



Agricultura Razonada®

West Analítica y Servicios S.A. de C.V.
Esmeralda No. 2847 Colonia Verde Valle
44550 Guadalajara, México

Teléfonos: (33)31231823, 31217925

Portal Web: www.westanalitica.com.mx

Correos: eaquilar@allabs.com maldana@allabs.com

bzuniga@allabs.com mgarcia@allabs.com

Serie: Microbiología

NEMATODOS EN SUELO

- Problemas y Controles -

- 1. Generalidades**
- 2. Daños causados**
- 3. Relaciones Huésped – Parásitos**
- 4. Endoparásitos migratorios**
- 5. Endoparásitos sedentarios**
- 6. Las agallas de raíz**
- 7. Géneros más comunes en México**
- 8. Muestreo para análisis**
- 9. Controles de nematodos**

1. GENERALIDADES

Los nematodos son organismos microscópicos que se encuentran en todas partes del suelo. Muchas variedades viven libremente en el suelo y se alimentan de bacterias, hongos y algas. Existen variedades, sin embargo, que son parásitos y se alimentan de prácticamente todos los tipos de vida vegetal, pudiendo causar daños severos a los cultivos. De hecho, la gran mayoría de los cultivos están expuestos a daños por nematodos, siendo el análisis de laboratorio la única forma segura de determinar la presencia de nematodos parasitarios.

Los nematodos viven en suelos húmedos, agua, materia orgánica muerta y tejidos de organismos vivos. La gran mayoría no se distingue a simple vista. Algunos causan enfermedades al hombre y animales; otros ocasionan enfermedades a las plantas. Los nematodos que parasitan y atacan a las plantas son gusanos, en su mayoría de tamaño microscópico que van desde 0,25 mm a 3,0 mm (1/100-1/8 pulgadas) de largo. Generalmente de forma cilíndrica, que se estrecha hacia la cabeza y la cola. Las hembras de algunas especies pierden su forma gusano a medida que maduran, ampliando su diámetro y asumiendo diferentes formas, tales como pera, limón, o formas de riñón. Los nematodos parásitos de las plantas pueden provocar daños a los tejidos superficiales, o bien al interior de las raíces u otros tejidos. Algunas formas parasitan de ambos modos. La mayoría de los nematodos parásitos de las plantas atacan las raíces, pero también algunos viven en tallos, bulbos, hojas o yemas; algunos ocasionan agallas; otros amarillamientos, achaparramientos o decaimientos que, con frecuencia, son achacados a otras causas. Muchos nematodos sólo viven de materia orgánica muerta cerca de las raíces de las plantas; algunos realmente son benéficos porque se alimentan de plagas de insectos u otros organismos perjudiciales.

2. DAÑOS CAUSADOS

Los Nematodos pueden atacar una gran variedad de los actuales cultivos que se producen en México. A menudo los productores no son conscientes de las pérdidas causadas por los nematodos, ya que se ocultan a la vista y gran parte de los daños causados por ellos no se detectan o bien se atribuyen a otras causas

Las poblaciones de nematodos están sujetas a fluctuaciones estacionales. Las poblaciones más grandes generalmente ocurren cuando el crecimiento de las raíces es más rápido en los cultivos que están en desarrollo. Los daños a los cultivos suelen ser muy irregulares, dependiendo de las temperaturas y de la humedad ambiental.. Las poblaciones y la actividad de los nematodos disminuyen a medida que disminuye el crecimiento de las raíces y las temperaturas del suelo se van enfriando por debajo de los 15 ° C, o bien se elevan por encima de los 30 ° C. El intervalo óptimo de temperatura del suelo para

muestras de nematodos es por ello entre 15-30 °C. El contenido de humedad del suelo también afecta a las poblaciones de nematodos y a su actividad. El contenido óptimo de humedad debe ser del 40% al 80% de la capacidad de campo.

Se mencionan a continuación algunos nematodos que son más comunes en México. Tenga en cuenta que son tan solo algunos ejemplos. Otros géneros de nematodos que no se mencionan afectan tanto a los cultivos aquí señalados como a varios otros. Los síntomas de daños por nematodos varían muy ampliamente con el tipo de nematodo, la edad de la planta y la parte de la planta que se ve afectada. Algunos síntomas clásicos asociados con los daños por nemátodos son los siguientes:

- A Nodulaciones de la raíz, agallas
- B Afectación en el crecimiento del cultivo, decaimiento
- C Excesivo desarrollo de ramas en las raíces
- D. Lesiones en las raíces
- E. Amarillamiento y marchitamiento.
- F. Daños en hojas, flores, tronco y semillas

Es importante señalar que los nudos en las raíces no siempre están asociados con daños provocados por nematodos. Los nódulos de fijación de nitrógeno se pueden confundir con los abultamientos en la raíz causados por nematodos. Los nudos de raíz son naturalmente producidos por algunas plantas. También es importante observar que los nudos no necesitan estar presentes para tener un problema de nematodos. Si uno o más de los síntomas anteriores están presentes, es indicativo de daño por nematodos y, en estos casos, es conviene llevar a cabo el análisis para determinar la presencia de éste parásito.

TABLA DE SUSCEPTIBILIDAD A NEMÁTODOS

CULTIVO	DAÑOS CAUSADOS POR LOS NEMÁTODOS
ALFALFA	Nudosidades de las raíces, "agallas", quistes.
FRIJOL	Raíz dura, Agallas de raíz, picaduras, quistes, lesiones.
PLÁTANO	Agallas de raíz, pudrición de la raíz, perforaciones.
CÍTRICOS	Perforaciones, lesiones y /o pudrición, decaimiento
MAÍZ	Picaduras, lesiones, nudos en raíz, quistes, agujones
ALGODÓN	Nudosidades de la raíz, pudrición radicular, picaduras.
VIDES	Nudosidades, picaduras, agujones
AVENA	Quistes , agujones, perforaciones
ORNATO	Nudosidades , lesiones en espiral
PAPAS	Nudosidades en las raíces ("jicamillas").
FRAMBUESA	Nudosidades , picaduras, lesiones, rizos
AGUACATE	Nudosidades, pudrición de la raíz
COCOTERO	Anillo rojo del cocotero, decaimiento
JITOMATE	Jicamilla (nudosidades), pudrición
CESPED	Nudosidades, quistes, agujones, amarillamiento
TRIGO	Picaduras, nudosidades, endurecimiento de la raíz.

3. RELACIONES HUÉSPED-PARÁSITOS

Los Nematodos parásitos de plantas se alimentan de los tejidos vegetales vivos. Todos tienen alguna forma de estilete oral o de lanza, que se utiliza tanto como una aguja hipodérmica para perforar la pared de la célula huésped. Muchos nematodos de las plantas (probablemente la mayoría) inyectan enzimas en la célula huésped antes de la alimentación. Estas enzimas digieren parcialmente los contenidos de la celda antes de ser absorbidos por el intestino. La mayor parte de la lesión que los nematodos causan a las plantas está relacionado de alguna manera con el proceso de alimentación. Los nematodos se alimentan de los tejidos de la planta desde el exterior de la planta (ectoparásitos) o dentro de los tejidos (endoparásitos). Si los adultos hembra se mueven libremente a través de los tejidos del suelo o de la planta, la especie se dice que es "migratoria." . Las especies en las que las hembras adultas se *hinchán* y permanecen inmóviles en un lugar o en una raíz se denominan "sedentarias".

Los nematodos ectoparásitos que no entran en las raíces se pueden recuperar sólo de muestras de suelo. Los nematodos endoparásitos a menudo se detectan más fácilmente en las muestras de los tejidos en los que se alimentan y viven. Los endoparásitos, que están dentro de tejidos de la raíz, pueden estar protegidos de nematicidas que no penetran en las raíces, tales como algunos fumigantes del suelo. Los tejidos de la raíz también pueden protegerlos de muchos microorganismos que atacan a los nematodos

en el suelo. Los ectoparásitos están totalmente expuestos a los plaguicidas y agentes de control naturales en el suelo.



DIAGRAMA DE UN TÍPICO NEMATODO, PARÁSITO DE PLANTAS

Los nematodos ectoparásitos

Los nematodos ectoparásitos son generalmente especies migratorias. La mayoría se alimentan superficialmente en la raíz o muy cerca de la punta de la raíz pero algunos tienen estiletes para poderse alimentar en zonas más profundas den la raíz. Algunos de los nematodos que causan el daño a las plantas más extenso y grave son, por ejemplo, el aguijón (*Belonolaimus* spp.), el rechoncho (*Trichodorus* spp.) y el punzón (*Dolichodorus* spp.). Estos se alimentan en las puntas de las raíces y

normalmente inhiben la elongación de las mismas. Los ectoparásitos que rara vez causan lesiones graves a sus plantas hospederas incluyen el anillo (*Mesocriconema* spp.) y el espiral (*Helicotylenchus* nematodos spp.). Al parecer, se alimentan principalmente de los tejidos corticales superficiales y causan un daño grave sólo a las plantas que son especialmente sensibles a la sequía.

4. ENDOPARÁSITOS MIGRATORIOS

Los endoparásitos migratorios pueden moverse en, a través y hacia fuera de los tejidos del huésped en cualquier etapa de desarrollo (excepto el huevo). Estos endoparásitos migratorios generalmente viven y se alimentan de los tejidos tiernos como la corteza de la raíz. Las células que rodean el área de alimentación a menudo mueren por los materiales tóxicos de las células rotas. Las áreas relativamente grandes de células muertas por lo general se vuelven marrones, para convertirse en pequeñas manchas o lesiones lo suficientemente grandes como para poder verse a simple vista. A menudo son fácilmente colonizados por hongos. La enfermedad de Pudrición de las raíces se asocia a menudo con las infestaciones de nematodos endoparásitos migratorios. Las hembras de los nematodos endoparásitos y ectoparásitos migratorios generalmente depositan sus huevos, a medida que se producen, ya sea que estén en el suelo o en la planta.

5. ENDOPARÁSITOS SEDENTARIOS

Los nematodos endoparásitos sedentarios están tipificados por el *nudo de raíz* (*Meloidogyne* spp.), *quiste* (*Heterodera* spp.), o los *nematodos de cítricos*. (*Tylenchulus semipenetrans*) . En la mayoría de estas especies, la segunda etapa juvenil es la más "infecciosa", moviéndose a través del suelo. Una vez seleccionado un sitio de alimentación, el nematodo inyecta sustancias reguladoras del crecimiento en las células cerca de su cabeza, causando el crecimiento de las mismas. Estas células "gigantes" o "nutricias" se convierten en fuentes de alimentos especializados para el nematodo. Al mismo tiempo, el nematodo se inmoviliza e *hincha* el cuerpo en forma ovoide, redonda o de riñón.

Los endoparásitos sedentarios son los nematodos en los que con más frecuencia se ha identificado la resistencia del huésped. Relativamente pequeñas diferencias en las características hereditarias dentro de algunas especies de plantas parecen determinar si o no un nematodo específico será capaz de establecer células gigantes en sus tejidos. Las plantas en las que las células gigantes no se pueden establecer, o en las que degeneran antes de un nematodo puede completar su ciclo de vida, son resistentes al nematodo. El intento de la infección por el nematodo puede dañar la planta, pero el nematodo no puede completar su ciclo de vida en ella.

6. LAS AGALLAS DE RAÍZ (Y OTROS ABULTAMIENTOS RADICULARES)

Los síntomas más distintivos de nematodos en las raíces son agallas causadas por *Meloidogyne* spp. Son pequeñas inflamaciones individuales. En otras plantas, las agallas pueden ser grumos grandes de tejido carnoso de más de 2 centímetros de diámetro, que contiene docenas de nematodos. Algunos anfitriones, incluyendo muchas hierbas, no podrán formar alguna raíz visible hinchazón visibles en las raíces, a pesar de que los nematodos establecen con éxito las células gigantes, maduran y se reproducen. En tales casos, la falta de agallas no prueba necesariamente que no existen nematodos presentes o que la especie vegetal en cuestión no es un huésped o anfitrión para los nematodos. Las bacterias fijadoras de nitrógeno causan hinchazones en las raíces de la mayoría de las legumbres (como los tréboles, chícharos y frijoles). Estas hinchazones, llamadas nódulos, o "*nudosidades*" se distinguen fácilmente de las agallas de los nudos radicales por las diferencias en la forma en que se adjuntan a la raíz y su contenido

7. GÉNEROS MÁS COMUNES EN MÉXICO

A continuación se presentan breves informaciones sobre algunos de los géneros de nematodos que son más comunes en México:

APHELENCHOIDES

Aphelenchoides fragariae. Este nematodo ocasiona el rizado o "enchinamiento" de las hojas de la fresa. Varias especies de este género de nematodos se asocian con pudriciones de la raíz del aguacatero, algodónero y otros cultivos.



Raíces afectadas por el nematodo *Meloidogyne spp.*

MELOIDOGYNE

Meloidogyne hapla Chitwood. Ocasiona la nodulación de la raíz de la fresa. *Meloidogyne spp.* Otras varias especies de este mismo género ocasionan la nodulación de las raíces de varios cultivos tales como aguacatero, cacahuate, chile, jitomate, papa, etc. También se llama "jicamilla" por el aspecto que presentan las raíces de las plantas afectadas.

PRATYLENCHUS

Pratylenchus pratensis (Cobb.) Chitwood y Oteifa. Muerte de tejidos internos y pudrición de la raíz del plátano. *Pratylenchus pratensis* (De Mann, Filip.) Chitwood. Pudrición de la raíz de la fresa. *Pratylenchus sp.* Pudrición de la raíz de la alfalfa.

RADINAPHELENCHUS

Radinaphelenchus cocophilus (Cobb.) Goodey. Ocasiona el llamado "anillo rojo" del cocotero.

ROTYLENCHUS

Rotylenchus spp. Varias especies se asocian con las pudriciones de raíz del aguacatero.

TYLENCHUS

Tylenchus spp. Asociados con pudriciones de raíz del aguacatero, alfalfa y varios otros cultivos.

XIPHINEMA

Xiphinema spp. Varias especies de este género se asocian con las pudriciones del mango, chile y alfalfa.

8. MUESTREO PARA ANÁLISIS

Se requiere utilizar técnicas apropiadas de muestreo para asegurar la obtención de datos que sean fidedignos. A continuación se muestran algunas pautas para la obtención de muestras de suelo para análisis de laboratorio.

- A. Hay que muestrear el suelo cuando esté húmedo.
- B. Colecte las muestras en las bolsitas que le proporciona gratuitamente el Laboratorio A-L , o bien en bolsas de plástico para evitar que el suelo se seque.
- C. De preferencia entre 350-500gramos para cada muestra a analizar. Mínimo 250 gramos.
- D. Mantenga frescas las muestras . El sobrecalentamiento mata a los nematodos. Si no es posible entregar la muestra al laboratorio en 2-3 días, refrigérela hasta que pueda ser entregada.
- E. Cuando se tomen muestras para un tipo específico de cultivo, seguir las siguientes pautas:

CESPED Y PLANTAS DE ORNATO

La muestra debe tomarse a una profundidad de 20-30 cm o bien en el nivel de la raíz. Las áreas alrededor de la periferia del daño deben ser muestreadas a medida que los nematodos se mueven hacia zonas prósperas, ya que matan a una zona. Haga una muestra compuesta de 10-12 ubicaciones por área muestreada. Esto proporcionará una muestra más uniforme ya que los nematodos no se distribuyen uniformemente a través del suelo.

HORTALIZAS Y CULTIVOS VEGETALES

La muestra debe tomarse a una profundidad de 20-30 o bien en el nivel de la raíz. Las muestras deben tomarse en la pre-plantación para asegurar un crecimiento vigoroso, pues las plantas jóvenes no establecidas se ven más gravemente afectadas hasta por pequeñas poblaciones de nematodos. Tome cerca de 10 a 12 sub-muestras para integrar una muestra compuesta que es la que se enviará al laboratorio. Aunque se utilice la rotación de cultivos, es importante identificar los nematodos que pueden afectar a un nuevo cultivo.

ÁRBOLES Y VIÑEDOS

Muestrear a una distancia suficientemente retirada del tronco para incluir así las raíces de alimentación. Tomar 10-12 sub-muestras por área y mezclar bien para asegurar una muestra más uniforme y confiable.

Es siempre muy recomendable el auxilio de un técnico nematólogo para determinar la intervención de estos organismos en la salud de los cultivos vegetales

9. CONTROLES DE NEMATÓDOS

A grandes rasgos podemos considerar que existen dos métodos para el control de los problemas de nematodos. Uno hace referencia al control del cultivo y el otro a la utilización de productos químicos. Se utilizan también combinaciones de ambos métodos.

A. CONTROL DE LOS CULTIVOS

El control de los problemas de nematodos en los cultivos incluye: la rotación de los cultivos, el anegamiento, el desyerbado, utilización de variedades resistentes y aplicación de enemigos naturales. El desyerbado es muy importante y fácil manera de reducir las poblaciones de nematodos, ya que éstos parásitos mueren si no encuentran alimento.

B. CONTROLES QUÍMICOS

Estos controles incluyen fumigantes y no-fumigantes. Los fumigantes se inyectan en el suelo y deben aplicarse varias semanas antes de la plantación. No pueden utilizarse en cultivos ya establecidos. Los productos no-fumigantes se utilizan, por el contrario, en cultivos ya establecidos y por lo general se aplican como nematicidas de contacto, mezclándolos con el agua de riego.

Los *nematicidas* son muy tóxicos para los seres humanos. Vienen específicamente rotulados para utilizarse según el cultivo. Ahí mismo se señalan las cantidades que se recomienda aplicar. En muchos casos esto puede variar según las regiones del país: teóricamente no es lo mismo las aplicaciones en las desérticas llanuras de Sonora que en las húmedas regiones de Chiapas. Para cualquier acción que quiera usted tomar para el control de sus problemas de nematodos, es muy recomendable que se asesore previamente con un técnico nematólogo.