

Patogenicidad del nematodo ectoparásito *Longidorus profundorum*, en cereales y leguminosas

M.^a FE ANDRÉS y M.^a ARIAS

Se estudia la patogenicidad de *Longidorus profundorum* en cereales y leguminosas. El experimento consistió en la plantación de semillas de trigo, cebada, veza y lenteja que se plantaron en pequeñas macetas de 5 cm. de diámetro, conteniendo arena fina esterilizada y bajo condiciones controladas (T. 22° C; RH=60 y I=3.000 lux). Cada plántula fue inoculada con 20 individuos adultos de *L. profundorum* y después de tres semanas se observó el efecto de la alimentación del nematodo en los sistemas radiculares de las plantas.

En las raíces de las plantas utilizadas en el experimento aparecieron síntomas, en forma de agallas apicales, como consecuencia del ataque del nematodo comprobándose estadísticamente que el trigo es la planta que resulta más dañada por la acción de *L. profundorum*.

Por último, se realiza un estudio histopatológico de las agallas radiculares con objeto de poder evaluar mejor el daño causado a la planta.

M.^a FE ANDRÉS y M.^a ARIAS. Instituto de Edafología y Biología Vegetal, C.S.I.C. Serrano, 115 dup. 28006-Madrid.

INTRODUCCION

Fue HORNER (1954), quien descubrió que los nematodos ectoparásitos del género *Longidorus* causaban daños directos en las raíces de las plantas. Posteriormente, el descubrimiento de que algunas especies de los géneros *Longidorus* y *Xiphinema* pueden transmitir virus vegetales fue un estímulo para que se iniciara una investigación más intensa de la patogenicidad de las especies de estos nematodos.

L. profundorum es la especie del género *Longidorus* que tiene una distribución más amplia en la España continental (ARIAS, 1977), teniendo especial importancia en las áreas cerealistas de la Región Central, donde se han encontrado poblaciones muy numerosas asociados a cultivos de cereales (trigo y cebada) y a las leguminosas utilizadas en los

sistemas de rotación empleados en la zona (ANDRÉS *et al.*, 1985).

Por todo ello, y teniendo en cuenta que hasta ahora no se han realizado trabajos sobre la patogenicidad de *L. profundorum* en sus posibles hospedadores, hemos considerado interesante determinar los efectos patológicos de esta especie en cereales y leguminosas, bajo condiciones controladas, así como estudiar la histopatología de las raíces parasitadas.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron plántulas de *Triticum aestivum* L. (trigo), *Hordeum vulgare* L. (cebada), *Vicia sativa* L. (veza) y *Lens* sp. (lenteja); de tres días de edad que se trasplantaron en pequeñas macetas de 5 cm. de diámetro,

conteniendo 10 cc. de arena fina esterilizada al vapor, obteniéndose cuatro réplicas de cada especie vegetal. Los nematodos para el inóculo fueron extraídos de suelo infestado por el método de FLEGG (1967), seleccionados bajo el estereomicroscopio y posteriormente se inocularon 20 adultos de *L. profundorum* en cada plántula, y éstas se introdujeron en una cámara de crecimiento bajo condiciones controladas (T=22°C; RH=60% y I=3.000 lux).

Al cabo de 3 semanas se examinaron las raíces de las plantas bajo el estereomicroscopio y se recontaron el número de raíces afectadas por agallas radicales.

Posteriormente, dichas agallas fueron fijadas en glutaraldehído al 3% y en acetato de uranilo 0,05 M., deshidratadas en una serie gradada de etanol y embebidas en medio Spurr's. Se realizaron secciones semifinas que fueron teñidas con azul de toluidina y observadas en el microscopio.

RESULTADOS

Tres semanas después de realizar el inóculo observamos que, como consecuencia de la alimentación de *L. profundorum*, apareció una serie de protuberancias o agallas

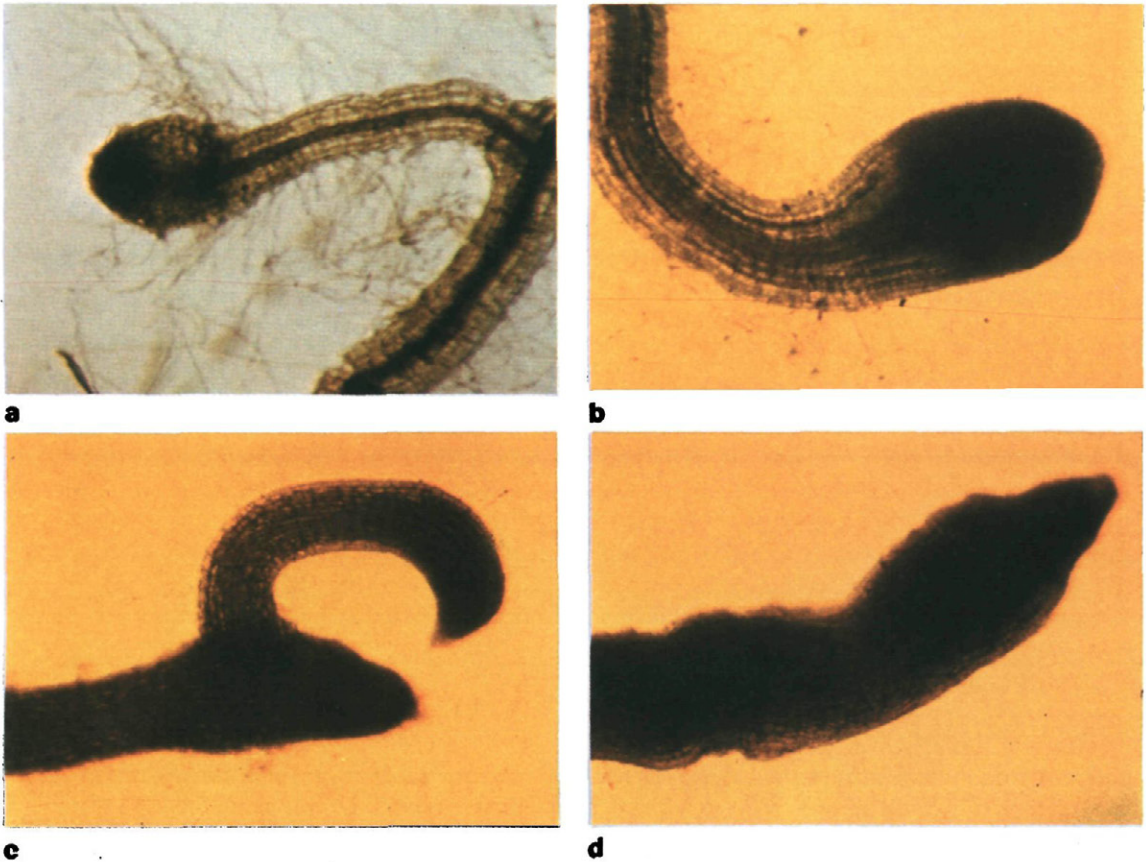


Fig. 1.—Agallas apicales producidas por *L. profundorum* en raíces de trigo (a), cebada (b), veza (c) y lenteja (d).

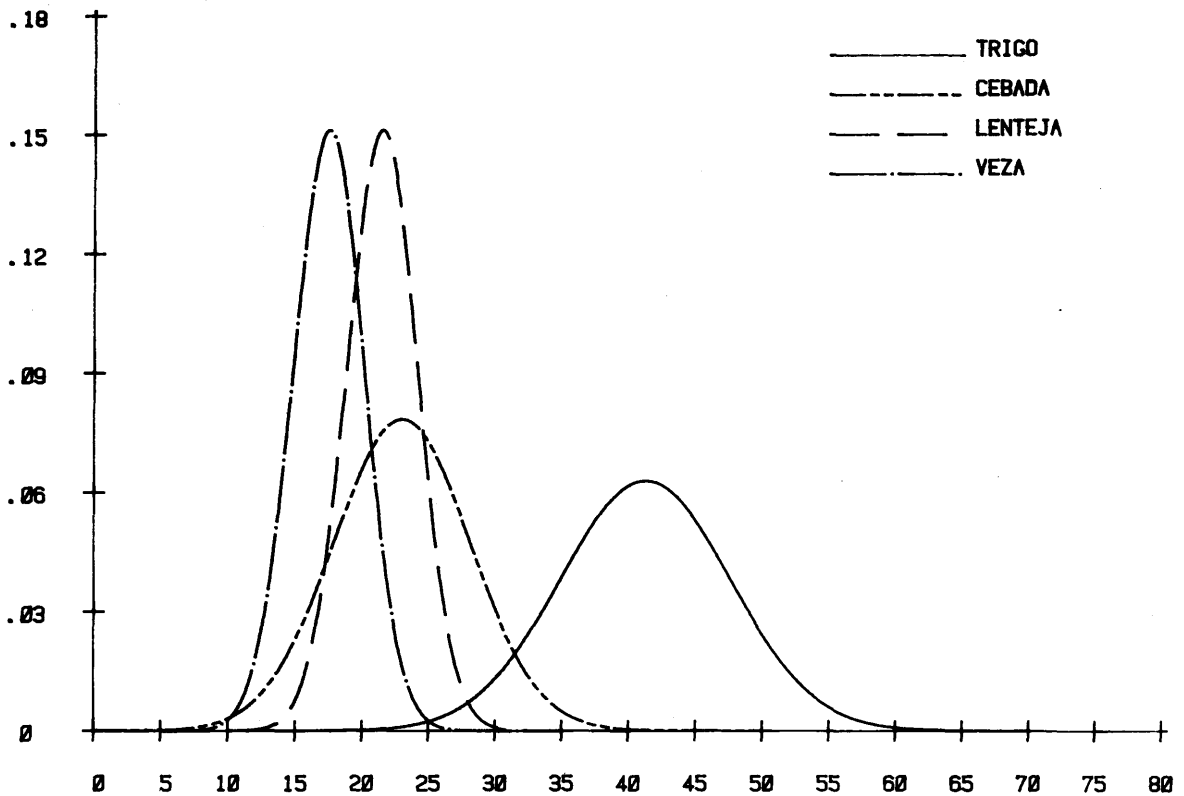


Fig. 2.—Distribución de frecuencias del número de agallas radiculares producidas en cada especie vegetal por el ataque de *L. profundorum*.

apicales, más frecuentes en las raíces secundarias, en los sistemas radiculares de las cuatro especies vegetales (fig. 1); en ocasiones era visible en dichas agallas una mancha necrótica, iniciada en el punto de inserción del estilete.

Sin embargo, al recontar el número de agallas producido en los sistemas radiculares de cada planta observamos que éste no es uniforme en todas ellas, lo que nos llevó a emplear el *test* estadístico de la *t* de Student, a fin de comprobar qué planta resultaba más dañada como consecuencia de la acción patógena del nematodo.

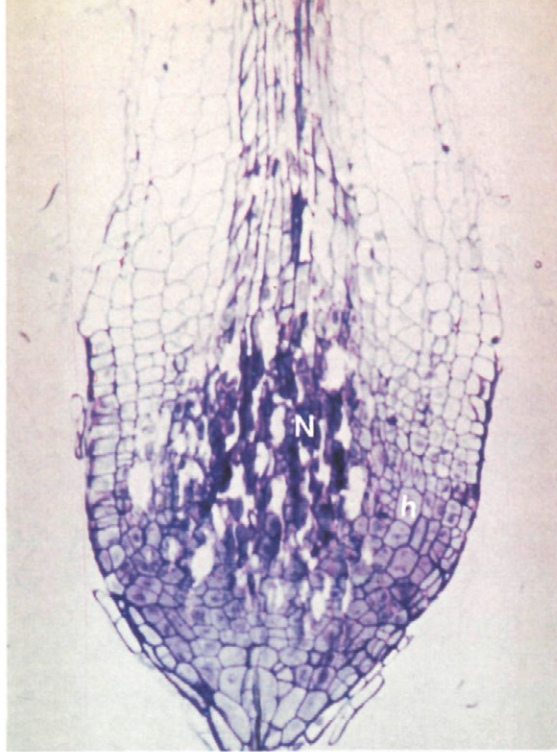
Los resultados de la aplicación de la *t* de Student fueron los siguientes:

Plantas	Valor de la <i>t</i>
Trigo-cebada	4,489**
Trigo-lenteja	4,75 **
Trigo-veza	6,91 ***
Cebada-lenteja	0,52
Cebada-veza	1,918
Lenteja-veza	1,39

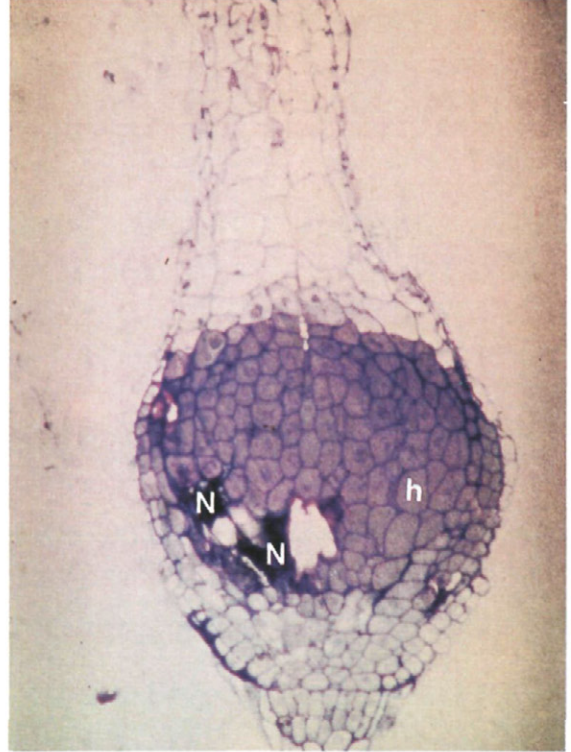
** Significación al 99%.

*** Significación al 99,9%.

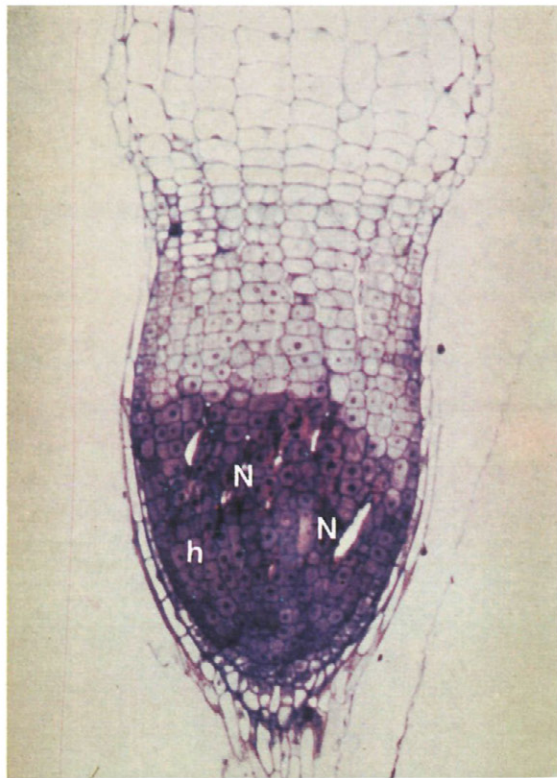
De los que se deduce que el trigo es la especie vegetal que presenta, significativamente, mayor número de agallas radiculares y, por tanto, resulta más afectada por el ataque de *L. profundorum*. Cabe destacar también los valores de la *t* para la veza



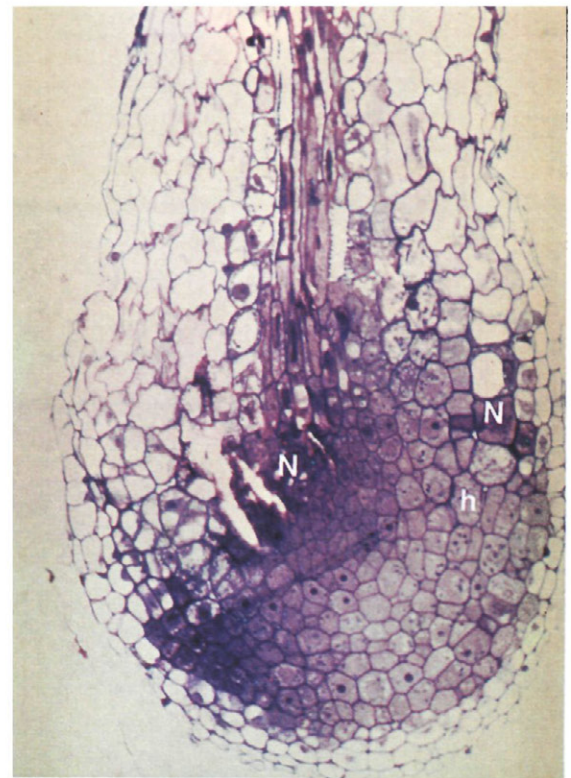
A



B



C



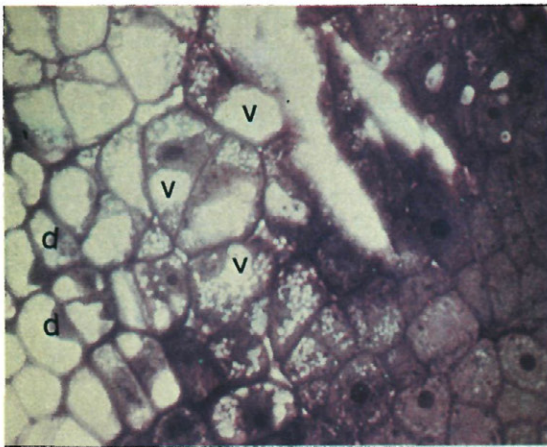
D

Fig. 3.—Secciones longitudinales semifinas de agallas apicales producidas por *L. profundorum* en trigo (A), cebada (B), veza (C) y lenteja (D) en una zona necrótica (N), rodeada por células hipertóficas (h).

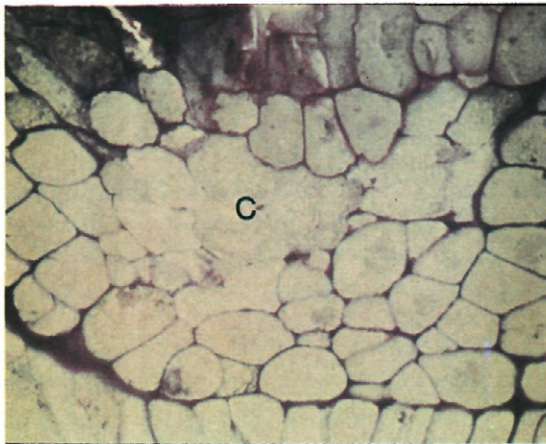
cuando la comparamos con la lenteja y cebada, que, aunque no alcanzan la significación, son relativamente altos y nos permiten intuir que la veza es la especie vegetal que resulta menos dañada por el nematodo (fig. 2).

En cuanto a la histopatología de las aga-

llas radicales producidas por *L. profundorum*, se observa en general graves alteraciones en la actividad meristemática, producidas fundamentalmente por la formación de una gran mancha necrótica a partir del punto de inserción del estilete (fig. 3). Se observa una maduración precoz de las células meristemáticas que comienza por un proceso activo de vacuolización y degradación del citoplasma (fig. 4a); en ocasiones estas células sufren una hidrolización progresiva hasta la desaparición total de sus paredes celulares, formándose una cavidad lisógena rellena de sustancias amorfa (fig. 4b), también se puede observar la presencia de células de mayor tamaño, hipertróficas, rodeando la zona necrótica (figs. 3 y 4). Estos procesos producen un colapso del crecimiento del ápice radical y, como consecuencia de ello pueden provocar la formación de raíces laterales (fig. 1c).



a



b

Fig. 4.—Detalles de las secciones longitudinales de agallas apicales: a) raíz de lenteja en la que se observa la maduración precoz de las células meristemáticas con la formación de vacuolas (V) y degradación citoplasmática (d). b) raíz de cebada en la que se ha producido un proceso de hidrolización de las paredes celulares, observándose una cavidad lisógena con sustancia amorfa en su interior (C).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los síntomas aparecidos en el sistema radicular de las especies vegetales utilizadas en este estudio experimental por la acción de *L. profundorum*, se ajustan a las normas de *L. profundorum*, se ajustan a las formas de parasitismo descritas por COHN (1975), y causados en la raíz por diferentes especies de *Longidorus*, tales como los de *L. elongatus* en frambuesa (McELROY, 1971), remolacha y zanahoria (WHITEHEAD *et al.*, 1971) y trébol (THOMAS, 1969); *L. africanus* en lechuga (RADEWALD *et al.* 1969); *L. attenuatus* en frambuesa (WYSS, 1970) y remolacha (WHITEHEAD *et al.*, 1970); *L. siddiqui* en viña (COHN, 1970); *L. cohni* en avena (COHN *et al.*, 1973); *L. vineacola* en cebolla y ajo (COHN *et al.*, 1971); *L. maximus* en cebolla (STURHAM, 1963); *L. apulus* en apio y achicoria (BLEVE-ZACHEO, *et al.*, 1977) y *L. caespeticola* en ryegrass y *Lolium perenne* (TOWLE, *et al.*, 1978). Evidentemente estos síntomas son el resultado directo de la ali-

mentación del nematodo, que causa el cese del crecimiento de las raíces y la formación de agallas apicales (COHN, 1970).

Sin embargo, no podemos afirmar que estas plantas sean hospedadores de *L. profundorum*, ya que según COHN (1975), la aparición de síntomas no son una evidencia suficiente del carácter hospedador de una planta, sino que además es necesario probar que el nematodo completa su ciclo vital en ella, pero la aparición en el campo de poblaciones numerosas del nematodo asociadas a estas especies vegetales indica, que al menos, alguna de ellas pueda ser un buen hospedador, a parte de que, dada la potencialidad de las especies de *Longidorus* para transmitir virus vegetales, su capacidad de alimentación es a veces más importante que su capacidad reproductora (COHN, 1975).

Por otro lado, encontramos que el trigo es la especie vegetal que presenta significativamente mayor número de agallas en su sistema radicular y que, por tanto, resulta más dañada por el ataque del nematodo y teniendo en cuenta que puede haber una relación directa entre el número de agallas y el número de nematodos que soporta el hospedador (FLEGG, *et al.*, 1970), y que la formación de agallas a veces es necesaria para el desarrollo y la producción de huevos por el nematodo (WYSS, 1978), podríamos considerar al trigo como un posible buen hospedador de *L. profundorum*. Aunque estadísticamente no hay significación, también se observa que en este experimento la veza es la planta que resulta menos dañada. Todo ello puede tener una gran importancia a la hora de utilizar la veza como alternativa al cultivo de trigo en los sistemas de rotación, que puede ser utilizada cuando se detectan poblaciones grandes de *L. profundorum*.

Respecto a la histopatología de las agallas producidas en las raíces por *L. profundorum*, la aparición de una zona necrótica que produce graves alteraciones en la actividad

meristemática así como la maduración precoz de las células en tejido vascular coincide ampliamente con lo observado por COHN *et al.* (1970), WYSS (1970), COHN (1975) y BLEVE-ZACHEO *et al.* (1977), en agallas radiculares de diversas plantas producidas por otras especies de *Longidorus*. La formación de cavidades lisógenas con material amorfo en su interior ha sido citada también por BLEVE-ZACHEO *et al.* (1977), en agallas de achicoria producidas por *L. apulus*. Sin embargo, no hemos detectado procesos de hiperplasia, tal y como describen COHN *et al.* (1970), en agallas de vid y caléndula producidas por *L. africanus*, y los encontrados por BLEVE-ZACHEO *et al.* (1977), en agallas de achicoria producidas por *L. apulus*; aunque BLEVE-ZACHEO *et al.* (1977) y WYSS (1980) señalan también la ausencia de hiperplasia en agallas de apio producidas por *L. apulus* y de *Lolium perenne* por *L. elongatus*, respectivamente.

La formación de células hipertróficas rodeando la zona necrótica es un proceso ampliamente descrito (COHN *et al.*, 1970; WYSS, 1970; COHN, 1975; BLEVE-ZACHEO *et al.*, 1977 y WYSS, 1980), la función de estas células no está muy clara aunque BLEVE-ZACHEO *et al.* (1979), sugieren que podría tener una doble función:

a) Impedir la extensión de área necrótica producida en el punto de alimentación del nematodo al resto de la raíz, por mecanismos tales como el engrosamiento de las paredes celulares, depósito de material denso y alteración del citoplasma.

b) Mantener y mejorar el transporte de metabolitos célula a célula cuando el tejido meristemático de las raíces atacadas por el nematodo está inactivado y necrotizado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Bello sus observaciones y ayuda en la realización del trabajo, así como a los Dres. Muñiz y Rey por su asesoramiento en el estudio estadístico.

ABSTRACT

ANDRÉS, M. F. y ARIAS, M.: Patogenicidad del nematodo ectoparásito *Longidorus profundorum* en cereales y leguminosas. *Bol. Serv. Plagas*, 11: 37-43.

A study on the pathogenicity of *Longidorus profundorum* on some cereal and leguminous species was carried out. The experiment consisted of growing the seed of wheat, barley, vetch and lentil in 5 cm. diameter, pots in sterilized sand, kept under controlled conditions (T=22° C, RH=60% and I=3.000 lux). Every seedling was inoculated with 20 adult specimens of *L. profundorum* and after three weeks the effect of nematode feeding on their root was observed.

Symptoms have been observed in the four different plants used in the experiment. These symptoms are the formation of apical galls because the nematode feeding. It has been statistically proved that wheat is the most damage planta by the activity of *L. profundorum*.

Finally an histopathological study of the apical galls have been carried out in order to evaluate the damage to the plants.

REFERENCIAS

- ANDRÉS, M. F. y BELLO, A., 1985: Influencia del suelo y métodos de cultivo sobre *L. profundorum*, nematodo fitoparásito de interés en las áreas cerealistas de la Región Central. *An. Edad. y Agrob.*
- ARIAS, M., 1977: Distribución del género *Longidorus* (Micoletzky, 1922) Filipjev (Nematoda; Dorylaimida) en España. *Nematol. medit.*, 5: 45-50.
- BLEVE-ZACHEO, T., ZACHEO, C. and LAMBERTI, F., 1977: Reazioni istologiche ed istochimiche indotte da *L. apulus* in radici di sedano e cicoria. *Nematol. medit.*, 5: 85-92.
- BLEVE-ZACHEO, T., ZACHEO, G., LAMBERTI, F. and ARRAGONI, O., 1979: Cell wall protusions and associated membranes in roots parasited by *L. apulus*. *Nematologica*, 25: 62-66.
- COHN, E., 1970: Observations of the feeding and symptomatology of *Xiphinema* and *Longidorus* on selected host roots. *J. Nematol.*, 2: 167-173.
- COHN, E., 1975: Relations between *Xiphinema* and *Longidorus* and their host plants. In: Lamberti, F., Taylor, C. E. and Seinhorst, J. W. (Edits.). *Nematodes vectors in plant viruses*. 365-386.
- COHN, E. and AUSER, R., 1971: Seasonal occurrence of *L. vineacola* on celery in Israel and its control. *Israel J. agr. Res.*, 21: 23-25.
- COHN, E. and AUSER, R., 1973: *L. cohnii* and *Heterodera latipons* economic nematode pest of oats in Israel. *Pl. Dis. Repr.*, 50: 711-712.
- FLEGG, J. J. M., 1967: Extraction of *Xiphinema* and *Longidorus* sp. from soil by a modification of Cobb's decanting and sieving technique. *Ann. apl. Biol.*, 60: 429-437.
- FLEGG, J. J. M., 1970: The reproductive potential of *Xiphinema diversicaudatum* on strawberry. *Nematologica*, 16: 398-402.
- HORNER, C. E., 1975: Control peppermint diseases. *Station Bulletin. Oregon Agricultural Experiment Station*, 547. 14 pp.
- McELROY, F. P., 1971: *L. elongatus* damaging strawberry in British Columbia. *Pl. Dis. Repr.*, 55: 266-267.
- RADEWALD, J. D., OSGOOD, J. W., MAYBERRY, K. S., PAULUS, A. O. and SHIBUYA, F., 1969: *L. africanus*, a pathogen of head lettuce in the Imperial Valley of Southern California. *Pl. Dis. Repr.*, 53: 381-384.
- STURHAM, D., 1963: Der pflanzenparasitische Nematode *L. maximus*, seine Biologie un ökologie, mit Untersuchungen uand *L. elongatus* und *X. diversicaudatum*. *Z. angew. Zool.*, 50: 129-193.
- THOMAS, P. R., 1969: Crop and weed plants compared as host of viruliferous *L. elongatus* (de Man). *Pl. Path.*, 18: 23-48.
- TOWLE, A. and DONCASTER, C. C., 1973: Feeding of *L. caespiticola* on rye-grass, *Lolium perenne*. *Nematologica*, 24: 277-285.
- WHITEHEAD, A. G., DUNNING, R. A. and COOKE, D. A., 1971: Docking disorder and root ectoparasitic nematodes of sugar beet. *Rep. Rothamsted Exp. Sta. 1970*, 219-236.
- WHITEHEAD, A. G. and HOOPER, D. J., 1970: Needle nematodes (*Longidorus* spp.) and stubby-root nematodes (*Trichodorus* spp.) harmful to sugar beet and other field crops in England. *Ann. appl. Biol.*, 65: 339-350.
- WYSS, U., 1970: Parasitierungsvorgang und Pathogenität wandernder wurzelnematoden an *Fragaria vesca* var. *semperflorans*. *Nematologica*, 16: 55-62.
- WYSS, U., 1978: Root and cell responses to feeding by *Xiphinema index*. *Nematologica*, 24: 159-166.
- WYSS, U., 1980: Ultrastructure of modified root-tip cells in *Ficus carica*, induced by the ectoparasitic nematode *Xiphinema index*. *J. Cell. Sci.*, 41: 193-208.