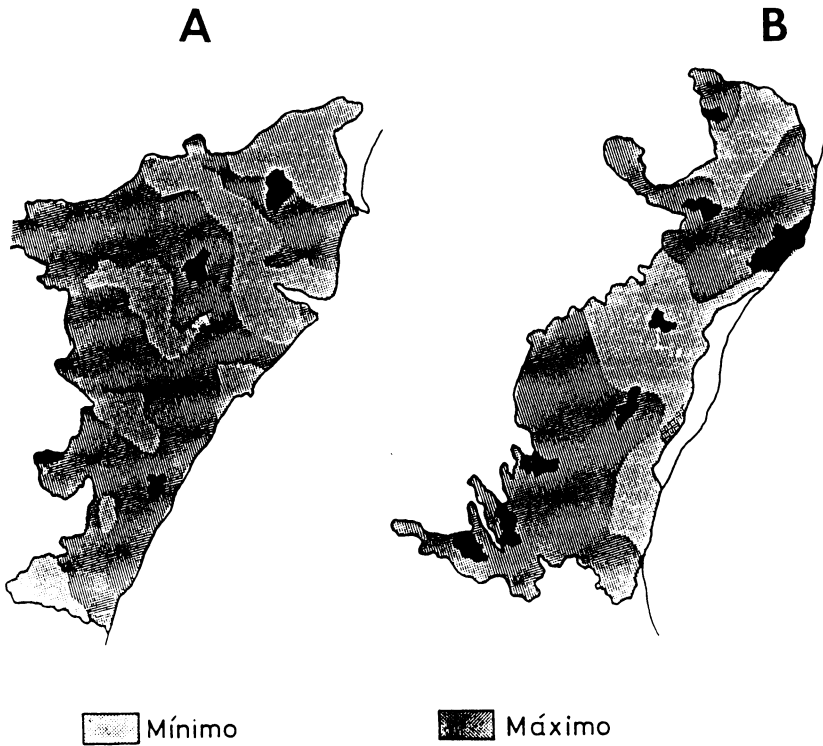


Fig. 4. Zonas de máxima y mínima abundancia global de *T. semipenetrans* en el Levante español. Plana. B) Norte de Valencia.

Cuadro 4. Resumen de las diferencias entre las zonas de máxima y mínima abundancia del nematodo de los cítricos en el Levante español.

Región	Parámetros significativos	Abundancia		F
		Máxima	Mínima	
La Plana	Carbonatos	menos	más	3.52**
	Arcilla	menos	más	
	Limo	más	menos	
	Nitrógeno	menos	más	
	% de clasificación	77	68	
Norte Valencia	Arcilla	menos	más	4.30**
	Relación C/N	menos	más	
	% de clasificación	70	64	

** $P < 0.01$.

lacionados entre sí. La disposición en el centro del espacio factorial de la mayoría de los parámetros edáficos cuantitativos, así como de las texturas más frecuentes, indica la gran homogeneidad edáfica del cultivo tras años de laboreo. El resto de nematodos están asociados entre sí o a ciertos tipos de suelo; sería necesario evaluar su función en el agroecosistema (7), pues no parecen estar relacionados con *T. semipenetrans*, aunque otros autores hayan reconocido esta interacción (20).

Los análisis multivariantes se usan para investigar modalidades de variación geográfica (27) debido a que reducen la información de muchos parámetros a pocos ejes de referencia que explican la máxima variabilidad del hiperespacio (22,28) y pueden ser cartografiados. Nosotros seguimos esa metodología pero, como la variación de la abundancia de *T. semipenetrans* está explicada por un solo eje y éste no representa a ningún otro parámetro, basta con cartografiar directamente la abundancia global para conocer la modalidad de distribución del nematodo. En efecto, a pesar de la homogeneidad de las zonas de estudio y del pequeño porcentaje de explicación en el análisis de regresión múltiple, algunos parámetros edáficos cuantitativos son significativamente diferentes en las zonas de máxima y mínima abundancia. Los porcentajes de clasificación de las muestras pertenecientes a las áreas de máximo y mínimo son muy elevados por lo que dichos parámetros tienen un valor descriptivo, siendo necesario evaluar su influencia en la dinámica poblacional de *T. semipenetrans*.

La distribución de este nematodo indica también una dinámica de su ciclo biológico en el Levante español, pero sin correspondencia con ninguna unidad cartográfica establecida (mapas de suelo, clima, relieve, etc.). La definición de zonas de máximo y mínimo se manifiesta

en discontinuidades o mosaicos, lo cual sirve para enfatizar dos aspectos fundamentales con vistas a posteriores estudios sobre *T. semipenetrans*: Primero, llegar a reconocer si la modalidad de distribución es temporal o permanente (adaptación ecológica). Segundo, si dicha modalidad de distribución obedece a la existencia de diversos ecotipos locales sin aislamiento geográfico. Esto, que es una característica de organismos sésiles (9), permitiría diferenciar un proceso de filogénesis independiente del medio ambiente (divergencia microevolutiva) y, por tanto, apoyar la búsqueda de biotipos.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado a través de un contrato de investigación CSIC-Rhône Poulenc. Nuestro agradecimiento al Dr. Larry Duncan del Citrus Research and Education Center, Florida, y al Dr. M. Mundo Ocampo del Departamento de Nematología, Riverside por sus comentarios y sugerencias en la preparación del manuscrito.

LITERATURA CITADA

1. BAINES, R. C. 1974. The effect of soil type on movement and infection rate of larvae of *Tylenchulus semipenetrans*. *Journal of Nematology* 6:60-62.
2. BARKER, K. R. y J. L. IMBRIANI. 1984. Nematode advisory programs status and prospects. *Plant Disease* 68:735-741.
3. BELLO, A., A. NAVAS y C. BELART. 1986. Nematodes of citrus groves in the Spanish Levante. Ecological study focused to their control. Pp. 211-226 en R. Cavalloro y E. Di Martino, eds. *Integrated Pest Control in Citrus Groves*. A. A. Balkema: Rotterdam, Boston.
4. BENZECRI, J. P. 1973. L'analyse des donnees, Tome 2: L'analyse de Correspondences. Dunod (2 ed., 1976): Paris.
5. BUTT, D. J. y D. ROYLE. 1974. Multiple regression analysis in the epidemiology of plant disease. Pp. 78-114 en J. Kranz, ed. *Epidemics of Plant Disease. Mathematical Analysis and Modeling*. Springer-Verlag: New York.

6. COHN, E., G. MINZ y S. P. MONSELINES. 1965. The distribution, ecology and pathogenicity of citrus nematode in Israel. *Israel Agricultural Research* 15:187-200.
7. COLEMAN, D. C. y P. F. HENDRIX. 1988. Agroecosystem processes. Pp. 149-170 *en* L. R. Pomeroy y J. J. Alberts, eds. *Concepts of Ecosystem Ecology*. Springer-Verlag: New York.
8. DAVIS, R. M. 1984. Distribution of *Tylenchulus semipenetrans* in Texas grapefruit orchard. *Journal of Nematology* 16:313-317.
9. DOYEN, J. T. y C. N. SLOBODCHIKOFF. 1984. Evolution of microgeographic races without isolation in a coastal dune beetle. *Journal of Biogeography* 11:13-25.
10. DUNCAN, L. 1986. The spatial distribution of citrus feeder roots and the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans*. *Revue de Nématologie* 9:233-240.
11. FERRIS, H. 1984. Probability range in damage predictions as related to sampling decisions. *Journal of Nematology* 16:246-251.
12. GONZALEZ SICILIA, E. 1968. El cultivo de los agrios. A. Bello, ed.: Valencia. 814 pp.
13. GROTH, J. V. y H. M. ALEXANDER. 1989. Genetic divergence in spatially separated pathogen populations. Pp. 165-181 *en* M. J. Jeger, ed. *Spatial Components of Plant Disease Epidemics*. Prentice-Hall (Advanced Reference Series): New Jersey.
14. HERNANDO, V., L. GIMENO, J. RODRIGUEZ y R. GONZALEZ PONCE. 1971. Estudio de los Suelos de Naranjos de Valencia y Castellón de la Plana. Caja Central de Castellón: Castellón. 185 pp.
15. HUSAIN, S. I., H. Y. MOHAMMAD y A. J. AL-ZARARI. 1981. Studies on the vertical distribution and seasonal fluctuation on the citrus nematode in Iraq. *Nematologia mediterranea* 9:7-19.
16. INSERRA, R. N., A. TIRRO, A. NUNCI-FORA y M. TROPEA. 1979. Response of "Troyer" citrange seedlings infested with *Tylenchulus semipenetrans* Cobb in three different soils. *Nematologia mediterranea* 7:37-44.
17. INSERRA, R. N., N. VOVLAS y J. H. O'BANNON. 1980. A classification of *Tylenchulus semipenetrans* biotypes. *Journal of Nematology* 12:283-287.
18. JEGER, M. J. 1983. Analysing epidemics in time and space. *Plant Pathology* 32:5-11.
19. JEGER, M. J. 1989. The spatial component of plant disease epidemics. Pp. 1-13 *en* M. J. Jeger, ed. *Spatial Components of Plant Disease Epidemics*. Prentice-Hall (Advanced Reference Series): New Jersey.
20. KAPLAN, D. T. y L. W. TIMMER. 1982. Effects of *Pratylenchus coffeae*-*Tylenchulus semipenetrans* interactions on nematode population dynamics in citrus. *Journal of Nematology* 14:368-373.
21. MACARON, J. 1972. Contribution a l'étude du nématode phytophage *Tylenchulus semipenetrans* Cobb, 1913 (*Nematoda: Tylenchida*). Morphométrie-Biologie-Cytologie de la Gametogénese. Etude du développement en relation avec les facteurs écologiques. Relations hôtes-parasites. Ph.D. Thesis, Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
22. NAVAS, A. 1984. Importancia de la estructura faunística en la caracterización ecológica de los nematodos fitoparásitos de la superfamilia Longidorioidea. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
23. NOE, J. P. y C. L. CAMPBELL. 1985. Spatial pattern analysis of plant-parasitic nematodes. *Journal of Nematology* 17:86-93.
24. O'BANNON, J. H. 1968. The influence of an organic soil amendment on infectivity and reproduction of *Tylenchulus semipenetrans* on two citrus rootstocks. *Phytopathology* 58:597-601.
25. O'BANNON, J. H., V. CHEW y A. TOMERLIN. 1977. Comparison of five populations of *Tylenchulus semipenetrans* to *Citrus*, *Poncirus* and their hybrids. *Journal of Nematology* 9:162-165.
26. REY, J. M., J. L. GONZALEZ REBOLLAR y A. BELLO. 1983. Estudio de la distribución de los nematodos parásitos de plantas por medios automáticos en España. Pp. 345-352 *en* SEF, ed. *Proceedings II Congreso Nacional de Fitopatología*. Servicio Central Publicaciones Gobierno Vasco: Vitoria.
27. THORPE, R. S. 1983. A review of the numerical methods for recognising and analysing racial differentiation. Pp. 402-423 *en* J. Felsestein, ed. *Numerical Taxonomy*. Proceedings of NATO Advanced Study Institute. Springer-Verlag: New York.
28. WARTENBERG, D. 1985. Canonical trend surface analysis: a method for describing geographic patterns. *Systematic Zoology* 34:259-279.

Recibido:

5.VIII.1991

Received:

Aceptado para publicación:

5.IX.1992

Accepted for publication: