

# ENMIENDAS ORGÁNICAS FRENTE A NEMATODOS: *una estrategia eficaz para mejorar la producción de pepino*

La restricción de los nematicidas fumigantes químicos ha obligado a replantear el manejo de los nematodos del suelo en horticultura. El abonado de fondo con enmiendas orgánicas reduce el impacto de las enfermedades causadas por nematodos, mejora la productividad del pepino y favorece unos suelos más sanos y funcionales.

MARÍA DOLORES VELA DELGADO<sup>1</sup>, JORGE GUTIERREZ HARANA<sup>1</sup>, MIGUEL FRANCISCO TALAVERA RUBIA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IFAPA, Centro Rancho de la Merced. Jerez de la Frontera y sede Chipiona (Cádiz)

<sup>2</sup>IFAPA, Centro Alameda del Obispo. Córdoba (Córdoba)



## Los nematodos, un problema persistente en los suelos hortícolas

Los nematodos formadores de agallas del género *Meloidogyne* constituyen uno de los principales problemas fitosanitarios en cultivos hortícolas bajo invernadero. Al parasitar las raíces, provocan deformaciones que dificultan la absorción de agua y nutrientes, reduciendo el vigor de las plantas y limitando los rendimientos (**Foto 1**). En el caso del pepino, uno de los cultivos más sensibles, incluso infestaciones del suelo moderadas pueden traducirse en pérdidas económicas importantes.

Durante años, el control de estos nematodos se ha basado en tratamientos químicos de desinfección del suelo. Sin embargo, la prohibición de la mayoría de los nematicidas fumigantes en la Unión Europea ha obligado al sector a replantear sus estrategias de manejo. Hoy en día, el agricultor debe apostar por soluciones integradas que combinen nutrición, manejo del suelo y sanidad vegetal.

## Las enmiendas orgánicas: más allá de la fertilización

Las enmiendas orgánicas (estiércoles frescos, compostados o peletizados) se han utilizado tradicionalmente para mejorar la fertilidad del suelo. Aportan materia orgánica, mejoran su estructura y estimulan la actividad microbiana. Sin embargo, su interés va más allá del aspecto nutricional, ya que durante su descomposición liberan compuestos nematicidas como amonio, ácidos orgánicos o fenoles que favorecen el desarrollo de microorganismos antagonistas y mejoran el estado nutricional de la planta, aumentando su capacidad para tolerar la infestación por nematodos.

El estudio que se resume en este artículo analizó si estos efectos podían traducirse en una reducción real de la enfermedad causada por nematodos en un cultivo comercial de

pepino, sin recurrir a desinfección previa del suelo (Lillo y col., 2025).

## Ensayo en invernadero: condiciones reales de producción

El trabajo se desarrolló en un invernadero del sur de España, en un suelo arenoso-limoso con infestación natural de *Meloidogyne incognita* (100 J2 por 250 cm<sup>3</sup> de suelo), sin realizar desinfección previa. Se compararon seis sistemas de abonado de fondo:

- Estiércol de vaca fresco.
- Estiércol de vaca compostado.
- Estiércol de pollo fresco.

- Estiércol de pollo peletizado.
- Fertilizante mineral de liberación lenta.
- Fertilizante mineral de liberación rápida (manejo convencional).

Todos los tratamientos aportaron la misma cantidad total de nitrógeno, 159 unidades fertilizantes de nitrógeno (UFN) por hectárea, combinando una aplicación inicial antes del trasplante 12 UFN en fondo y fertirrigación durante el cultivo 147 UFN. El ensayo se repitió durante dos campañas consecutivas de invierno, en 2023 y 2024.

Se evaluaron la producción de pepino Tipo Francés cv. Modan, altamente susceptible a nematodos, además



FOTO 1

Plantas de pepino a 10 días tras el trasplante. A) Planta de pepino afectada por nematodos; B) Planta de pepino sana

# NUTRICIÓN VEGETAL

Mortalidad de *Meloidogyne* tras tratamientos de abonado

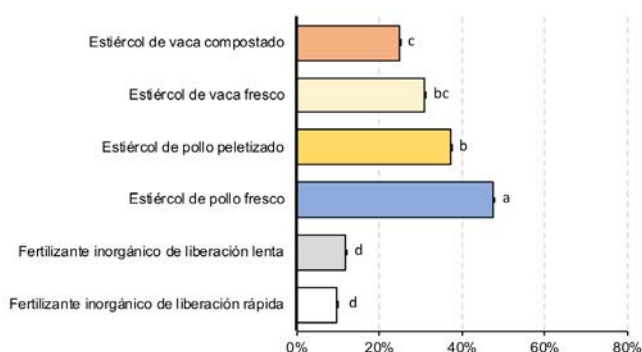


GRÁFICO 1

Eficacia nematocida de diversos métodos de abonado sobre *Meloidogyne incognita*. Barras con la misma letra no difieren significativamente según las pruebas ANOVA-HSD-Tukey ( $p < 0,05$ ).

Huella metabólica de bacterívoros (BF)

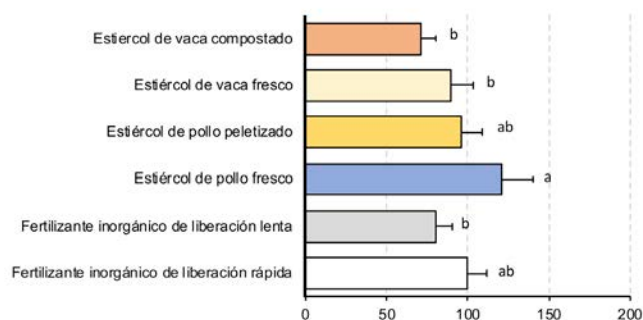


GRÁFICO 2

Producción de pepino por planta en suelo infestado por *Meloidogyne incognita* bajo seis tratamientos de abonado de fondo. Barras con la misma letra no difieren significativamente según las pruebas ANOVA-HSD-Tukey ( $p < 0,05$ ).

Producción de pepino por planta (g)

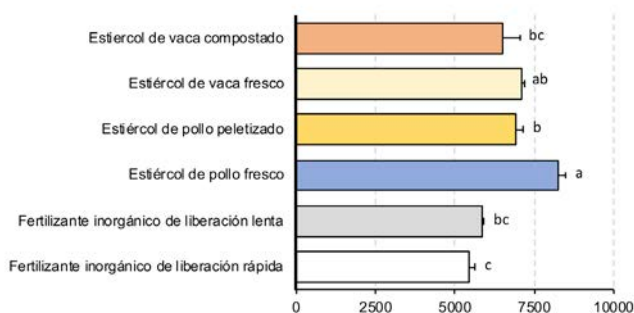


GRÁFICO 3

Huella metabólica de bacterívoros bajo seis tratamientos de abonado de fondo. Barras con la misma letra no difieren significativamente según las pruebas ANOVA-HSD-Tukey ( $p < 0,05$ ).

Huella metabólica de omnívoros (OF)

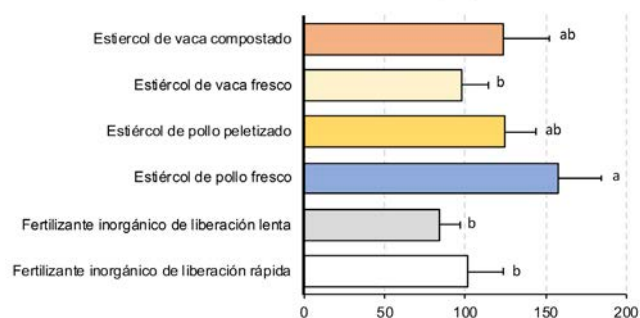


GRÁFICO 4

Huella metabólica de omnívoros bajo seis tratamientos de abonado de fondo. Barras con la misma letra no difieren significativamente según las pruebas ANOVA-HSD-Tukey ( $p < 0,05$ ).

de la evolución de las poblaciones de nematodos y distintos indicadores de la salud y funcionalidad del suelo.

## Menos nematodos, más producción

Los resultados mostraron que las enmiendas orgánicas redujeron las poblaciones de nematodos fitoparásitos pocos días después de su aplicación. El estiércol fresco de pollo fue el tratamiento más efi-

caz, seguido del estiércol de pollo peletizado y los estiércoles de vaca. Por el contrario, los fertilizantes minerales apenas mostraron eficacia nematocida. (Gráfico 1).

Aunque al final del ciclo no se observaron grandes diferencias en la severidad de la enfermedad, medida por el índice de agallas, sí se detectaron diferencias claras en la producción: el tratamiento convencional con fertilizante mineral de liberación

rápida registró las mayores pérdidas de rendimiento mientras que el estiércol fresco de pollo permitió aumentar la producción de pepino de forma significativa, superando al resto de tratamientos (Gráfico 2). Este resultado tiene una lectura práctica importante: no siempre es necesario eliminar completamente el nematodo, sino reducir su impacto y mejorar la capacidad del cultivo para soportar el estrés.

## La biodiversidad del suelo como aliada

El estudio no se limitó a medir producción y abundancia de nematodos fitoparásitos, sino que analizó la salud del suelo utilizando los nematodos como bioindicadores. Este enfoque permite evaluar la capacidad del suelo para prestar servicios ecosistémicos. Los resultados mostraron que:

- Las enmiendas orgánicas favorecieron una red trófica del suelo más compleja y equilibrada (**Gráficos 3 y 4**).
- Los fertilizantes minerales, especialmente los de liberación rápida, simplificaron la comunidad del suelo, además la fertirrigación continua favoreció organismos oportunistas y redujo la complejidad del ecosistema (**Gráficos 3 y 4**).

En conjunto, los suelos tratados con enmiendas orgánicas mostraron una mayor multifuncionalidad y resiliencia frente a perturbaciones.

## Implicaciones para el manejo del cultivo

Los resultados refuerzan la idea de que el control de nematodos debe abordarse desde una perspectiva integrada. La fertilización no solo influye en la nutrición del cultivo, sino que condiciona la sanidad vegetal y el funcionamiento del suelo. El abonado de fondo con enmiendas orgánicas permite:

- Reducir el impacto de *Meloidogyne*.
- Mejorar el rendimiento del cultivo.
- Mantener suelos más vivos y funcionales.
- Disminuir la dependencia de productos químicos.

## Conclusiones prácticas

- El abonado de fondo con enmiendas orgánicas, especialmente el estiércol de pollo, reduce el impacto de los nematodos fitoparásitos.
- La producción de pepino puede aumentar significativamente sin

## ¿POR QUÉ FUNCIONA MEJOR EL ESTIÉRCOL DE POLLO?

- Muestra un alto contenido en nitrógeno fácilmente disponible.
- Presenta liberación rápida de compuestos con efecto nematocida.
- Produce un estímulo de la microbiota del suelo.
- Mejora el desarrollo radicular y el estado nutricional de la planta.

eliminar completamente el patógeno.

- El tipo de fertilización influye directamente en la salud del suelo.

En resumen, el abonado de fondo con enmiendas orgánicas se consolida como una herramienta eficaz

y sostenible para el manejo de nematodos en horticultura intensiva. Más allá del control sanitario, contribuye a mejorar la salud del suelo y a construir sistemas productivos más resilientes, en línea con las demandas actuales del sector agrícola.

## Bibliografía

Lillo P, Sánchez-Moreno S, Vela MD, de Cara-García M and Talavera M (2025). Suppression of the root-knot nematode disease through background fertilization with organic amendments. *Front. Plant Sci.* 16:1659742. doi: 10.3389/fpls.2025.1659742

## Agradecimientos

Estudio financiado por el proyecto PP.TRA23.TRA2023.012, cofinanciado al 85% del Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2021-2027.

# El abonado de fondo con enmiendas orgánicas resulta una herramienta eficaz y sostenible para el manejo de nematodos en horticultura intensiva

## RENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD: DOS OBJETIVOS COMPATIBLES

Desde el punto de vista económico, las enmiendas orgánicas no alcanzaron la eficacia de los nematocidas químicos tradicionales, pero sí lograron un control suficiente para ser rentables en suelos con infestaciones moderadas. Además, el estudio demuestra que no son necesarias grandes dosis de materia orgánica (350-1.200 kg/ha) para obtener beneficios, lo que reduce costes y facilita su integración en los programas de fertilización habituales.

A esto se suma un beneficio añadido: a medio y largo plazo, la mejora progresiva de la fertilidad y la estructura del suelo constituye un valor añadido en sistemas hortícolas intensivos.