

# CONTROL de NEMATODOS en VIVEROS de OLIVO en la AGRICULTURA SOSTENIBLE

P. CASTILLO<sup>1</sup>, A.I. NICO<sup>1</sup> y R.M. JIMÉNEZ-DÍAZ<sup>1,2</sup>

Científico Titular, Becario Postdoctoral y Catedrático de Patología Vegetal

(1) Instituto de Agricultura Sostenible, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IAS-CSIC), Córdoba.

(2) Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Córdoba, Córdoba.

## Resumen

Se evaluó el potencial de la solarización para el control de *Meloidogyne incognita* en sustratos viverísticos de olivo apilados en montículos durante 1999 y 2000 en Córdoba. La solarización redujo significativamente el porcentaje de eclosión del nematodo, por encima del 95% comparado con los sustratos no solarizados. Sin embargo, en todos los casos, la eclosión de huevos del nematodo en las muestras solarizadas fue significativamente inferior a la eclosión en las muestras no solarizadas, independientemente del tipo de sustrato, profundidad y localización del inóculo en el montículo. El bioensayo con plantas de tomate confirmó la reducción en infectividad de los huevos libres del nematodo sometidos a solarización.

Análogamente, en condiciones controladas se estudió el uso potencial del compost de corcho como enmienda de suelo para controlar *M. incognita* en sustratos viverísticos de olivo. La enmienda de suelo con diversas proporciones de compost de corcho (0, 25, 50, 75 o 100%) redujo significativamente la población final del nematodo, y dicha reducción se ajustó a un modelo exponencial negativo en función de la proporción de enmienda utilizada.

**Palabras clave:** Compost de corcho, Control sostenible, Enmiendas orgánicas, *Meloidogyne incognita*, Solarización.

## Abstract

**Nematode control in olive nurseries in sustainable agriculture.** The potential of solarization for the control of *Meloidogyne incognita* in piled soil used in olive nurseries at Córdoba was studied in 1999 and 2000. Solarization reduced the percentage egg hatch by > 95% compared with nonsolarized samples. Moreover, in all cases, egg hatch from samples in solarized piles was significantly lower than that from nonsolarized piles, irrespective of type, burial depth, and location of inocula in a soil pile. A bioassay in tomato plants confirmed the reduction in infectivity of free eggs buried in soil piles solarized.

Similarly, the potential use of dry-cork compost as soil amendment to control *M. incognita* infesting soil used in olive nurseries was evaluated under controlled conditions. Amending soil with several rates of dry-cork compost (0, 25, 50, 75 or 100%) reduced significantly final population of *M. incognita* in olive plants. The final nematode population was reduced exponentially with increasing in amendment rate.

**Key words:** Dry-cork compost, Organic amendments, *Meloidogyne incognita*, Solarization, Sustainable Agriculture.

## Introducción

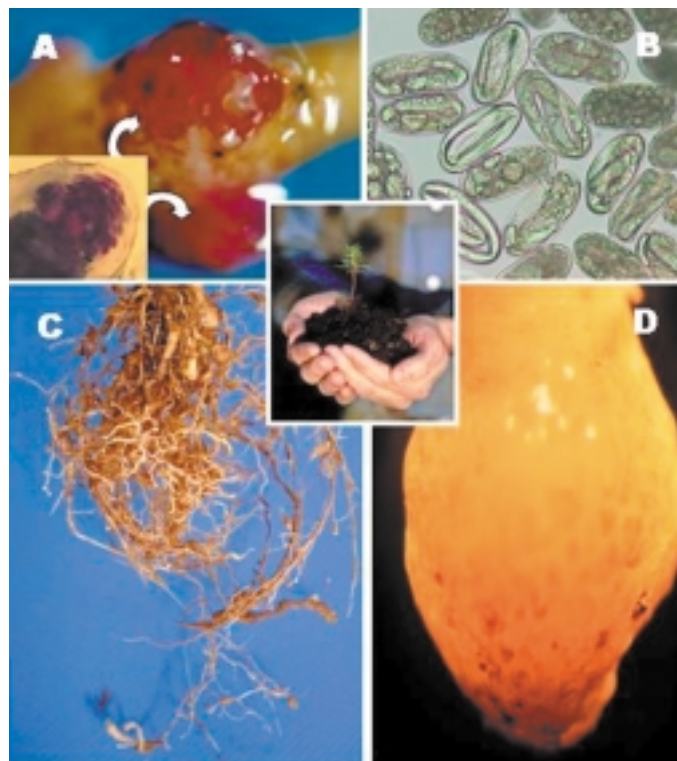
Los nematodos fitoparásitos están ampliamente distribuidos en suelos naturales y cultivados de todas las regiones del mundo. De hecho, cualquier planta cultivada puede sufrir un perjuicio importante en su crecimiento cuando existen elevadas densidades de población de estos microorganismos en suelo y/o raíces de sus huéspedes (WEBSTER, 1987). El uso de material de plantación libre de patógenos es una medida clave para el manejo de enfermedades que afectan a frutales propagados vegetativamente, tales como el olivo (*Olea europaea* L.). La producción de

plantones de olivo sanos implica la utilización de tejido vegetal y sustratos de crecimiento libres de patógenos de suelo. En Andalucía, el uso de plantones homogéneos producidos mediante el enraizamiento de estaquillas semileñosas por nebulización (CABALLERO y DEL RÍO, 1999) ha facilitado un notable incremento de las nuevas plantaciones de olivar en la última década. En la actualidad, la superficie cultivada de olivo en Andalucía supera el millón de hectáreas (BARRANCO, 1999), lo que hace a esta comunidad la principal zona olivarera de España, que a su vez es el principal país productor en todo el mundo (FAO, 2002).

En Andalucía, la producción comercial de plantones de olivo implica el crecimiento

de éstos en bolsas de plástico de 2 o 3 L de suelo durante varios meses. Estos sustratos están constituidos por suelos arenosos de origen aluvial o suelos arcillosos de campos cultivados; en ambos casos, estos sustratos pueden estar infestados por patógenos de suelo, incluyendo nematodos fitoparásitos (NICO *et al.*, 2002). En las prospecciones recientemente realizadas se identificaron infestaciones por diversos nematodos fitoparásitos, i.e., nematodos anillados (*Mesocriconema xenoplax*), noduladores (*Meloidogyne* spp.), y lesionadores de raíz (*Pratylenchus* spp.) (NICO *et al.*, 2002). La infección de olivo por nematodos noduladores y lesionadores de raíz en diversos países olivareros reduce el

crecimiento y vigor de la planta (ABRANTES *et al.*, 1992; LAMBERTI y BAINES, 1969, NICO *et al.*, 2003). Por otra parte, en ciertos países donde el cultivo del olivo es emergente (i.e., Argentina, Chile y Perú) y se realiza frecuentemente en suelos de textura gruesa, se han diagnosticado infestaciones por nematodos fitoparásitos que están originando perjuicios graves en el establecimiento de las plantaciones, que obligan a la reposición de marras o determinan serios retrasos en la entrada de aquéllas en plena producción (CONDORÍ TINTAYA, 1987; DOUCET *et al.*, 1997). Por tanto, en el sistema de producción de plántones de olivo el sustrato utilizado en la fase de crianza debería ser analizado y desinfectado antes de su uso.



1.- **A:** Masas de huevos. **B:** huevos libres. **C:** Sistema radical de un plánton de olivo severamente infectado por el nematodo nodulador *Meloidogyne incognita*. **D:** Detalle de un nódulo apical (Fuente: CASTILLO, *et al.*, 2003).

Por todo ello, este trabajo se ha planteado con el objetivo de evaluar la eficacia de estrategias de control para la desinfestación de sustratos de uso viverístico que sean respetuosas con las exigencias de la Agricultura Sostenible, incluyendo la solarización y la adición de enmiendas orgánicas.

## Control de nematodos en olivo

Se conoce con el nombre de “exclusión” la estrategia de control de enfermedades de plantas que tiene como objetivo evitar que un patógeno inexistente en un área de cultivo acceda a la misma. En la secuencia de actuaciones para el manejo de los nematodos fitoparásitos, la exclusión del inóculo es la primera estrategia de aplicación, ya que es más fácil prevenir la infestación de los suelos agrícolas con nematodos que la erradicación de ellos y su manejo posterior (THOMASON y CASWELL, 1987). La aplicación práctica de la estrategia de exclusión por parte del olivicultor implica el suministro de plantas de vivero con un

nivel nulo o muy bajo de infestación nematológica. Para garantizar esta posibilidad, resultan requisitos indispensables la generación y desarrollo de medidas eficientes de control de nematodos que puedan ser puestas a disposición de los viveristas.

Las medidas de exclusión aplicables en viveros de olivo incluyen evitar que los nematodos fitoparásitos accedan al sistema de propagación constituido por la raíz y la rizosfera de los plántones, a través del agua de riego, suelo o sustrato. Este principio básico es el que se ha aplicado con éxito en el programa de recuperación de las plantaciones de cítricos infectadas por nematodos en Florida (ESSER *et al.*, 1988). Sin embargo, cuando las condiciones de trabajo impiden al viverista la elección de fuentes garantizadas para el abastecimiento de sustrato de propagación, es necesario efectuar sobre el mismo prácticas de saneamiento (desinfestación) que aseguren la eliminación en la mayor extensión posible de las formas infectivas presentes de los nematodos considerados de riesgo. En este trabajo se han evaluado dos prácticas de

saneamiento de sustratos de uso viverístico acomodadas a las exigencias de la Agricultura Sostenible: la solarización y el uso de enmiendas orgánicas.

## Solarización

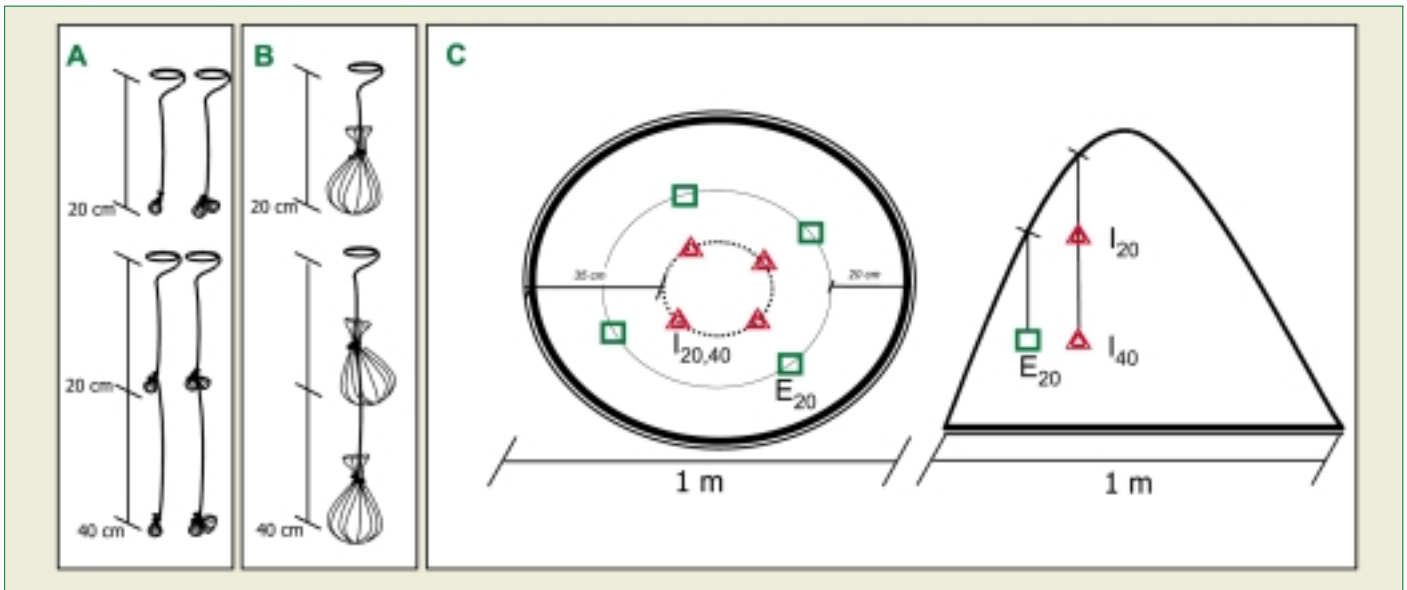
La solarización del suelo, un proceso hidrotérmico de desinfestación de suelos mediante el calor solar retenido bajo una película de plástico transparente (KATAN, 1981), ha controlado con éxito varios patógenos de suelo incluyendo hongos (KATAN, 1980), bacterias (RAIO *et al.*, 1997), y nematodos fitoparásitos (STAPLETON y HEALD, 1991). Generalmente, la solarización del suelo se practica cubriendo el suelo agrícola finalmente labrado y humectado con una película de plástico transparente. Sin embargo, la solarización

de pequeños montículos o pequeños volúmenes de sustrato viverístico apilado (*ex situ*) para usarlo en la fase de crianza representa una nueva aproximación para el manejo de patógenos de suelo (STAPLETON *et al.*, 1999). No obstante, la eficacia de este uso especial de la solarización para el control de patógenos de suelo, particularmente nematodos fitoparásitos, necesita ser previamente evaluada debido a que la desinfestación que se alcanza durante el proceso puede ser incompleta en capas de suelo profundas o en las zonas más sombreadas del sustrato apilado. Además, algunos nematodos como *Meloidogyne* spp. se han citado como parcialmente termotolerantes y difíciles de controlar mediante solarización del suelo (KATAN, 1987). La matriz gelatinosa de las masas de huevos de *Meloidogyne*, que previene a los huevos de la desecación (ORION, 1995), constituye además una protección frente a la inactivación térmica por elevadas temperaturas.

La eficiencia potencial de la solarización para el control del nematodo

FIGURA 1

A, B, Bolsas de nylon (5 µm de malla) conteniendo el inóculo de *Meloidogyne incognita* sometido a solarización en montículos de sustrato viverístico de olivo siguiendo el esquema detallado en C



Fuente: CASTILLO, et al., 2003.

nodulador *Meloidogyne incognita* en sustratos de uso viverístico apilados se determinó en experimentos realizados en Córdoba durante 1999 y 2000. Para ello, los sustratos previamente humectados y dispuestos en montículos de 80 cm de altura, se cubrieron con plástico transparente de 50 µm de grosor durante 3 semanas. El inóculo

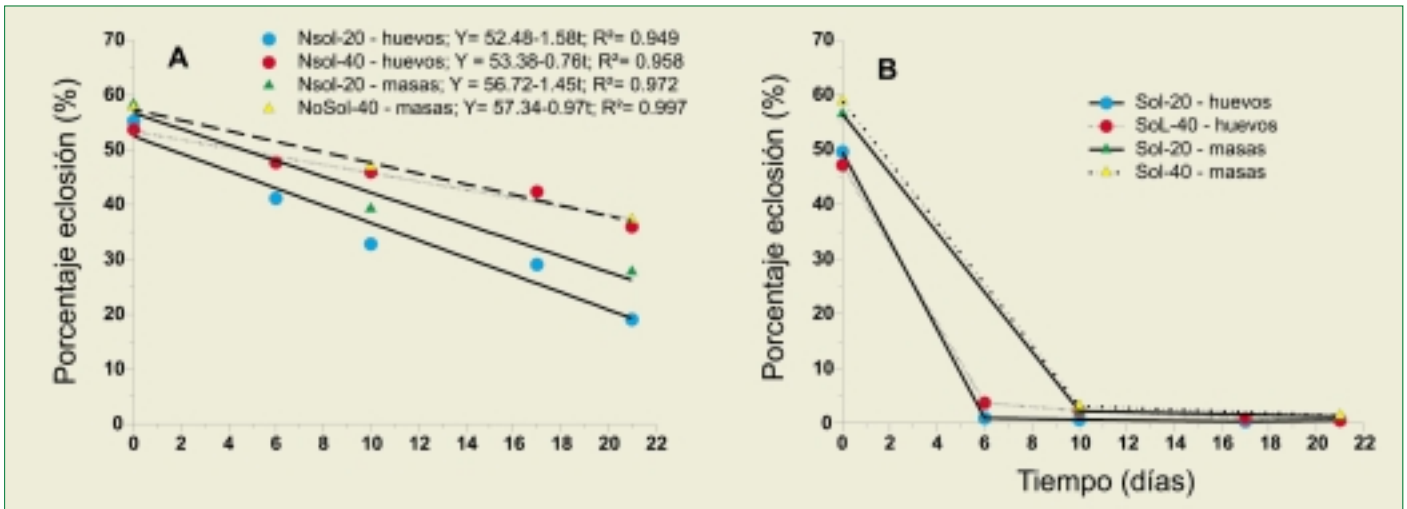
estuvo constituido por huevos libres o masas de huevos del nematodo (Foto 1) contenidos en bolsas de nylon de 5 µm de luz de malla, que se introdujeron a una profundidad de 20 y 40 cm en el montículo (Figura 1). La eficacia del tratamiento se evaluó mediante bioensayos de la capacidad de eclosión de los huevos, así como mediante la infectividad de dicho inóculo

en plantas de tomate susceptible, después de diferentes períodos de solarización.

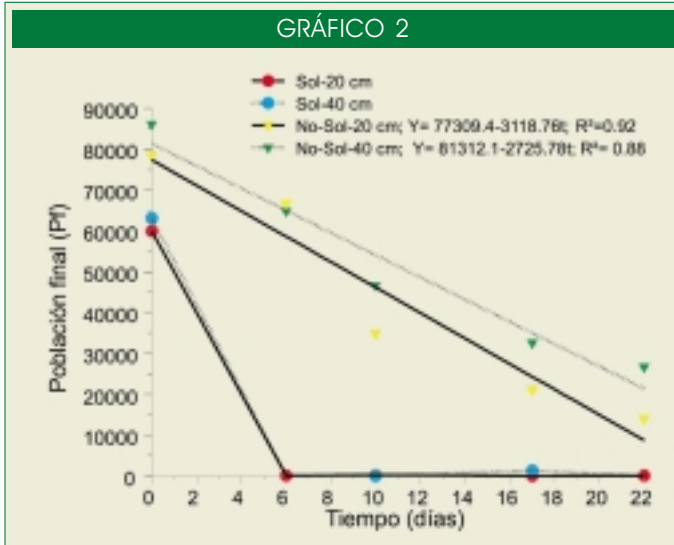
Los experimentos realizados indicaron que, en ausencia de solarización, la exposición del sustrato en las condiciones del experimento redujo el porcentaje de eclosión hasta en un 58% respecto del estado inicial del inóculo (Gráfico 1a). Sin em-

GRÁFICO 1

A, Regresión lineal del porcentaje de eclosión de huevos de *Meloidogyne incognita* en muestras no solarizadas y colocadas a 20 y 40 cm de profundidad en el montículo. B, Porcentaje de eclosión de huevos de *Meloidogyne incognita* en muestras solarizadas y colocadas a 20 y 40 cm de profundidad en el montículo



Fuente: CASTILLO, et al., 2003.



Fuente: CASTILLO, et al., 2003.

◁ Población final (Pf) de *Meloidogyne incognita* en plantas de tomate susceptible trasplantadas a muestras de sustrato viverístico de olivo solarizadas y no solarizadas (rectas de regresión) y colocadas a 20 y 40 cm de profundidad.

infectividad del inóculo en el sustrato solarizado respecto del no solarizado en una extensión similar al año anterior (Gráfico 2).

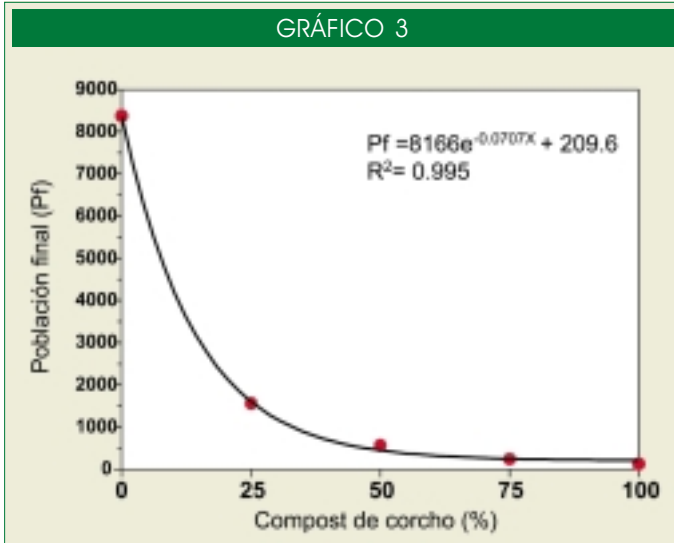
### Enmiendas Orgánicas

La utilización de enmiendas orgánicas ha sido reconocida como una estrategia de gran utilidad para el control de diversos patógenos de suelo (HOITINK y BOEHM, 1999), y especialmente aquellas enmiendas que contienen un elevado contenido en nitrógeno han demostrado presentar un efecto nematicida significativo (RODRÍGUEZ KABANA *et al.*, 1987). Un objetivo en nuestros estudios fue determinar el uso potencial de enmiendas orgánicas compostadas de restos de corcho para el control de *M. incognita* en plántones de olivo. Para ello, el sustrato viverístico utilizado en la fase de crianza de los plántones se mezcló con compost de corcho (elaborado en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Sevilla) en diversas proporciones (0, 25, 50, 75 y 100% v/v), y dicha mezcla se infestó artificialmente con

bargo, la solarización de los sustratos redujo el porcentaje de eclosión de huevos en más del 95% respecto de los testigos no solarizados (Gráfico 1b). Este efecto fue consistente en los 2 años de experimentos y resultó independiente del tipo de sustra-

to utilizado, profundidad de enterrado (20 o 40 cm) y localización del inóculo (interna o externa en el montículo) (Figura 1). Asimismo, el bioensayo con tomate susceptible confirmó la reducción de la población final del nematodo, y por tanto la

GRÁFICO 3



Fuente: CASTILLO, et al., 2003. Cada punto representa la media de 14 repeticiones, y la línea representa la función estimada calculada mediante el modelo exponencial negativo expandido.

10.000 huevos y juveniles de *M. incognita*. Al final del experimento se evaluó la población final del nematodo en cada uno de los sustratos con las diferentes proporciones de compost.

Los resultados indicaron que la población final viable e infectiva del nematodo se redujo significativamente respecto de los controles sin enmendar (Gráfico 3). Dicha reducción de la población del nematodo se ajustó a un modelo exponencial negativo en función de la proporción de compost en la mezcla y fue superior al 95% con proporciones de compost en el sustrato superiores al 75% (Gráfico 3). Por tanto, nuestros resultados indican que la adición de enmiendas compostadas de corcho a los sustratos de uso viverístico en olivo pueden conferir supresividad a los mismos frente a las infestaciones por nematodos noduladores.

En conclusión, los plantones de olivo infectados por nematodos fitoparásitos constituyen un medio apropiado para la dispersión de estos agentes a nuevas áreas de cultivo. Las dos estrategias de desinfección de sustratos de propagación de olivo evaluadas en el presente trabajo muestran cierta eficiencia como medidas de control del nematodo nodulador *Meloidogyne incognita* y, dado que en ambos casos no se logra una completa erradicación del patógeno, ambas estrategias pueden complementarse mutuamente.

## Agradecimientos

Los autores son miembros del Grupo de Investigación AGR 136 "Sanidad Vegetal" del Plan Andaluz de Investigación. Las investigaciones de dichos autores referidas en este trabajo han sido cofinanciadas por los proyectos CAO99-010-C3-01 subvencionado por el Instituto Nacional de Tecnologías Agroalimentarias (INIA), y 1FD97-1322-C04-02 subvencionado por el Programa FEDER-CICYT.

## Bibliografía

- ABRANTES, I. M.; VOVLAS, N.; SANTOS, M. S. N. (1992). Host-parasite relationships of *Meloidogyne javanica* and *M. lusitanica* with *Olea europaea*. *Nematologica* 38: 320-327.
- BARRANCO, D. (1999). Variedades y patrones. En: BARRANCO, D., FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L. eds. *El Cultivo del Olivo*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 63-89.
- CABALLERO, J. M.; DEL RÍO, C. (1999). Métodos de multiplicación. En: BARRANCO D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L. eds. *El Cultivo del Olivo*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 91-115.
- CONDORÍ TINTAYA, F. (1987). Métodos y técnicas de evaluación empleadas en control químico y biológico del nematodo del nódulo de la raíz *Meloidogyne incognita* en el cultivo del olivo, departamento de Tacna. Informe de prácticas profesionales para optar al grado de Bachiller en Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú. 25 pp.
- DOUCET, M. E.; PONCE DE LEON, E. L.; POLONI, N. (1997). Alteraciones histológicas inducidas por *Meloidogyne incognita* en raíces de olivo en Catamarca, Argentina.

◀ Relación entre la proporción (0, 25, 50, 75, 100%) de compost de corcho añadido al sustrato viverístico de olivo y la población final (Pf) de *Meloidogyne incognita* en plantones de olivo cv. Picual.

- Nematol. medit. 25: 275-277.
- ESSER, J. H.; O'BANNON, J. H.; RIHERD, C. C. (1988). The citrus nursery site approval for burrowing nematode and its beneficial effect on the citrus industry of Florida. *Bull. OEPP/EPPO Bull.* 18:579-586.
- FAO (2002). Faostat Database Collections <http://apps.fao.org/page/collections>.
- HOITINK, H. A. J.; BOEHM, M. J. (1999). Biocontrol within the context of soil microbial communities: A substrate-dependent phenomenon. *Annu. Rev. Phytopathol.* 37: 427-446.
- KATAN J. (1980). Solar pasteurization of soils for disease control: Status and prospects. *Plant Dis.* 64: 450-4.
- KATAN J. (1981). Solar heating (solarization) of the soil for control of soilborne pests. *Annu. Rev. Phytopathol.* 19: 211-36.
- KATAN J. (1987). Soil solarization. In: CHET, I. ed. *Innovative approaches to plant disease control*. New York, USA: John Wiley & Sons, 77-105.
- LAMBERTI, F.; BAINES, R. C. (1969). Pathogenicity of four species of *Meloidogyne* on three varieties of olive trees. *J. Nematol.* 1: 111-115.
- NICO, A. I.; JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M.; CASTILLO, P. (2003). Host suitability of the olive cultivars Arbequina and Picual for plant parasitic nematodes. *J. Nematol.* 35, 29-34.
- NICO, A. I.; RAPOPORT, H. F.; JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M.; CASTILLO, P. (2002). Incidence and population density of plant-parasitic nematodes associated with olive planting stocks at nurseries in southern Spain. *Plant Dis.* 86: 1075-1079.
- ORION, D. (1995). Structure and function of the root-knot (*Meloidogyne* spp.) gelatinous matrix. *Nematologica* 41: 395-397.
- RAIO, A.; ZOINA, A.; MOORE, L. W.; (1997). The effect of solar heating of soil on natural and inoculated agrobacteria. *Plant Pathol.* 46: 320-328.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; MORGAN-JONES, G.; CHET, I. (1987). Biological control of nematodes: Soil amendments and microbial antagonists. *Plant Soil* 100: 237-247.
- STAPLETON, J. J.; FERGUSON, L.; MCKENRY, M. V.; DOUGHERTY, D. S.; STAPLETON, S. C. (1999). Using solarization to disinfest soil for olive nursery production. In: Metzidakis IT, Voyiatzis DG, eds. *Proceedings of III Congress of the International Society of Horticultural Sciences, International Symposium on Olive Growing*. Leuven, Belgium: International Society of Horticultural Sciences, 589-91.
- STAPLETON, J. J.; HEALD, C. M. (1991). Management of phytoparasitic nematodes by soil solarization. In: KATAN J.; DEVAY, J. E. eds. *Soil Solarization*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 51-9.
- THOMASON, I. J.; CASWELL, E. P. (1987). Principles of nematode control. In: *Principles and Practice of Nematode Control in Crops*. BROWN, R. H.; KERRY, B. R. eds. Sidney, Academic Press, 87-130.
- WEBSTER, J. M. (1987). Introduction. In: *Principles and Practice of Nematode Control in Crops*. BROWN, R. H. and KERRY, B. R. eds. Sidney, Academic Press, 1-11.