

LOS NEMATODOS Y SU CONTROL INTEGRADO



M.C. Angelberto Peña Barraza
oficina_nuva@hotmail.com



Control Integrado de Nemátodos

- Presentación realizada con datos del Manual elaborado por el MC Mauricio Navarro García, auspiciado por FMC.
- Muestreos y parcelas de desarrollo ejecutados por personal técnico de NUVA PLANTA FERTIL.
- Revisión bibliográfica de varias publicaciones referidas a Nemátodos.

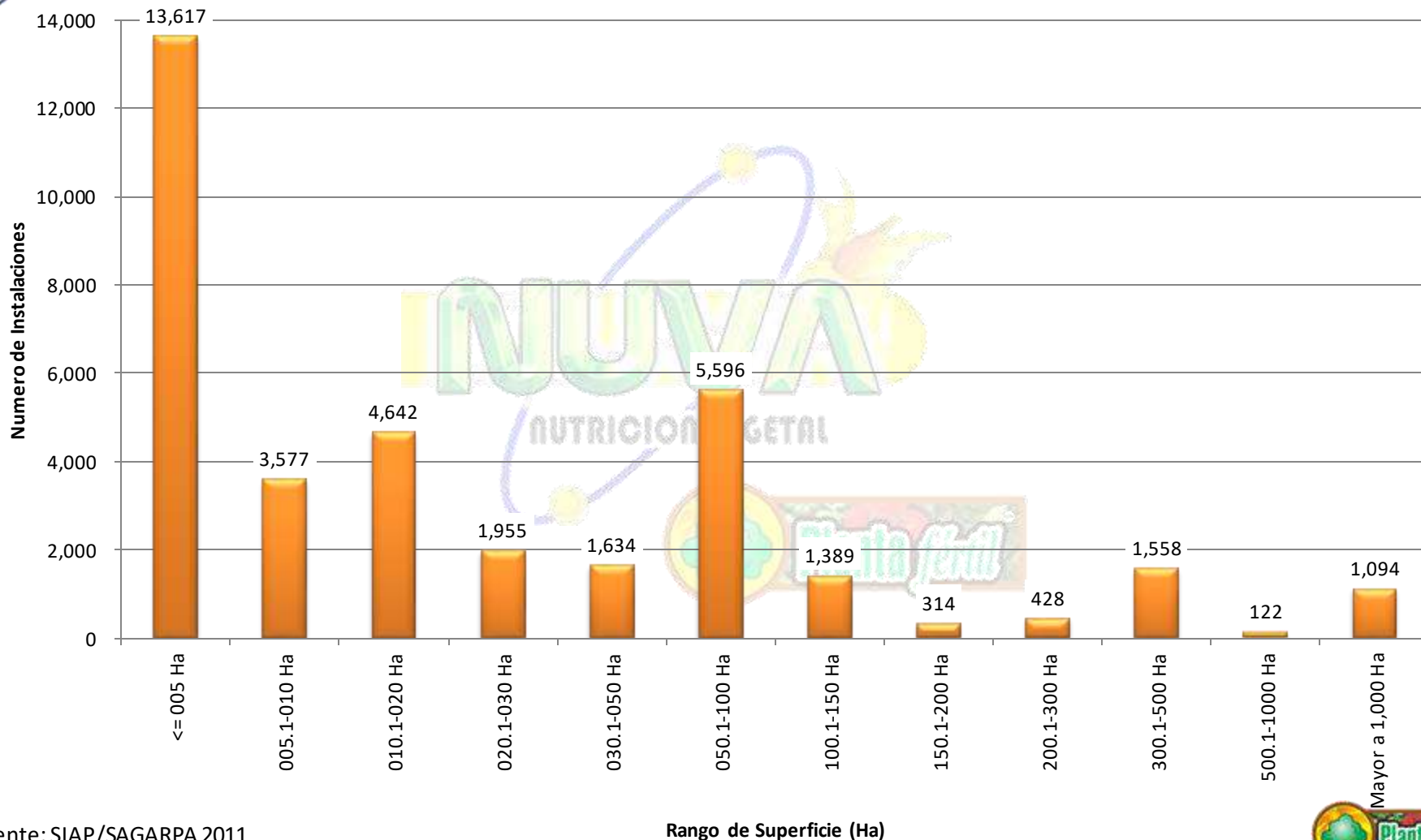


1.- PROBLEMÁTICA

1.1.- AGRICULTURA PROTEGIDA

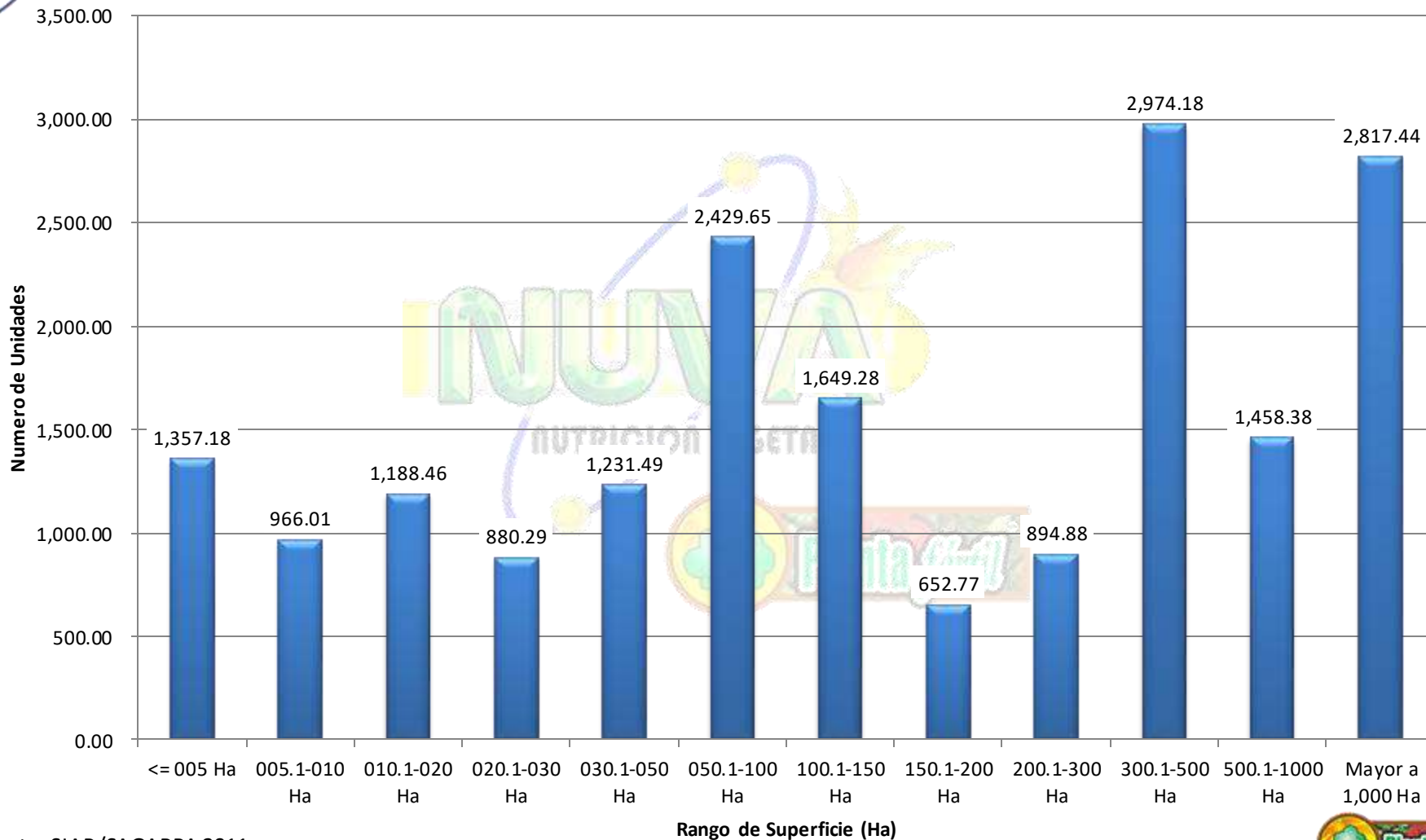
- El padrón elaborado con datos del SIAP de SAGARPA en 2011, complementado por el CRESIAP mediante estudio directo de verificación en campo, en la República Mexicana existían 11,414 unidades productivas con 16,691 has para producción bajo cubierta (invernaderos, macro túnel y casa-malla).
- El 80 % o sea 9,131 unidades productivas corresponden a superficies menores a 0.5 ha. Significando el 65 % de la superficie total (10,849 ha)

Gráfica 1. Unidades por Rango de Superficie



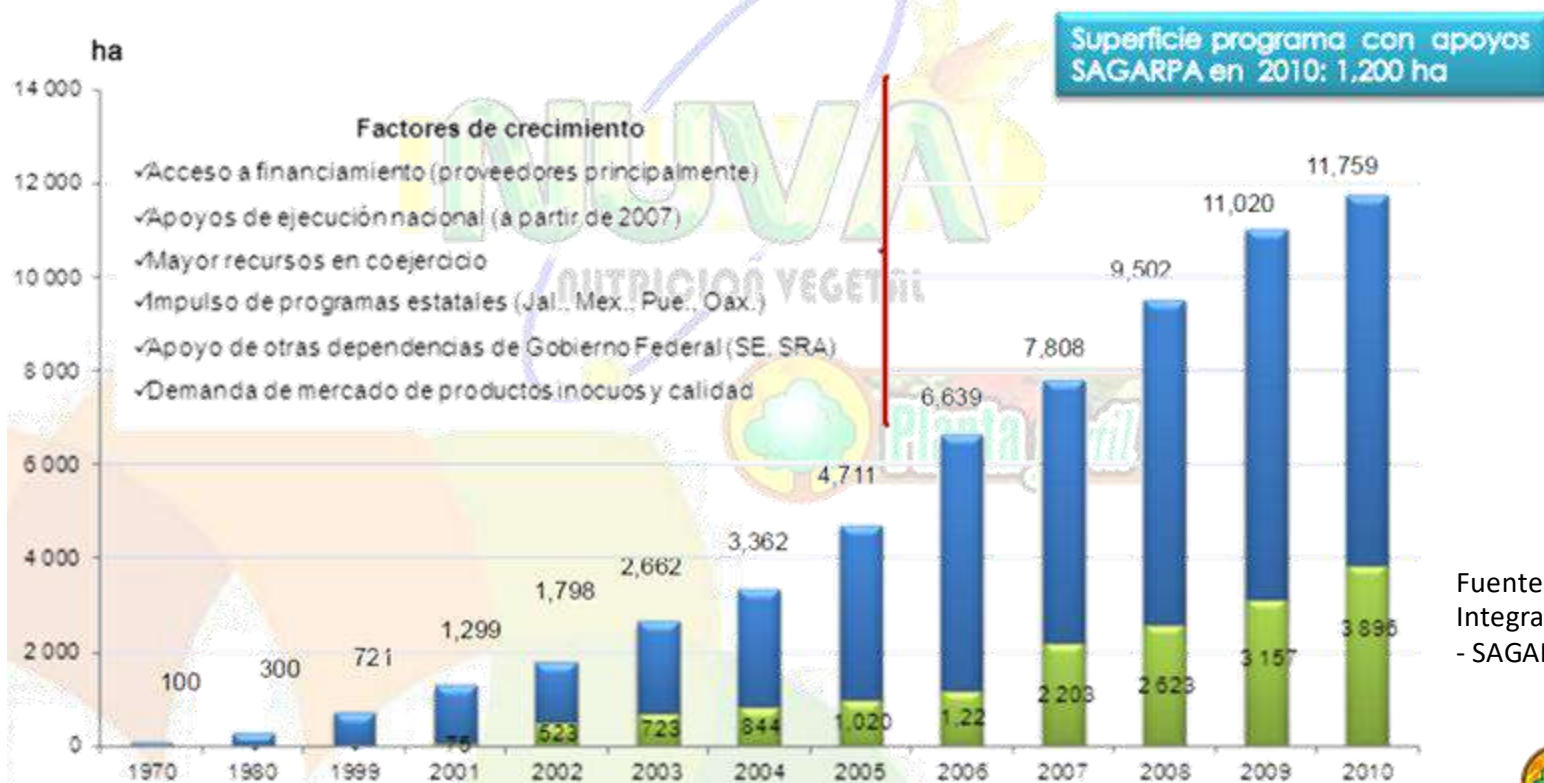
Fuente: SIAP/SAGARPA 2011

Gráfica 2. Superficie por Rango (Ha)



Fuente: SIAP/SAGARPA 2011

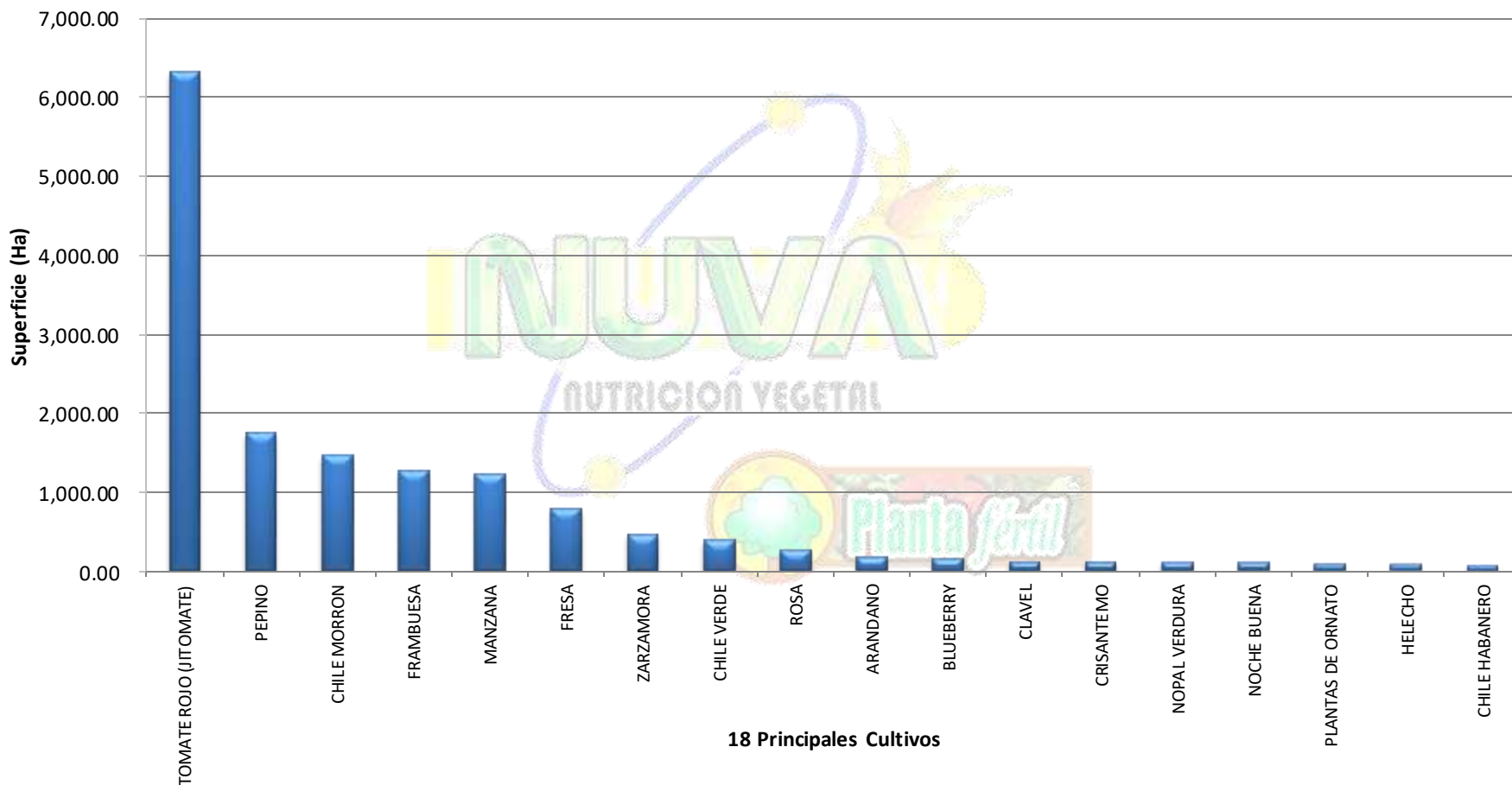
- El crecimiento de la AP en México es de 1,200 ha/año, por tanto, se estima que para el 2016 la superficie sea del orden de las 23,000 has como mínimo, destacando el crecimiento de Berries (arándano, frambuesa, fresa y zarzamora) y jitomate.



Fuente: Proyecto Integral de AP 2011 - SAGARPA

Gráfica 3.- Superficie con AP por cultivo

Suma de Superficie Cosechada (Ha)



18 Principales Cultivos

ASPECTOS IMPORTANTES A CONSIDERAR

- ✓ La mayoría de agricultores de AP no disponen de asesores especializados y tecnologías avanzadas para producción más rentable. Sus estructuras no están equipadas debidamente. Se produce para mercado nacional. No cumplen el volumen, la calidad y continuidad que exige la exportación.
- ✓ La oferta tecnológica se restringe a jitomate, pepino, pimiento y berries en las regiones donde existen las empresas comercializadoras. El 93.7 % de las unidades productivas se dedican a 5 Sistemas-Producto: jitomate, hortalizas, ornamentales, flor de corte y varios ocupando el 39.8% de la superficie.
- ✓ Los paquetes tecnológicos que aplican los productores están orientados principalmente por los distribuidores de insumos.
- ✓ Enfermedades (Damping off) y plagas de raíz (nemátodos, gallina ciega, etc) se han incrementado exponencialmente en la AP y cielo abierto en todos los cultivos, observándose resistencia cruzada a los químicos actuales.

2. LOS NEMATODOS FITOPATOGENOS

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES

- Son microorganismos en forma de gusano que se encuentran en diferentes hábitats de la tierra. Dentro del Reino Animal constituyen un grupo muy numeroso, existiendo hasta 20 millones de individuos por metro cuadrado (Navarro García M. 2016)
- La Nematología nace en el siglo XVII con la invención del microscopio compuesto, siendo Petrus Borellus el primer descubridor de estas “pequeñas serpientes” en el vinagre sin pasteurizar. En 1973, Jon Needham descubre el primer Nemátodo fitoparásito *Anguina tritici*. Berkeley, en 1855, descubre los Nemátodos formadores de agallas del género *Meloidogyne*.
- En la década de los cuarentas se avanza con más descubrimientos sobre nemátodos, especialmente los transmisores de virus a las plantas y el sinergismo que tienen con hongos y bacterias fitopatógenas responsables de la pérdida de grandes superficies de cultivos. (Rivera, 2007).

2. LOS NEMATODOS FITOPATOGENOS...

Según su morfología, los Nemátodos se clasifican en los siguientes grupos:

1. Vermiformes (en forma de gusano)
2. Redondos en sección transversal
3. Simetría bilateral (cuerpo en dos mitades idénticas)
4. Hialinos (transparentes)
5. No segmentados



Algunas especies presentan dimorfismo sexual muy marcado (machos y hembras con formas diversas).

La característica principal del Nemátodo fitoparásito es la presencia de un “estilete” en la parte anterior del cuerpo (el cual puede extenderse hacia afuera) el cual es hueco a manera de aguja hipodérmica con el cual penetra en la raíz, perfora las células vegetales y extrae sus nutrientes.

Los Nemátodos fitoparásitos son de tamaño pequeño: 250 micras como *Pratylenchus* sp hasta los 5 mm, que son los más grandes como el *Longidorus* sp.

Nematodos fitopatógenos



2. LOS NEMATODOS FITOPATOGENOS...

Están agrupados en tres órdenes principales:

- Aphelenchida
 - Tylenchida
 - Dorylaimida
-
- El orden Tylenchida agrupa a la mayoría de los Nemátodos fitoparásitos y son los de mayor importancia económica
 - Los 10 géneros de Nemátodos fitoparásitos más importantes en el mundo son:
 - ✓ Meloidogyne sp
 - ✓ Pratylenchus sp
 - ✓ Heterodera sp
 - ✓ Ditylenchus sp
 - ✓ Globodera sp
 - ✓ Tylenchulus sp
 - ✓ Xiphinema sp
 - ✓ Radopholus sp
 - ✓ Rotylenchulus sp
 - ✓ Helicotylenchus sp



2. LOS NEMATODOS FITOPATÓGENOS...

2.2 ECOLOGIA DE NEMATODOS

- Considerados habitantes del suelo al pasar la mayor parte de su vida en él. Es más adecuado decir que **son habitantes de la interface raíz-suelo.**
- La planta ejerce la mayor influencia en las comunidades de Nematodos fitoparásitos. Esto significa que requieren de un hospedero con raíces sanas para lograr su alimentación, reproducción y crecimiento. La población decrece cuando la raíz está destruida.
- También los factores edáficos afectan directamente la dinámica poblacional: humedad, temperatura, textura, estructura, M.O.; pH y C.I.C.

2. LOS NEMATODOS FITOPATOGENOS...

2.3. CLASIFICACION POR SUS HABITOS ALIMENTICIOS

- **2.3.1 NEMATODOS ECTOPARASITOS**

- No penetran al interior de la raíz, **solo introducen el estilete para perforar las células** (Hemycycliophora sp y Criconemella sp)

- **2.3.2 NEMATODOS SEMIENDOPARASITOS**

- Introducen la parte delantera de su cuerpo en la raíz, mientras la sección posterior se mantiene en el suelo (Rotylenchulus sp y Tylenchulus sp)

- **2.3.3 NEMATODOS ENDOPARASITOS**

- Penetran totalmente dentro de la raíz, se alimentan, crecen, maduran y depositan los huevos dentro de ella. Los N migratorios se van desplazando y comiendo el tejido (Pratylenchus sp y Radopholus sp). Los N sedentarios tienen un sitio fijo de alimentación, pierden movilidad y adquieren forma globosa (Meloidogyne sp y Heterodera sp).



2. LOS NEMATODOS FITOPATOGENOS...

2.4. REPRODUCCION

- La mayoría son dioicos: hembra y macho con reproducción sexual. El macho es más pequeño que la hembra

2.5. CICLO DE VIDA

- Típicamente tienen cuatro estados juveniles entre el huevo y adulto, con mudas que les permiten crecer:
 - J1 se desarrolla dentro del huevo y emerge
 - J2 etapa infectiva de los géneros Meloidogyne y Heterodera
 - J3 y J4 para convertirse en adulto.



2. LOS NEMATODOS FITOPATOGENOS...

2.6 DISEMINACION Y SOBREVIVENCIA

- Se mueven pocos centímetros al año por sus propios medios, siendo raro el desarrollo explosivo de epidemias.
- Los medios de diseminación a corta distancia: suelo adherido a implementos, a los propios humanos, maquinaria, herramientas, acción del viento y a través del agua de riego.
- La dispersión a largas distancias se debe al movimiento de plantas infectadas y tierra que se adhiere a camiones y maquinaria (cosecha).
- Los nemátodos tienen capacidad de sobrevivir en gran cantidad de malezas. En ausencia de un huésped vivo sobreviven en el suelo o residuos. Bajo condiciones de sequía entran en estado de **“anhidrobiosis” (viven en ausencia total de humedad)**. En este estado no son afectados por productos químicos por estar en sus estructuras de resistencias.

2. LOS NEMATODOS FITOPATOGENOS...

2.7 EFECTOS PATOLOGICOS Y SINTOMAS

- Al alimentarse de las raíces causan los daños siguientes:
- ✓ **Daños mecánicos:** Nemátodos ectoparásitos, cuyo efecto es la necrosis de las células perforadas por el estilete
- ✓ **Daños mecánicos destructivos:** causados por N. ectoparásitos migratorios. Causan una necrosis extensiva conforme se desplazan dentro de los tejidos.
- ✓ **Daños por acción enzimática:** las secreciones digestivas de los nemátodos contienen enzimas que disuelven la lámina media, separando y atrofiando las células. Los tejidos se tornan húmedos y suaves.
- ✓ **Cambios en la anatomía y fisiología de las células infectadas:** daños por N. endoparásitos sedentarios mediante sustancias secretadas y por las propias sustancias de reacciones de la planta. En el tejido vascular las células radicales se transforman en gigantes y multinucleadas cuya función es transferir nutrientes al Nemátodo.

CULTIVO PLATANO



RADOPHULOS SIMILIS

CULTIVO AJO



DITYLENCHUS DIPSACI



ATAQUE EN
SANDIA

MELOIDOGYNE



CULTIVO PEPINO



ATAQUE EN
FRESA

ATAQUE EN JITOMATE



ATAQUE EN
BROCOLI



MELOIDOGYNE

NEMATODOS



ATAQUE EN MAIZ



ATAQUE EN TRIGO





LARIFRUT, Tecoman, Col. Huerta con Nematodo. Muestreo Julio 2016





LARIFRUT, Tecoman, Col. Huerta con Nematodo. Proceso de Identificación



Ing. Aranzazu Aguilar, Representante de NUVA en el estado de Colima



LARIFRUT, Tecoman, Col. Huerta con Nematodo y Salinidad. 2016





Aplicación de NUVA Proquitina Solida en Coahuayana, Mich.
Rancho Sr. Manuel Abarca



3.- CONTROL: USO DE FUMIGANTES BIOCIDAS

UTILIZARLOS COMO ULTIMA ESTRATEGIA DE CONTROL

- 3.1 BROMURO DE METILO
- 3.2 METHAM SODIO
- 3.3 METHAM POTASIO
- 3.4 DICLOROPROPENO
- 3.5 CLOROPICRINA

Requisitos importantes a considerar:

- ✓ Excelente preparación del suelo, dejando el suelo bien mullido
- ✓ Adecuado control de la humedad y temperatura para activar la vida del suelo y su posterior destrucción con los fumigantes (capacidad de campo y 25°C)
- ✓ Dividir la dosis total del fumigante: la primera se aplica en la cama donde estuvo el cultivo anterior. La segunda cuando se prepara el suelo para la nueva plantación, con plástico y cinta de riego nuevos, evitando así la re-infestación de Nemátodos y otros patógenos. **La re-infestación puede suceder antes de los 30 días.**

3.- CONTROL: USO DE BIOFUMIGANTES

- ES UNA TECNICA QUE CONSISTE EN LA INCORPORACION DE RESIDUOS ORGANICOS AL SUELO HUMEDO, EL CUAL ES CUBIERTO CON UNA PELICULA PLASTICA
- Se produce fermentación y compostaje que generan gases y sustancias dañinas para los patógenos. Así mismo, se promueve la reproducción de bacterias y actomicetos en la fase termofílica, reduciendo drásticamente los fitopatógenos en el suelo. Este efecto se complementa con la falta de oxígeno (anoxia) cuando se combina la biofumigación con la solarización.
- Las enzimas del suelo como ureasas, proteasas, quitinasas, catalasas y la hidrólisis del diacetato de fluoresceína, suprimen los patógenos de las plantas; **la quitinasa degrada las paredes de quitina de los nemátodos reduciendo el número de nódulos de Meloidogyne arenaria.**
- La composta de residuos de Brassicas (brócoli, coliflor, col, etc) en mezcla con urea y melaza, incrementa las poblaciones de bacterias y la actividad enzimática en el suelo.
- Una de las limitantes de este método es que se requieren mínimo 80 ton/ha de residuos, siendo 120 ton/ha lo más adecuado. Se puede utilizar cualquier residuo vegetal con este propósito.

4.- CONTROL: USO DE MATERIA ORGÁNICA

4.1 LA MATERIA ORGÁNICA BASE DE LA FERTILIDAD BIOLÓGICA

- El humus, producto final del proceso de la materia orgánica, permite el establecimiento y supervivencia de los microorganismos inoculados al suelo para el control de Nemátodos.
- Grandes fracasos se han visto de inoculantes que no se han logrado establecer en suelos infestados con Nemátodos, debido en parte, al bajo contenido de materia orgánica.
- La materia orgánica regula la temperatura, humedad, C.I.C., pH del suelo, contenido de nutrientes; descompactación del suelo o agregación de suelos arenosos; oxigenación, activador de flora y fauna microbiana, etc. lo que redundará en un vigoroso Sistema Radicular de los cultivos.
- Proporciona el balance biológico positivo en el suelo, favoreciendo el desarrollo de organismos benéficos que regularán la dinámica de patógenos en general, junto con los Nemátodos.





5.- CONTROL: ROTACION DE CULTIVOS E INCORPORACION DE ABONOS ORGANICOS

- ✓ Técnica que intercala cultivos de diferentes familias taxonómicas para romper los ciclos de los patógenos: hortalizas-gramíneas. Los residuos de las cosechas se incorporan al suelo. Las habas permiten cosechar y luego incorporar para control del Nemátodo Globodera en papas.
- a) Reduce los niveles de infestación de Nemátodos, plagas y enfermedades.
- b) Permite el Balance Nutrimental en el suelo al intercalar dos cultivos con diferentes demandas de nutrientes y comportamiento con plagas y enfermedades: maíz (C4) – tomate (C3).
- c) Regresa al suelo una gran cantidad de nutrientes químicos y orgánicos mediante los residuos, promoviéndose la Fertilidad Potencial de largo plazo.
- d) Mejora la estructura del suelo permitiendo una mayor circulación de aire, agua y nutrición.
- e) Induce ahorros en fertilizantes y plaguicidas químicos.
- f) Baja costos de producción e incrementa rendimientos y calidad.
- g) Incrementa % de materia orgánica a largo plazo mejorando la fertilidad biológica.
- h) Reduce la erosión hídrica y eólica.



6. ENRAIZAMIENTO

6.1 ESTRATEGIA DE ENRAIZAMIENTO EN PRESENCIA DE NEMATODOS

- Los cultivos tienen 3 tipos de raíces: de anclaje (principal), de conducción (secundarias) y los pelos absorbentes que constituyen el sistema de absorción. Estos últimos nacen y mueren todos los días, normalmente su vida es de 15 días.
- La vida útil de los pelos absorbentes depende de: genética, temperatura, humedad, oxígeno, materia orgánica, CIC, pH, microbiología, etc. El estrés hídrico afecta la vida de los pelos absorbentes: sequía o exceso humedad.
- Conservar el balance del suelo del 50% de espacio poroso y 50% de sólidos, incluyendo el 5% de Materia Orgánica, es una de las metas para lograr la Fertilidad Potencial Optima (Física, Biológica y Química). Además la temperatura entre los 15 y 30 °C para garantizar un dinámico sistema radicular.

6. ENRAIZAMIENTO

6.1 ESTRATEGIA DE ENRAIZAMIENTO EN PRESENCIA DE NEMATODOS

- **Los nemátodos viven del sistema radicular vigoroso**
- Las plantas atacadas por nemátodos tienen una respuesta natural de producir más raíces generando más auxinas. Los productores y técnicos apoyan este proceso aplicando enraizadores cada 15 días en promedio. Los nemátodos siguen atacando
- Esta práctica técnica y la respuesta de la planta genera un desbalance o déficit de citocininas y giberelinas. Las plantas no se desarrollan foliarmente y normalmente se presentan cloróticas.

6. ENRAIZAMIENTO

6.2 PRACTICAS PARA LUCHAR CONTRA NEMATODOS CON UN EFICIENTE SISTEMA RADICULAR

- a. **Eficientar el riego parcelario.** Saber cuándo, cuánto y cómo regar es una práctica fundamental en la agricultura, pero fundamentalmente en suelos con nemátodos.
- b. Los suelos arenosos son más propicios a la infestación y sobrecalentamiento.
- c. **Aplicar periódicamente enraizadores de alta eficiencia**
- d. **Realizar una nutrición equilibrada orientada con el análisis de suelo.** Los 17 nutrientes esenciales deben estar presentes en la formulación, especialmente **fósforo, zinc y magnesio.** A campo abierto se recomienda utilizar la fuente amoniacal debido a que este catión es tóxico para los nemátodos. En agricultura protegida puede resultar tóxico al cultivo.
- e. El acolchado propicia condiciones de temperatura y humedad que beneficia tanto al sistema radicular como al desarrollo de poblaciones de nemátodos.

6. ENRAIZAMIENTO...

- f. El eficiente enraizamiento inicia en el plantero. Procurar prácticas de inocuidad y evitar la contaminación de enfermedades y nemátodos, desinfectando el suelo o sustratos, los instrumentos y materiales requeridos en el proceso. Lo ideal sería no producir plántulas a cielo abierto.
- g. Se han detectado algunos sustratos contaminados de nemátodos desde su origen. Es fundamental realizar el análisis de los mismos en laboratorio, previo a su utilización. Cuando la plantación se hace en el suelo directo y cerca de parcelas contaminadas, es preciso aplicar un **insecticida-nematicida-fungicida preventivo curativo** antes de la siembra. Agregar los nutrientes requeridos en esta etapa.
- h. Después de 12 a 20 días, aplicar un enraizador eficiente complementado con un producto a base de **Quitosán, Paecilomyces, Trichoderma y Basilus subtilis** para mantener protegido el sistema radicular de nemátodos y hongos hasta el trasplante.

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS

7.1. Nematicidas biológicos: características básicas

- Los microorganismos de biocontrol de Nematodos, hongos o bacterias, deben cumplir con las premisas siguientes:
 - ✓ **No deben ser patógenos de plantas, hombres y animales**
 - ✓ Deben ser capaces de reducir o suprimir las poblaciones de Nematodos por debajo del nivel crítico
 - ✓ **Poseer alta capacidad adaptativa en diferentes ambientes de suelo, temperatura, textura, materia orgánica, humedad, CIC, etc.**
 - ✓ Deben tener habilidad competitiva y un alto potencial de reproducción para lograr una alta población.
 - ✓ **Caracterizarse por su capacidad de sobrevivencia en condiciones difíciles**
 - ✓ Desarrollar la habilidad para afectar una o más especies de Nematodos.
 - ✓ **Tener una dispersión efectiva en el suelo.**
 - ✓ De fácil aplicación y resistencia a fertilizantes y a algunos pesticidas comunes.
 - ✓ **Incrementar la calidad y cantidad de cosecha en relación al testigo**

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

7.2. El concepto de salud del suelo

- Las variadas condiciones existentes en las áreas agrícolas de México, limitan la posibilidad de que un organismo benéfico pueda establecerse, desarrollarse y ser eficiente en todas las micro regiones. Por lo anterior no pueden generalizarse los controles.
- Cualquier programa de manejo de Nematodos debe comprobarse para cada región, localidad, cultivo y ambiente específicos, así como las especies que son posibles de controlar.
- Existen más de 100 especies diferentes de hongos y bacterias benéficas capaces de parasitar, repeler y competir por espacio, generar toxinas, etc contra los Nematodos.
- La SALUD DEL SUELO tiene que ver con el Balance Microbiológico Positivo para lograr una producción sostenible en todos los cultivos

7. NEMATOCIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

7.3. Hongos Benéficos

- Los hongos nematófagos son capaces de atacar, matar y digerir Nematodos (adultos, juveniles y huevos). Estos también pueden vivir saprofiticamente en materia orgánica, atacar a otros hongos (micoparásitos) y colonizar raíces de plantas como endófitos. Existen más de 300 especies. Fundamental la M.O. para su proliferación .
- **Paecilomyces lilacinus**
- Agente de control específico contra *Meloidogyne* spp. Alta capacidad parasítica y se adapta a diferentes tipos de suelo. Ataca huevos y hembras de Nematodos causando deformaciones, destrucción de ovarios y limitando la eclosión de huevos.
- Aplicado en concentraciones mayores a 107 ufc/mL produce sustancias que afectan a *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Radopholus*, provocando deformaciones, vacuolizaciones y pérdida de movimiento. El hongo es capaz de penetrar el huevo, crecer dentro del mismo y destruir el embrión.

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

- Este hongo Actinomiceto (*Paecilomyces*) es enemigo natural de enfermedades bacterianas del género *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Ralstonia* y *Xanthomonas*, además de atacar a los Nematodos.
- Produce también antibióticos del grupo de la Estreptomicina, compite por espacios en la rizósfera, protege al sistema radicular y estimula la síntesis de fitoalexinas en la planta, lo que mejora la resistencia a hongos, bacterias y Nematodos.

7.4. Micorrizas

- **Palabra griega que define la simbiosis entre un hongo (mycos) y las raíces (rhizos)**
- Se estima que entre el 90 y 95% de las plantas del Reino Vegetal presentan micorrizas en forma habitual.



7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

Tipos de Micorrizas

- **Peyronel y colaboradores (1969) definieron tres tipos de asociaciones:**
 - a) Endomicorrizas
 - b) Ectomicorrizas
 - c) Ectoendomicorrizas
- **Endomicorrizas:** hifas que penetran e invaden las partes jóvenes de las raíces, en ocasiones hasta las células del parénquima sub epidérmico. No afecta a las células de los tejidos y a ese nivel se establece el intercambio.
- **Ectomicorrizas:** las hifas fúngicas permanecen en la superficie epidérmica, en donde forman una vellosidad que reemplaza los pelos radiculares. Los hongos micorrízicos envuelven las raíces de las plantas, penetran en el parénquima de la corteza, sin infectar sus células. Los hongos que se forman son: Basidiomicetes y Ascomicetes.

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

Tipos de Micorrizas...

- **La Ectoendomicorrizas:** son una estructura intermedia; pequeño grupo de plantas y micelios. Sus funciones son similares al grupo de Ectomicorrizas, aunque también desarrollan funciones similares a algunas Endomicorrizas.
- Para que las Micorrizas tengan una mayor eficiencia en la colonización deben obtenerse de los suelos y cultivos de la región donde se utilizarán.
- **Beneficios de las Micorrizas en las plantas:**
 - ✓ Mejora el estado nutricional de la planta
 - ✓ Genera mayor capacidad de extracción de nutrientes
 - ✓ Compite por espacio con hongos patógenos, bacterias y Nemátodos en el suelo.
 - ✓ Renueva raíces y emite pelos radiculares, contrarrestando el impacto de Nemátodos.

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

- Beneficios de las Micorrizas en las plantas:...
- Producen raíces sanas, propicia mayor tolerancia al estrés hídrico, desequilibrios del pH, salinidad, etc.
- En muchos casos pueden lograrse reducciones importantes de fertilizantes químicos.
- Mejora la eficiencia de extracción y traslocación de Fósforo.
- Pueden alargar la vida útil de los pelos absorbentes y del sistema radicular en general bajo presencia de patógenos.

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

- **Trichoderma spp**
- Controla hongos y Nemátodos, tiene acción inductora de resistencia en las plantas y estimula el crecimiento.
- **Trichoderma** crecen rápidamente, producen conidios abundantes y tienen amplia gama de enzimas, tienen gran adaptabilidad a los diferentes tipos de suelo. Todas estas bondades dependen de la cepa, no tanto de la especie, por tanto es fundamental la selección de la misma para lograr resultados consistentes.
- **T. harzianum** es la más difundida y comercializada. Tolerancia hasta 38 °C. La óptima es de 20 °C.
- **Trichoderma** puede tener gran variabilidad de resultados de una región a otra. Las cepas nativas suelen ser las más efectivas que las importadas.

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

- **Trichoderma spp...**
- **Modo de acción:**
 - ✓ Competencia por espacio y por nutrientes como carbono, hierro y nitrato
 - ✓ Aceleración del desarrollo radicular. Solubilización y absorción de nutrientes inorgánicos.
 - ✓ Inducción de Resistencia
 - ✓ Para el control de los Nematodos es el **micoparasitismo**, que es un proceso complejo en la **interacción antagonista-patógeno que ocurre en cuatro etapas:**
 1. **Crecimiento quimiotrófico.** Trichoderma puede detectar a distancia a sus hospedantes.
 2. **Reconocimiento.** Existe una alta especificidad del antagonista (Trichoderma) por un sustrato (Nematodo)
 3. **Adhesión y enrollamiento.** Ocurre por la asociación de una azúcar de la pared del antagonista con una lectina presente en la pared del patógeno.
 4. **Actividad lítica.** Producción de enzimas líticas extracelulares: quitinasas, glucanasas y proteasas, que degradan las paredes celulares del Nematodo u hongo, facilitando la penetración de las hifas de Trichoderma para producir la muerte del patógeno.

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

- **Trichoderma asperellum**
- Hongo antagónico enemigo natural de Rhizoctonia, Phytium, Phytophthora, Fusarium, Rhizopus, Mucor, Botrytis, Colletotrichum, etc. además de reducir Nematodos en el suelo.
- Este hongo tiene un comportamiento parecido a las Micorrizas, por lo que las plantas absorben mejor los nutrientes y elevan los niveles de ácido jasmónico, salicílico y peroxidasas lo que propicia mayor resistencia al ataque de patógenos.
- Genera competencia espacial, produce antibióticos y parasita micelios de hongos patógenos. Ayuda a la proliferación de Micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno.

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGANICOS...

- **Myrothecium verrucaria**
- Hongo que actúa como nematicida biológico.
- Se conocen tres modos de acción:
 - ✓ Parálisis muscular irreversible que produce la muerte
 - ✓ Desorientación al afectar órganos sensoriales que impiden la alimentación y apareamiento del Nematodo
 - ✓ Previene la eclosión de huevos al afectar la permeabilidad de la membrana

En el mercado se conoce como Ditera DF, producto que se puede aplicar en el sistema de riego por goteo. La inyección del nematicida se debe realizar minutos antes del final del riego programado y evitar otro riego durante las siguientes 24 horas.

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

- **Lecanicillium spp**
- Hongo entomopatógeno, antagonista y nematófago utilizado en el control de plagas y enfermedades. *L. lecanii* y *L. muscarium* son las dos especies más utilizadas.
- Al combinar estas dos especies se puede lograr control simultáneo de mosca blanca, trips, cochinillas y áfidos, así como enfermedades como la roya y mildius polvosos. Al aplicarse en el sistema de goteo y posicionarse en la rizósfera ejerce efecto parasitante sobre huevos de Nematodos.

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

- 7.5. Bacterias benéficas

- **Bacillus subtilis**

- Enemigo natural de muchas enfermedades y Nematodos: Rhyzoctonia, Phytophthora, Fusarium, Rhizopus, Oidium, Erwinia, Pseudomonas, Xanthomonas; además puede reducir la incidencia de Nematodos.
- **Actúa por diferentes vías:**
- **Inducción de Resistencia** sintetizando en la planta fitoalexinas.
- **Promotor de Crecimiento** protege a la raíz y estimula mayor absorción de agua y nutrientes.
- **Antibiosis.** Produce antibióticos del tipo Bacilysin e Iturin que son fungo tóxicos.
- **Competencia** cubriendo los espacios de la rizosfera
- **Producción de sideróforos**, compuestos extracelulares que previenen la germinación de esporas de hongos patógenos.

7. NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS...

- 7.6 Nematicidas orgánicos
- Tervigo. 2% Abamectina natural
- ✓ KENDAL NEM
- ✓ NEMATROL PLUS
- ✓ NEMAPLUS
- ✓ QL AGRI 35
- ✓ HYTc
- ✓ MAJESTY
- ✓ TRIPLE NEMAT

- ✓ ROOTS CLEAN (NUVA) Extractos
- ✓ NUVA PROQUITINA (NUVA) Quitosano
- ✓ PLANTA SANA (NUVA) Peróxido de H. 50%
- ✓ PROQUITINA (NUVA) Harina de Jaiba



8. NEMATICIDAS QUIMICOS

- **8.1 Recomendaciones generales**

- La alta toxicidad en humanos y animales, así como la persistencia en el suelo y vegetales, los nematicidas químicos deben usarse solamente como parte de un manejo integrado. Además es responsabilidad compartida del asesor técnico y el productor conocer las características de cada producto a usar y las recomendaciones de las empresas formuladoras

- **Algunos productos sugeridos: (consultar cultivos autorizados)**

- ✓ **OREGON 60 SC.** Con registro y tolerancias EPA. Abamectina + Aminoácidos (FMC)
- ✓ **CADUSAFOS(Rugby).** Organofosforado. Granulado y Líquido. Contacto e ingestión
- ✓ **OXAMIL 24% (VIDATE L).** Carbamato. Sistémico, contacto e ingestión.
- ✓ **CARBOFURAN.** Carbamato. Sistémico, contacto e ingestión.
- ✓ **NEMACUR (Fenamifos).** Organofosforado, sistémico. Extremadamente tóxico.

9. CONTROL HORMONAL

- **9.1 Las hormonas en la planta y su influencia en el manejo de Nematodos**
- El ataque de Nematodos propicia un desbalance entre Auxinas y Citocininas, como consecuencia la planta tiene un desarrollo raquítico.
- Aplicaciones endógenas de Citocininas propiciarán el equilibrio de esas dos hormonas y la planta se verá favorecida, aún con el ataque permanente del Nematodo.
- Existen varios productos comerciales de alto contenido de esta hormona:
 - **Abundance y Prolific (Nuva Planta Fertil)**
 - Kendal Nem
 - Cystar
 - MC-Cream

10. OTRAS PRACTICAS Y TECNICAS DE CONTROL

- 10.1 SOLARIZACIÓN



- 10.2 MEJORAMIENTO GENETICO
- 10.3 LABORES CULTURALES



QUE OFRECE NUVA PARA CONTROL DE NEMATODOS, BACTERIAS Y HONGOS DEL SUELO

1. PLANTA SANA (Peróxido de hidrogeno al 50%)



Dosis:

- a) 5 días antes de plantación suelos infestados: 20 lt/ha. Al iniciar el riego
- b) En cultivo establecido: 10 lt /ha. en el riego

NO MEZCLE CON NINGUN PRODUCTO, APLIQUELO SOLO

IMPORTANTE: Protéjase con guantes y googles

CULTIVOS	PATOGENOS
Jitomate	<u>EN EL SUELO</u>
Chile	Fusarium spp
Tomatillo	Phytophthora spp
Berries	Rhizoctonia spp
Ajo	Phythium spp
Cebolla	<u>EN EL FOLLAJE</u>
Limón	Tizones
Naranja	Antracnosis
Mandarina	Mildiu
Aguacate	Cercospora
Mango	Erwinia spp
Plátano	
Papaya	



EFECTO DE PLANTA SANA[®] EN EL SUELO



APLICACIÓN EN EL SISTEMA DE RIEGO

EFECTO DE PLANTA SANA[®] EN EL SUELO



... OXIGENA AL SUELO Y ELIMINA PATÓGENOS

EFECTO DE PLANTA SANA[®] EN EL SUELO



... LIBERA NUTRIENTES Y ELIMINA NEMATODOS



QUE OFRECE NUVA PARA CONTROL DE NEMATODOS, BACTERIAS Y HONGOS DEL SUELO

2. NUVA PROQUITINA LIQUIDA



GARANTÍA DE COMPOSICIÓN		% P/V
Quitosano.....		14 %
<i>Paecilomyces lilacinus</i> 1x10 ⁷ u.f.c.....		4 %
<i>Bacillus subtilis, Bacillus megaterium, Pseudomonas</i>	1x10 ⁹	1 %
<i>Trichoderma harzianum, Trichoderma asperellum</i>	108 millones de esporas	
Diluyentes y acondicionadores orgánicos.....		81 %



- a) 8 días después de ROOTS CLEAN :10 lt/ha. Desde inicio del riego. No aplicar químicos o productos que eliminen los microorganismos del producto.
- b) Repetir en cultivo establecido: 5 lt /ha. en el riego cada 15 días (4 aplicaciones)

PUEDE MEZCLAR CON NUTRIENTES, EXCEPTO FOSFORO.





QUE OFRECE NUVA PARA CONTROL DE NEMATODOS, BACTERIAS Y HONGOS DEL SUELO

3. NUVA PROQUITINA SOLIDA



Proteína 25%
pH 8.7



Dosis:

a) 20 kg/Ha. en mezcla con el fertilizante de base

PUEDE MEZCLAR CON NUTRIENTES Y MATERIA ORGANICA





QUE OFRECE NUVA PARA CONTROL DE NEMATODOS, BACTERIAS Y HONGOS DEL SUELO

4. NUVA SILICIO 92% (Inductor de Resistencia)



CONTENIDO	% p/p
Silicio (SiO_2).....	92%
Silicio cristalizado (Cristobalita y cuarzo).....	2%
Inertes.....	6%
	100%

Dosis:

- a) 6 kg/Ha. en mezcla con el fertilizante de base
- b) 3 kg/Ha. en el sistema de riego cada 15 días (4 aplicaciones)

PUEDE MEZCLAR CON NUTRIENTES Y MATERIA ORGANICA





QUE OFRECE NUVA PARA CONTROL DE NEMATODOS, BACTERIAS Y HONGOS DEL SUELO

5. ROOTS CLEAN (Extractos Vegetales)



Contenidos:

<i>Ricinus communis</i>	25%
<i>Tagetes erecta</i>	25%
<i>Argemone Mexicana</i>	25%
Acondicionadores.....	25%
	100%

Dosis:

a) 5.0 lt/Ha. Tres a cinco días después de PLANTA SANA® Aplicar al final del riego.

SE PUEDEN APLICAR NUTRIENTES Y MATERIA ORGANICA AL INICIO DEL RIEGO.



QUE OFRECE NUVA PARA ELIMINAR PROBLEMAS DE SALINIDAD Y COMPACTACIÓN

1. DESALINIZE-R



CONTENIDOS

	g/l
TIOSULFATOS	76.5
POTASIO (K ₂ O ₅)	80.0
NITROGENO (NH ₃)	45.0
COMPLEJO AMINOPROTEICO.....	20.0
COMPLEJO INDUCTOR DE RESISTENCIA	55.0
COMPLEJO FULVICO.....	60.0
ESTIMULANTE RADICULAR.....	0.30
EMULSIFICANTES.....	130.0
DILUYENTES Y ACONDICIONADORES.....	533.2
	1,000.0

Dosis:

a) 10 lt/Ha. Repetir cada 30 días. Aplicar desde inicio del riego.

PUEDE MEZCLARLO CON ROOTS y NET®. NO MEZCLE CON CALCIO