

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL SUELO



Nematodo del tallo y del bulbo
(*Ditylenchus dipsaci*)

Por:

DIANA ROSALES BARRANCO

MONOGRAFÍA

**Presentada como requisito parcial para
Obtener el título de:**

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL SUELO

Nematodo del tallo y del bulbo
(*Ditylenchus dipsaci*)

Por:

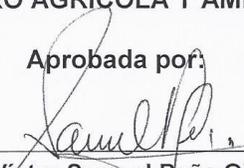
DIANA ROSALES BARRANCO

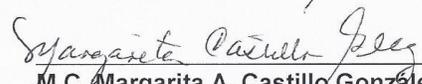
MONOGRAFÍA

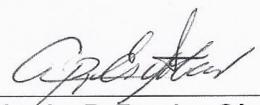
Que somete a la consideración del H. jurado examinador
como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada por:


M.C. Víctor Samuel Peña Olvera
Asesor principal


M.C. Margarita A. Castillo González
Coasesor


M.C. Alejandra R. Escobar Sánchez
Coasesor
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"


Dr. Luis Samaniego Moreno
Coordinador de la División de Ingeniería


Coordinación de
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Marzo 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida, y darme la luz del día, para poder concluir una meta muy importante en mi vida.

A mi "ALMA MATER"

Por haberme brindado la oportunidad de estudiar en esta gran institución y cobijarme durante mi estancia aquí, es un gran orgullo ser parte de ti.

A mi familia

A todos ellos, quiero agradecer su apoyo confianza y amor, quiero que sepan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudó a conseguirlo fueron ustedes. Con cariño y admiración para la Familia Rosales Barranco.

Con admiración y respeto al M.C. Víctor Samuel Peña Olvera, por el apoyo recibido, tiempo y asesoramiento en la realización del presente documento, así como también a la M.C. Alejandra R. Escobar Sánchez y a la M.C. Margarita A. Castillo González por su apoyo brindado.

A mis maestros Por haber compartido conmigo sus experiencias y conocimientos, en mi formación profesional.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Feliciano Rosales Reyes y Olivería Barranco Yáñez. Por darme la vida, amor, enseñarme a luchar por lo que se quiere ser y hacer. Por los valores inculcados que hacen ser de mí la persona que soy, son el ejemplo a seguir.

A mis hermanos:

Maleny, Rene, Mariana, Mireya, Miguel, Amapolita, Rafael, José Isabel y Magdalena. Por ser unos amigos, compañeros y consejeros, por el apoyo incondicional brindado, que fue de gran ayuda en este camino, por hablar conmigo y decirme tu puedes lograrlo, también quiero agradecer a cada una de sus respectivas familias, gracias.

A mis abuelitos:

Guadalupe Yáñez González, Agustín Barranco Ortega, Gloria Reyes Rivera, por darme la dicha de tener a unos padres maravillosos.

A mis sobrinos:

Iker, Lupita, Daniel, David, Yaneli, Yeimi, Alberto, Anahi, Carlos, Luis, Jesús, Alexander, José y Mónica. Por hacer que esas pequeñas cosas de la vida tenga un sentido con solo ver su alegría y energía que transmiten y saber que ellos son mi mayor motivación porque todos los sueños se hacen realidad "los amo".

A mis amigos:

Luis Gerardo González y Lilitiana Martínez por compartir experiencias y momentos de aprendizajes, por su apoyo incondicional que me han brindado. Pero muy en especial a Dulce María bautista por ser una amiga y compañera la cual estimo y aprecio gracias por tus consejos, regaños, y alegrías.

A mis compañeros:

Enedelía, Blanca, Daniel, Minerva, Gregorio, Zuly, Vicente, Juan y Samuel por compartir experiencias y momentos de aprendizajes, en esta maravillosa institución.

A mi novio

Rolando Velázquez Rodríguez por estar siempre conmigo apoyándome en todo momento y ser parte de este sueño.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	2
DEDICATORIAS.....	4
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ¿Qué son los nematodos?	1
1.2 El género <i>Ditylenchus</i>	2
II. OBJETIVO	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 Antecedentes	4
3.2 Clasificación taxonómica.....	5
3.3 Importancia económica.....	6
3.4 Situación del nematodo en México.....	7
3.5 Distribución mundial.....	7
3.6 Distribución nacional.....	7
3.7 Hospedantes	8
3.7.1 Distribución nacional de hospedantes.	9
IV. DESCRIPCIÓN DE <i>Ditylenchus dipsaci</i>	10
4.1 Hembra.....	12
4.2 Macho.....	13
V. ASPECTOS BIOLÓGICOS.....	14
5.1 Parasitismo.....	14
5.2 Ciclo de vida.....	15
5.3 Daños	17
5.4 Síntomas.....	19
VI. APECTOS EPIDEMIOLOGICOS.....	28
6.1 Condiciones climáticas	28
6.2 Distribución del nematodo en el suelo	28
6.3 Diseminación.....	29
6.4 Supervivencia.....	31
VII. MÉTODOS DE CONTROL	32
7.1 Control cultural.....	32

7.1. 1 Barbecho	32
7.1.2 Rotación de cultivos	33
7.1.3 Abonamiento orgánico.....	33
7.1.4 Biofumigación	34
7.1.5 Variedades resistentes	34
7.1.6 Limpieza y desinfección	35
7.2 Control físico	35
7.2.1 Calor	35
7.3 Control Biológico	36
7.4 Control Químico.....	37
VIII. CONCLUSIÓN	39
IX. BIBLIOGRAFIA.....	40
X. GLOSARIO.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas de riesgo fitosanitario para el nematodo del tallo y bulbos <i>D. dipsaci</i>	8
Figura 2. Distribución nacional de hospedantes potenciales del nematodo de los tallos y los bulbos (<i>D. dipsaci</i>)	8
Figura 3. Anatomía del nematodo <i>Ditylenchus dipsaci</i>	9
Figura 4. Hembra y macho del nematodo de los tallos y los bulbos (<i>D. dipsaci</i>)	10
Figura 5. "Lanas nematológicas" (anhidrobiosis)	11
Figura 6. Región posterior de una hembra del nematodo del tallo y de los bulbos (<i>D. dipsaci</i>) con la vulva conspicua, saco post-uterino extendido más o menos a la mitad de la distancia vulva-ano y la cola cónica con terminación en "punta de lápiz"	12
Figura 7. a) Espícula y bursa adanal del macho del nematodo del tallo y de los bulbos (<i>D. dipsaci</i>) b) cola cónica con terminación en "punta de lápiz"	13
Figura 8. Ciclo biológico de <i>Ditylenchus dipsaci</i>	15
Figura 9. Plantas de ajo infectadas por el nematodo del tallo y el bulbo (<i>D. dipsaci</i>), a) achaparramiento y muerte prematura, b) distorsión y amarillamiento con follaje quebradizo.	19
Figura 10. Bulbos de ajo afectados por el nematodo del tallo y el bulbo (<i>D. dipsaci</i>), a) textura blanda de los bulbos, b) dientes distorsionados y separados de la integridad de los bulbos..	21
Figura 11. <i>D. dipsaci</i> tubérculo mostrando síntomas de pudrición seca (a), tubérculo seccionado, mostrando pudrición en forma de embudo (b)	22
Figura 12. Daño por <i>D. dipsaci</i> en bulbos de Narciso	23
Figura 13. Bulbos de Jacinto infectadas con pudrición de las escamas en patrón concéntrico.....	23
Figura 14. Distorsión del tallo de tulipán causado por <i>D. dipsaci</i>	24
Figura 15. Necrosis del bulbo de tulipán causado por <i>D. dipsaci</i>	24
Figura 16. Achaparramiento de las plantas de alfalfa y tallo infestado por nematodos	24
Figura 17. Síntomas de <i>D. dipsaci</i> en plantas de haba.....	26
Figura 18. Diseminación a nuevas áreas.....	29

I. INTRODUCCIÓN

1.1 ¿Qué son los nematodos?

Los nematodos son organismos microscópicos que se alimentan del sistema radicular y tejidos de las plantas desde hace millones de años atrás. Posteriormente, al surgir y desarrollarse la agricultura, algunos grupos de nematodos se fueron adaptando paulatinamente a ciertos cultivos, llegando a provocar daños importantes bajo condiciones de suelo y clima que le son favorables (FASAGUA, 2015).

La mayor parte de las miles de especies de nematodos viven libremente en aguas frescas, saladas o en el suelo, y se alimentan de microorganismos, plantas y animales microscópicos. Los nematodos son los organismos multicelulares más numerosos en los agroecosistemas, pudiéndose encontrar en densidades superiores a 30 millones/m² (UPRUTUADO, 2005).

Estos organismos presentan diferencias en sus hábitos nutritivos de acuerdo a la especie, siendo algunos sedentarios y otros móviles, alimentándose fuera de los tejidos o entrando a estos para desarrollar su ciclo de vida. De aquí también se clasifican según su hábito de alimentación, correspondiendo según a ectoparásitos y endoparásitos migratorios y sedentarios en cada caso (Molina, 2007).

Los daños en las plantas por los nematodos inician con la introducción del estilete en el tejido vegetal, después secretan enzimas que ayudan a descomponer el contenido celular, es decir, durante el proceso de alimentación se perfora la pared celular, introducen un complejo de enzimas y se extrae el contenido del citoplasma, el cual va a servir de alimento a los nematodos. La respuesta de la planta a la infección por los nematodos se manifiesta en la parte aérea de la planta como marchitez, clorosis, achaparramiento y menor producción a consecuencia de las

lesiones, agallamientos y necrosis que impiden la formación de raíces normales, esto a su vez limita la absorción de agua y los elementos que requieren los vegetales para su desarrollo (Godoy et al., 2007).

1.2 El género *Ditylenchus*.

El género *Ditylenchus* comprende a varias especies y se encuentra ampliamente distribuido en todo el mundo, correspondiendo por ello a un organismo cosmopolita, que tiene una amplia variedad de hospederos. Esto les otorga una gran importancia ya que afectan a diversas plantas que son aprovechadas por el hombre, pero tienen la capacidad de parasitar plantas que son consideradas malezas con lo cual se propagan por los campos en forma natural (Molina, 2007).

En este género, se encuentra el nematodo de los bulbos *Ditylenchus dipsaci* es uno de los más importantes. Los daños ocasionados por el nematodo en los cultivos y el aumento del área de diseminación han convertido a este patógeno en un grave problema en zonas donde se ha cultivado ajo y principalmente en el uso de semilla (dientes) infestada y algunas ornamentales, que sin duda desempeña una función importante en la diseminación del nematodo. A ello agregamos la capacidad de este organismo de entrar en anhidrobiosis, lo cual le permite sobrevivir bajo condiciones adversas de humedad (Cosme, 2012).

El nematodo del tallo y bulbo *Ditylenchus dipsaci* representa un complejo de especies de difícil diagnóstico, de las cuales una es *D. dipsaci sensu stricto*, capaz de infestar un gran número de especies de plantas, mientras que otras razas biológicas descritas se caracterizan por parasitar específicamente ciertas plantas (Rius et al., 2012).

II. OBJETIVO

El objetivo principal del presente trabajo es recopilar y conocer las principales características, daños y síntomas del nematodo del tallo y los bulbos (*Ditylenchus dipsaci*), y cuáles serían los métodos de control más eficientes, dirigido a estudiantes de licenciatura de ciencias agrarias.

Palabras clave; *Ditylenchus dipsaci*, anhidrobiosis, comopolita, quinesencia, polífago.

Correo electrónico; Diana Rosales Barranco, dianarbd93@gmail.com

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Antecedentes

El género *Ditylenchus* fue de los primeros en ser descubierto, siendo descrito por Filipjev en 1934, pero la primera especie fue descrita en 1857 por Kühn como *Anguillula dipsaci* quien baso su descripción en una enfermedad en las espigas florales de la cardencha (*Dipsacus fullonum* L.). Actualmente se le conoce a este “nematodo de bulbos y tallos” (Casas, 1991).

Así mismo el nematodo del tallo es un parásito interno de los bulbos, tallos y hojas, aunque rara vez invade las raíces, pasa de generación tras generación dentro de los tejidos del huésped y emerge para pasar al suelo, solo cuando las condiciones dentro del vegetal son desfavorables (Cepeda y Bustos, 1984).

Este patógeno puede afectar a la semilla pero su ataque se observa con mayor frecuencia en las parcelas donde las plantas afectadas toman un aspecto amarillento y con poco vigor, el tallo se engrosa, el follaje se “acebolla”, en el bulbo se observa un abultamiento y las raíces se destruyen (INIFAP, 2009).

El nematodo de los bulbos (*Ditylenchus dipsaci*) produce en la mayoría de los cultivos pérdidas considerables al matar plántulas, producir enanismos de las plantas, destruir o al hacerlos inadecuados para su propagación o consumo, en general disminuyendo la producción de las plantas en un grado considerable (Agrios, 2008).

La distribución cosmopolita de *D. dipsaci* se debe en parte a la actividad del hombre, su diseminación se ha visto favorecida por la habilidad del nematodo a sobrevivir a la desecación en las semillas y bulbos (Escuer, 1998).

Todas las variedades de ajo que se cultivan en México son susceptibles a este patógeno, por lo cual, la forma de controlarlo es el uso de semilla libre del problema, o bien tratamiento de semilla y aplicaciones de nematicidas al suelo infestado. (Guerrero, 2011).

Se conoce su presencia en zonas agrícolas de varias entidades de la república mexicana, con una gran importancia económica a nivel mundial ya que tiene una amplia gama de hospedantes, Es una especie cuarentenada para México (NOM-007-FITO-1995; NOM-008-FITO-1995; NOM-009-FITO-1995; NOM-012-FITO-1995) (Tovar, 2014).

3.2 Clasificación taxonómica

La Clasificación taxonómica basada en la morfología de adultos es como sigue (SENASICA, 2013):

Phylum: *Nemata*

Clase: *Secernentea*

Subclase: *Diplogasteria*

Orden: *Tylenchida*

Suborden: *Tylenchina*

Superfamilia: *Tylenchoidea*

Familia: *Anguininae*

Género: *Ditylenchus*

Especie: *Dipsaci Sensu Stricto*

3.3 Importancia económica

El nematodo del tallo y de los bulbos *Ditylenchus dipsaci*, es el de mayor importancia económica en la agricultura por los daños y pérdidas que ocasiona. Es considerada como una limitante para la producción agrícola en zonas templadas y del mediterráneo, los hábitos alimenticios de endo-parasitismo migratorio que presenta este patógeno hace que sea considerado un polífago de excelencia pues se han reportado más de 500 especies de plantas como hospedantes en el cual destacan los cultivos de importancia económica como: papa (*Solanum tuberosum*), remolacha (*Beta vulgaris*), chícharo (*Pisum sativum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), alfalfa (*Medicago sativa*), cebolla (*Allium cepa*), ajo (*Allium sativum*), narciso (*Narcissus spp*), fresa (*Fragaria vesca*), entre otros, ocasionando pérdidas (SENASICA, 2011).

En el cultivo de ajo este nematodo, puede causar pérdidas que fluctúan entre un 30% a 80%, de las cuales están directamente relacionadas con el grado de infestación del bulbillo o diente que se usa como semilla (Abdón, 2010).

En Italia más del 60% de plántulas de cebolla, murieron en la época del trasplante por razones de siembra en campos infestados. En ajo, se han estimado pérdidas del 50% en Italia y más del 90% en Francia y Polonia (SENASICA, 2011).

Las importaciones comerciales por lo general son muy grandes, estos pueden venir de diversos campos de cultivos (libres o infestados con la plaga) y ocasionan riesgos de contaminación del producto libre de la plaga lo que puede tener un efecto negativo en la identificación. Si no se efectúan adecuados los muestreos, análisis e inspecciones en el punto de entrada (Reyes, 1999).

3.4 Situación del nematodo en México

En México, el nematodo del tallo y de los bulbos *Ditylenchus dipsaci* se encuentra afectando sobre todo a *Liliáceas* (ajo y cebolla) y está regulado en papa para consumo, semilla-tubérculo, microtubérculo y semilla botánica de papa así como otros hospedantes utilizados como material propagativo de ornamentales (iris, Jacinto, tulipán, etc.) (SENASICA, 2013).

3.5 Distribución mundial

Ditylenchus dipsaci se encuentra en la mayoría de las áreas templadas del mundo (Europa y la región del Mediterráneo, Norte y Sudamérica, Sur de África, Asia y Oceanía) pero no tiene la misma capacidad de establecerse en regiones tropicales, excepto en altitudes mayores que poseen un clima templado (Carrasco, 2007).

3.6 Distribución nacional

En México, existe la presencia del nematodo del tallo y de los bulbos, la mayor incidencia de reportes se encuentran en las regiones productoras de ajo y cebolla en los estados de Guanajuato (Pénjamo, Valle de Santiago, Apaseo el Alto, Cortázar), Aguascalientes (Rincón de Romos), Puebla (Tétela de Ocampo) y Veracruz (Perote) (Figura 1) (SENASICA, 2013).

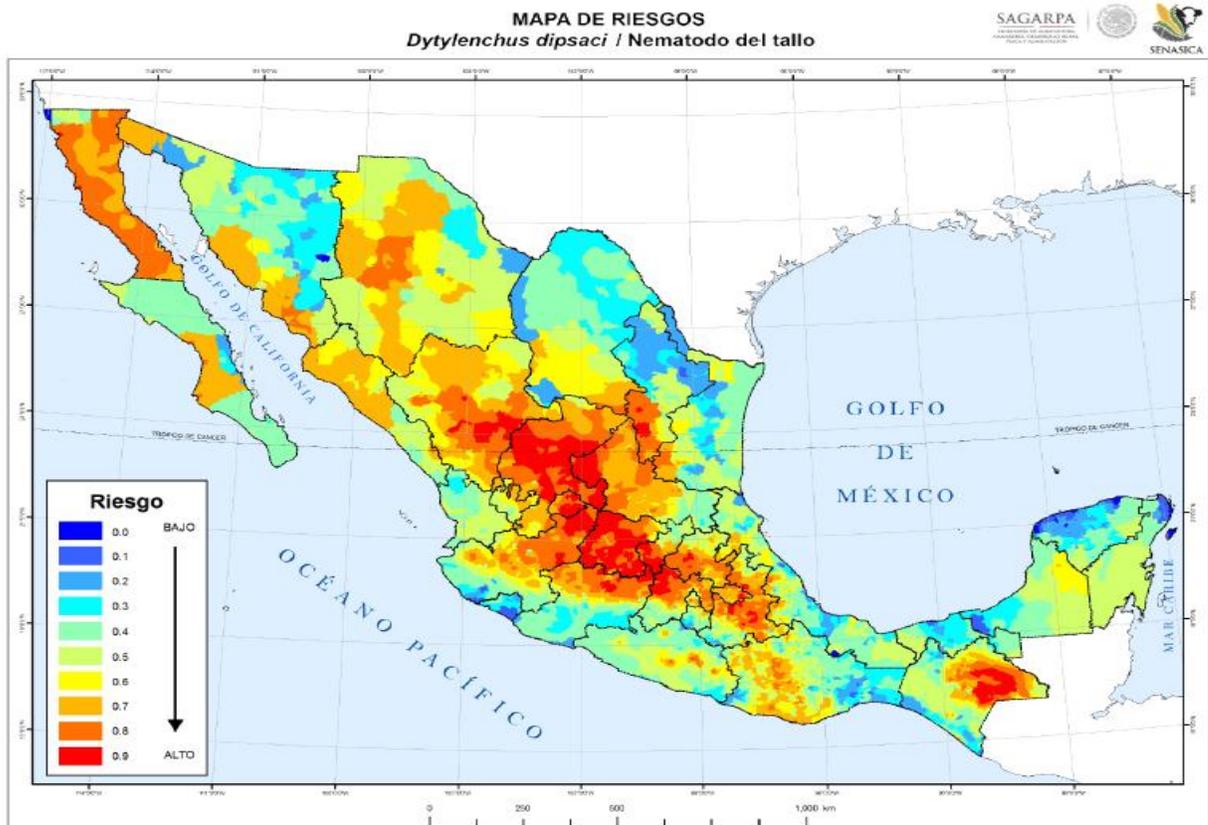


Figura 1. Áreas de riesgo fitosanitario para el nematodo del tallo y bulbos *D. dipsaci*.
Créditos: LaNGIF-SINAVEF, 2011. Citado por (SENASICA, 2013).

3.7 Hospedantes

El número de hospedantes supera las 500 especies de plantas entre cultivadas y silvestres de más de 40 familia de angiospermas. A continuación se enlistan algunos hospedantes principales: cebolla (*Allium cepa*), puerro (*Allium porrum*), ajo (*Allium sativum*), avena (*Avena sativa*), fresa (*Fragaria vesca*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), chícharo (*Pisum sativum*), centeno (*Secale cereale*), papa (*Solanum tuberosum*), haba (*Vicia faba*), maíz (*Zea mays*). Dentro de los hospedantes secundarios se encuentran las siguientes especies cultivadas: apio (*Apium graveolens*), azafrán (*Crocus sativus*), camote (*Ipomoea batatas*), lenteja (*Culinaris*), perejil (*Petroselinum crispum*), trigo (*Triticum*).

Hospederos de importancia ornamental son: narciso (*Narcissus spp.*), jacinto (*Hyacinthus orientalis*) y tulipán (*Tulipa sp.*) (SENASICA, 2011).

3.7.1 Distribución nacional de hospedantes.

En México, el cultivo hospedante de mayor importancia económica de *Ditylenchus dipsaci* es el ajo. Esto se debe a las pruebas realizadas con hospedantes diferenciales para la determinación de razas, que concluyen con la presencia de la raza “ajo” en el estado de Guanajuato. Los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas, Nuevo León, Chiapas, Campeche, Quintana Roo entre otras presentan grandes superficies establecidas con hospedantes del nematodo del tallo y de los bulbos. (SENASICA, 2013).

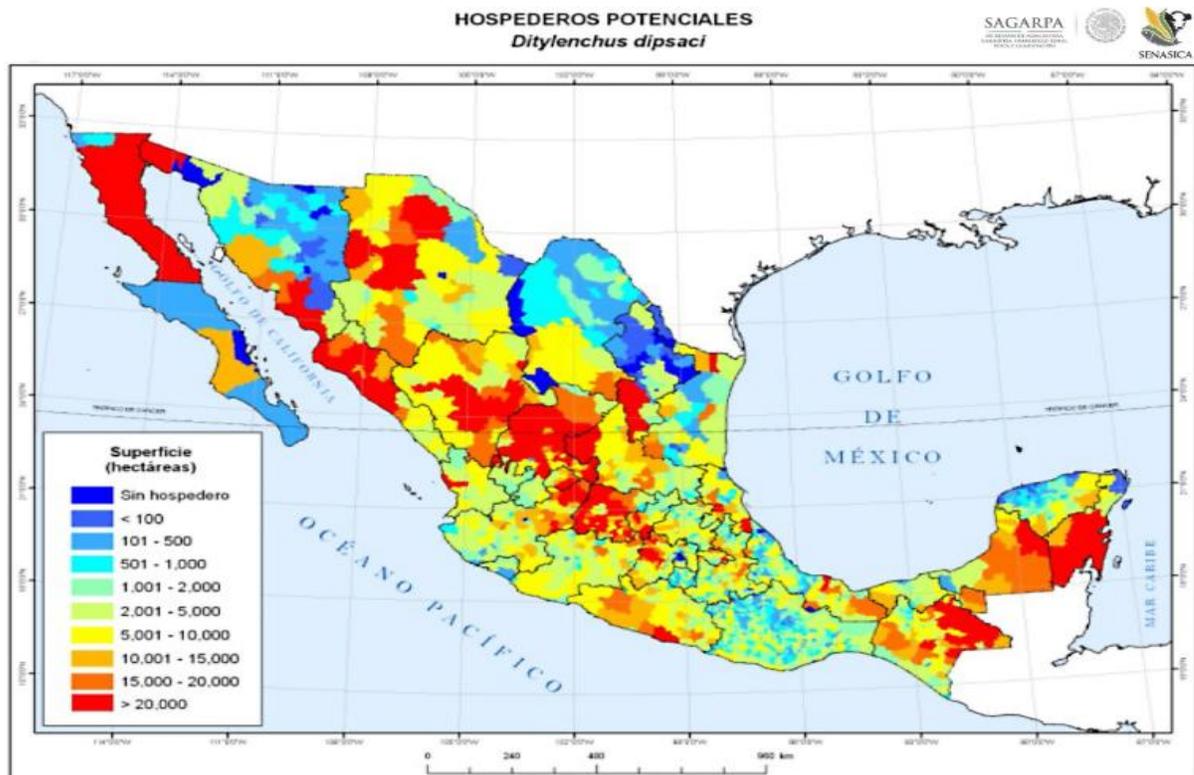


Figura 2. Distribución nacional de hospedantes potenciales del nematodo de los tallos y los bulbos (*D. dipsaci*) Créditos: LaNGIF-SINAVEF, 2011. Citado por (SENASICA, 2013).

A) Hembra adulta; X330. **B)** Cabeza de hembra; amph= anfido; gl, sal, dsl. Ap= apertura de la glándula dorsal salival; X1000. **C)** Vista frontal de la cabeza mostrando disposición de anfidios y papilas labiales; amph = anfido X100. **D)** Vista dorsal del bulbo medio del esófago; gl, subm, ap= apertura de la glándulas de la parte submedia del esófago; X500. **E)** Unión del intestino y lumen del esófago; valv= aparato valvular muscular en el final anterior del intestino; X500. **F)** Porción posterior del macho; inc, 4 incisuras del campo lateral; brs, bursa; X500. **G)** Estipula; x1000. **H)** Terminus; phos, fasmidio; X500. **I)** Sección de la cutícula a la mitad del cuerpo mostrando 4 incisuras; X330. **J)** Sección transversal del campo lateral X1000.

Puede vivir en forma libre en el suelo, en tejidos secos o rastrojos de hospederos y en algunas malezas; al infectar la planta el nematodo penetra a los tejidos alimentándose y multiplicándose en su interior (Agrio, 2008).

La mayoría de las larvas y adultos de este género son como alargados y delgados (Figura 4). El estilete es corto y frecuentemente difícil de observar en una disección bajo el microscopio (Carrasco, 2007).



Figura 4. Hembra y macho del nematodo de los tallos y los bulbos (*D. dipsaci*), créditos: CNRF-DGSV, SAGARPA 2013. Citado por (SENASICA, 2013).

El nematodo es capaz de sobrevivir en estado de anhidrobiosis durante años y posteriormente ser activado ante condiciones de humedad. Produce enzimas

pectolíticas, las cuales provocan la separación de las células en los tejidos hospedantes, síntoma diagnóstico indicativo de su presencia (Gandarilla, 2005).

Con respecto a la anhidrobiosis, el movimiento y los niveles normales de metabolismo de *D. dipsaci* se recuperan después de dos o tres horas de inmersión en agua (Figura 5) (Carrasco, 2007).



Figura 5. "Lanas nematológicas" (anhidrobiosis) (SENASICA, 2013).

El nematodo es difícil de eliminar por ser polífago y porque una vez que infesta los suelos, resiste las condiciones desfavorables (Casas, 1991).

4.1 Hembra

La hembra de *D. dipsaci* puede medir entre 1,0 y 1,3 mm de largo por 36-40 μ de diámetro, posee una cutícula marcada por líneas transversales separados a 1 μ cada una; en la zona lateral tiene cuatro incisiones que ocupan 1/6 o 1/8 del ancho del cuerpo; la región inferior de los labios no presenta estrías y es levemente aplanada; su cabeza es levemente desarrollada, midiendo de 10-12 μ de longitud con

distintas prominencias basales. El procorpus del esófago es cilíndrico, estrechándose levemente en una unión con el bulbo fusiforme medio. El istmo es angosto y se encuentra rodeado por el anillo nervioso; en esta sección el esófago se expande sobreponiéndose levemente al intestino, presentando una pequeña válvula al comienzo de esta unión. El poro excretor se encuentra opuesto al bulbo basal. El extremo distal tiene forma de cono con la punta aguzada. En la vulva, la parte anterior de los ovarios están estrechados, usualmente con oocitos en uno solo, ocasionalmente dobles. El saco post vulval presenta una extensión en la parte media de la vía del ano (Figura 6) (Carrasco, 2007).

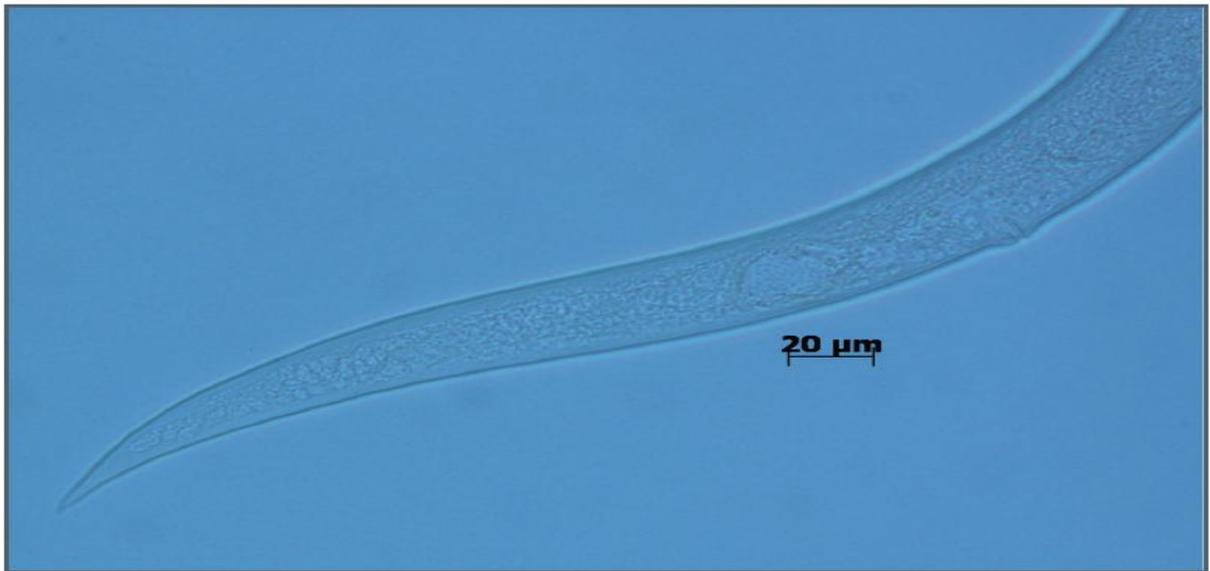


Figura 6. Región posterior de una hembra del nematodo del tallo y de los bulbos (*D. dipsaci*) con la vulva conspicua, saco post-uterino extendido más o menos a la mitad de la distancia vulva-ano y la cola cónica con terminación en "punta de lápiz". Créditos a Ramírez- Suárez, CNRF-DGSV, SAGARPA 2012. Citado por (SENASICA, 2013).

4.2 Macho

El macho puede variar de 1,0 a 1,3 mm de longitud y entre 37 a 41 μ de diámetro, la región anterior y la cola es similar a la de la hembra con la punta terminal aguzada, pero presenta una bursa que se extiende tres cuartos del largo de la cola,

además de un par de espículas curvadas ventralmente y extendidas anteriormente (Figura 7) (Carrasco, 2007).

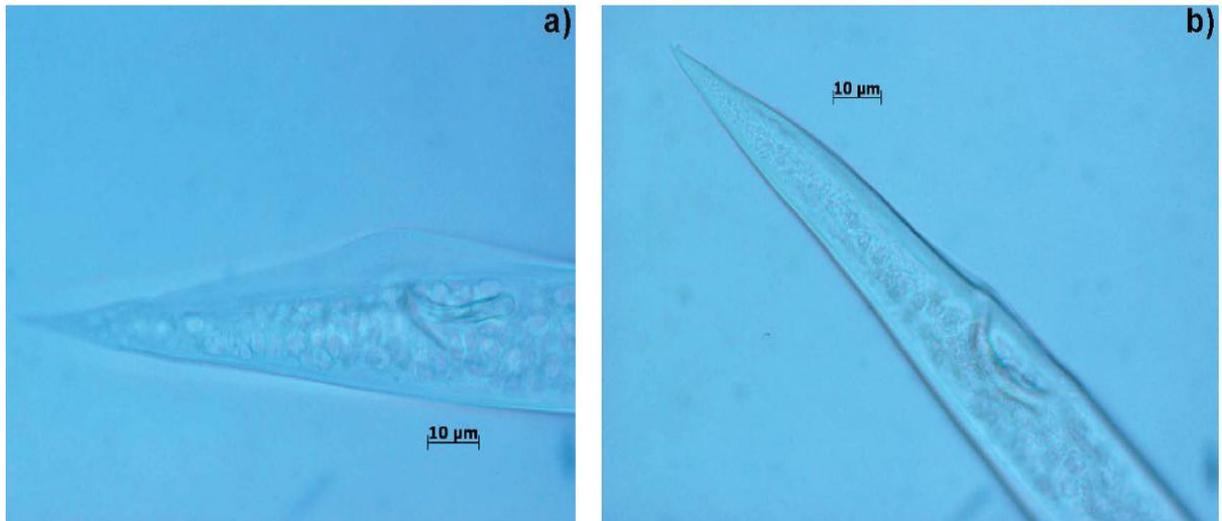


Figura 7. a) Espícula y bursa adanal del macho del nematodo del tallo y de los bulbos (*D. dipsaci*) b) Cola cónica con terminación en "punta de lápiz". Créditos a Ramírez- Suárez, CNRF-DGSV, SAGARPA 2012. Citado por (SENASICA, 2013).

V. ASPECTOS BIOLÓGICOS

5.1 Parasitismo.

Son nematodos ecto y endoparásitos migratorios (Cepeda, 1996).

Entre su parasitismo *Ditylenchus dipsaci* alcanza mayor anhidrobiosis, por la resistencia a la sequía que presenta, pudiendo vivir por muchos años en el suelo. Por esta razón el nematodo de los bulbos no se adapta a condiciones tropicales o subtropicales. Puede vivir en forma latente hasta por 8-9 años, pasa el invierno en los tallos, bulbos y peciolos (Cepeda y Bustos, 1984).

Los factores medioambientales afectan la habilidad de *D. dipsaci* de parasitar y reproducirse en alfalfa, y que ciertas prácticas agronómicas, tales como cosechar cuando el suelo tiene altos niveles de humedad puede aumentar la severidad y el parasitismo de este fitonematodo. Además, debido a estas condiciones, variará la severidad del ataque de este parásito de un año a otro. (Carrasco, 2007).

5.2 Ciclo de vida.

D. dipsaci es un parásito interno o endoparásito que se puede encontrar en tallos, hojas y bulbos. Cumple su ciclo biológico dentro del hospedero y solo sale al suelo cuando las condiciones son adversas. La reproducción ocurre durante todo el año; este patógeno se desarrolla a una temperatura que se encuentra alrededor de los 15 °C y es la óptima para su desarrollo. A esta temperatura y en presencia de hospederos susceptibles, su ciclo de vida se cumple en unas tres semanas (Molina 2007).

El nematodo presenta una reproducción bisexual, y su ciclo completo requiere de 19 a 25 días con una temperatura de 15 °C (Casas, 1991).

Después del apareamiento, las hembras pueden ovipositar de 8 a 10 huevecillos por día, pudiendo producir de 200 a 500 en total (Casas, 1991).

Agrios (2008), afirma que las hembras de *D. dipsaci* pueden oviponer hasta 500 huevos y pueden vivir entre 45 a 72 días. La primera muda cuticular se produce dentro del huevo y después de eclosionar la larva II o juvenil de segundo estadio (JII), se produce la segunda y tercera muda, desarrollándose un pre-adulto o larva infectiva (Figura 8).

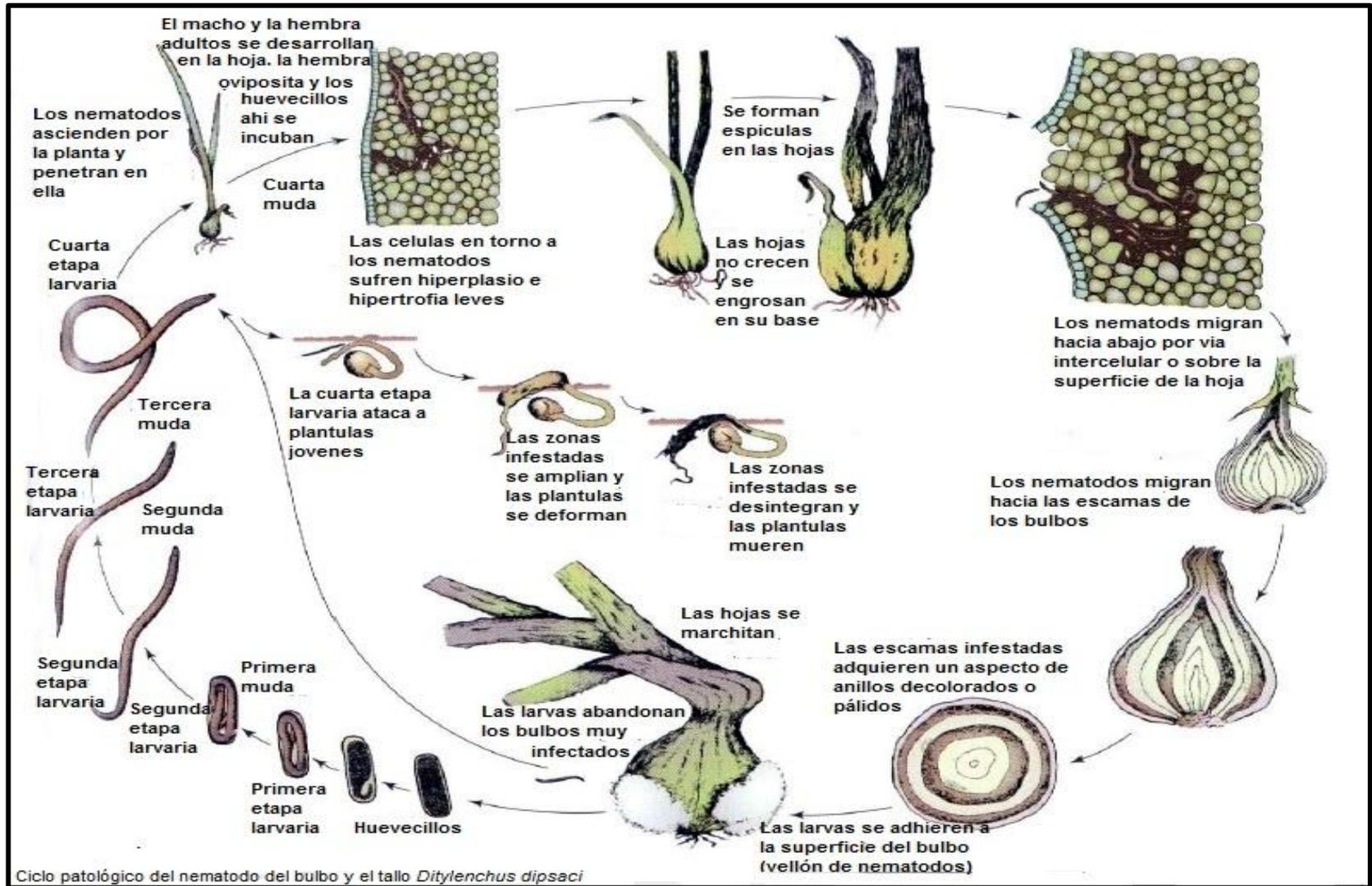


FIGURA 8. Ciclo biológico de *Ditylenchus dipsaci* Agrios, 2005, citado por (Cassanello, 2011).

Ésta puede resistir condiciones medioambientales adversas y entrar al hospedero produciendo la infección. Posteriormente, se realiza la cuarta muda de la cual se desarrollan los adultos. Las hembras que son fecundadas pueden empezar la postura, la cual continúa durante todo el año.

El juvenil de cuarto estadio (J4) es la forma de supervivencia del nematodo en ausencia del huésped, pudiendo soportar temperaturas inferiores a los 0 °C, temperaturas estivales de hasta 55 °C, o décadas deshidratado, pudiendo ser aislado de plantas completamente secas después de humedecerlas (Rius et al., 2012).

Para alimentarse perforan los tejidos de la planta de ajo con el estilete o boca, y luego ingresan dentro de los tejidos, donde se reproducen (Narrea, 2012).

En cuanto a la unión entre macho y hembra, el adulto macho atrae a la larva hembra en su cuarto estadio pero no a otros machos, y las larvas hembras del cuarto estadio no se atraen mutuamente entre hembras (Carrasco, 2007).

La entrada a la planta se realiza a través de la raíz y hasta el disco basal cuando se dan ciertos fenómenos de “atracción y activación”, debidos a los exudados de las raíces. Se menciona a esta plaga como un parásito interno de las plantas que penetra el tejido parenquimatoso de la corona o del bulbo (INIA, 2010).

5.3 Daños

El daño primario causado por *Ditylenchus dipsaci*, es la digestión de la laminilla intercelular en el ajo, cebolla y otros bulbos. Además, el parénquima de las células puede disolverse o quedar flojo y tornarse amarillento o café; en hojas y tallos se pueden presentar agallas en forma de protuberancias, doblarse y mostrar áreas cloróticas (Montes et al., 2004).

Los síntomas secundarios debido al efecto del crecimiento local y la necrosis varían en las diferentes especies de plantas (Gandarilla, 2005).

En infestaciones severas, la base de la planta se ve necrosado o carcomida, los bulbos se desprenden con facilidad del suelo, hay reducción de rendimiento y calidad de los bulbos (Narrea, 2012).

D. dipsaci se localiza preferentemente en la zona del embrión de las semillas, manifestándose posteriormente la infestación en las plantas (Böhm y Apablaza, 2005).

Cuando los nematodos atacan semillas, bulbos en germinación o semillas jóvenes, entran cerca del hipocótilo de la raíz o en puntos inmóviles de la semilla y quedan en los espacios intercelulares alimentándose de las células del parénquima (Casas, 1991).

La mayor parte del daño se debe a los efectos de las secreciones salivales sobre los tejidos vecinos. Un efecto de esta secreción es la disolución de la lámina media, lo que origina que, en la vecindad de la región invadida, se separen entre si las células. Esta separación de las células se produce por un disolvente pectico. Esta pectasa es uno de los ingredientes activos de la secreción salival del parásito, la disolución de la lámina media es necesaria para la supervivencia del nematodo (Christie, 1986).

Los nematodos secretan también reguladores de crecimiento que inactivan las auxinas y que provocan una división anormal y un agrandamiento de la célula. Los síntomas de hinchamiento de las plantas infestadas pueden ser mediante el daño producido por hormonas que eliminan las malas hierbas (Brewster, 2001).

Provocan deformación en tejidos del bulbo, distorsión de tallos, pecíolos, hojas, semillas y deformación en tejidos foliares que forman pequeñas y grandes cavidades llenas de nematodos, ocasionando raquitismo por grandes pérdidas de almidones y de otros compuestos (Hernández *et al.*, 2015).

Con respecto al daño en la parte aérea es más apreciable después de la floración cuando las hojas están en activo crecimiento (Carrasco, 2007).

El daño que causa a los tubérculos permite que éstos sean atacados por organismos secundarios los cuales aumentan la incidencia de pudriciones (Moreno, 2005).

Una semilla infestada con *D. dipsaci* va perdiendo su color natural desde la base hacia el ápice, disminuyendo su consistencia y peso, cuando la infestación es severa, la base, o tallo verdadero, se ve necrosada o carcomida (Abdón, 2010).

5.4 Síntomas

Los síntomas de infestación generalmente se manifiestan por la aparición de zonas atrofiadas, malformaciones que pueden llevar a la muerte de la planta si la infestación es muy severa. Los tallos generalmente se deforman e hinchan, los entrenudos se acortan y retuercen, apareciendo agallas y lesiones locales. En general, este nematodo causa la hinchazón y distorsión de partes aéreas de las plantas y necrosis o pudrición de la base del tallo, bulbos, tubérculos y rizomas (Escuer, 1998).

En cebolla y ajo la emergencia es pobre y retardada. Las plántulas enfermas están pálidas, torcidas y arqueadas, la mayoría mueren en las tres semanas posteriores a la plantación. Las plantas jóvenes enfermas presentan hinchazones,

espículas en el tallo, escorzo, rizado de las hojas, y están achaparradas. Las hojas exteriores se vuelven flácidas se cuelgan y postran en el suelo (figura 9). Las escamas afectadas aparecen con anillos o áreas irregulares decoloradas en una vista longitudinal (Morales, 1998).



Figura 9. Plantas de ajo infectadas por el nematodo del tallo y el bulbo (*D. dipsaci*), a) achaparramiento y muerte prematura, b) distorsión y amarillamiento con follaje quebradizo. Créditos a Ramírez- Suárez, CNRF-DGSV, SAGARPA 2012. Citado por (SENASICA, 2011).

La infestación en plantas jóvenes de ajo se inicia directamente a través de la epidermis, mientras que en plantas más maduras *D. dipsaci* entra por la base del bulbo, donde se originan las raíces o incluso directamente por estomas en periodos de alta humedad cuando se desarrolla una película de agua sobre la planta; en estos casos el nematodo puede trepar por ésta y entrar a la planta (figura 10) (Molina, 2007).



Figura 10. Bulbos de ajo afectados por el nematodo del tallo y el bulbo (*D. dipsaci*), a) Textura blanda de los bulbos, b) Dientes distorsionados y separados de la integridad de los bulbos. Créditos a Ramírez- Suárez, CNRF-DGSV, SAGARPA 2012. Citado por (SENASICA, 2011).

En muestras de semillas de cebolla y ajo fuertemente infestadas, los nematodos se encuentran por debajo de la cubierta de la semilla o en la superficie externa, nunca en el endospermo o embrión. Cuando los tejidos son jóvenes y succulentos pueden infestarse en cualquier punto, cuando el tejido está maduro es posible que los nematodos penetren por la base del bulbo o por los estomas del follaje (Cepeda et al, 1983).

Con un ataque después de la bulbificación, las hojas se ponen amarillas, y se distorsionan. La planta no se ve tan chica y el tallo no presenta un engrosamiento tan pronunciado, pero se pone blando y a veces se rompe, o se corta en la base del cuello cuando se tira de él. Los bulbos en este caso presentan deformaciones y rupturas de las túnicas externas en sentido longitudinal y se ponen livianos (Abdón, 2010).

Si la estación es seca los bulbos se deshidratan y se ponen muy livianos. Si hay mucha humedad se van pudriendo acompañados de un desagradable olor sulfuroso (Abdón, 1991).

El nematodo de los bulbos (*Ditylenchus dipsaci*) penetra a los tallos de la planta de papa cuando las condiciones de humedad son adecuadas; luego se multiplica y migra en los tejidos del tallo, con la ayuda de mecanismos enzimáticos rompe las células causando hinchamientos y distorsión de los tallos (Figura 11) (Moreno, 2005).

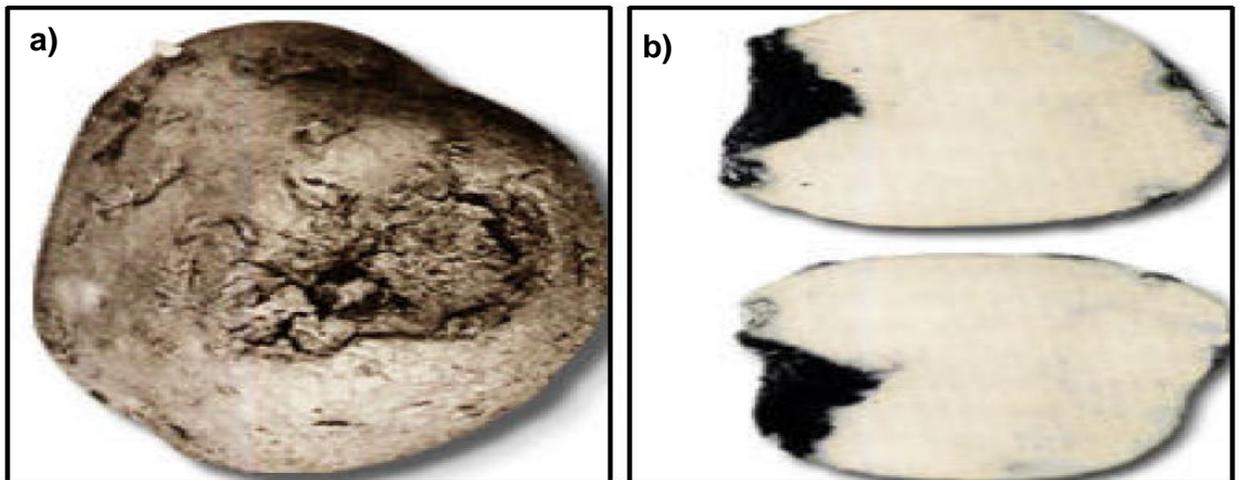


Figura 11. *D. dipsaci* tubérculo mostrando síntomas de pudrición seca (a). Tubérculo seccionado, mostrando pudrición en forma de embudo (b) (Moreno, 2005).

En las zanahorias atacadas presentan los peciolo hinchados o torcidos, a veces con agallas pequeñas. Los cuellos están hinchados y con chancros, la podredumbre se extiende rápidamente hasta la total destrucción de la planta (Anónimo, 2011).

En apio, las plantas son raquíticas y presentan una cabellera radicular poco abundante. En el perejil se nota una debilitación general del vigor, con amarillamiento

del follaje. Las raíces presentan amplias zonas cloróticas de color pardo negruzco (Anónimo, 2011).

Los síntomas producidos en plantas de narciso son hojas distorsionadas, con engrosamientos en forma de ampollas de color amarillo pálido, que se observan más fácilmente antes del florecimiento (Gandarilla, 2005).

Estos nematodos entran en las plantas de narciso principalmente por penetración en los nuevos brotes aproximadamente en el tiempo en que emergen del suelo, continuándose la infestación por el alargamiento de las hojas. Cuando los bulbos de narciso se conservan almacenados, las larvas pueden emigrar fuera de los muy infestados, pasando a menudo a través de grietas en las aristas de la placa basal (Figura 12) (Christie, 1986).

En Jacinto los síntomas son similares, pero no se observan las ampollas en las hojas. El follaje presenta estrías de color amarillo pálido y un ligero engrosamiento (Figura 13) (Gandarilla, 2005).



Figura 12. Daño por *D. dipsaci* en bulbos de Narciso (SENASICA, 2011).



Figura 13. Bulbos de Jacinto infectadas con pudrición de las escamas en patrón concéntrico (SENASICA, 2011).

En tulipanes, el primer síntoma se presenta como una palidez de la planta o lesiones purpuras en uno de los lados del tallo (Figura 14), inmediatamente abajo de las flores, el cual se encorva en dirección de la lesión. Cuando se incrementa el daño, la epidermis se separa y los tejidos de abajo quedan sueltos. En ataques severos, se extienden lesiones similares que descienden por el tallo desde las axilas de las hojas, causando deformaciones en el crecimiento. Los bulbos infectados presentan una pérdida de color y necrosis esparcida en la base del bulbo (Figura 15) (Orduño y Oros, 2002).



Figura 14. Distorsión del tallo de tulipán causado por *D. dipsaci* (France, 2008).

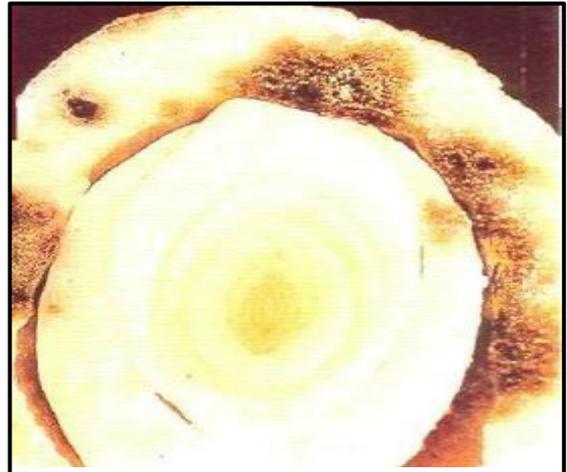


Figura 15. Necrosis del bulbos de tulipán causado por *D. dipsaci* (France, 2008).

La infección en bulbos de iris por *D. dipsaci*, raramente se manifiesta en malformaciones de follaje, pero si se observan puntos o manchas en el lugar donde se une el tallo con los bulbos. Los nematodos entran a los bulbos cerca de la base y producen una depresión alrededor del disco basal causando deshidratación de las escamas los cuales esporádicamente se desprenden (SENASICA, 2011).

Pervinca (*Phlox* sp) es una ornamental de follaje que, al ser atacada por *D. dipsaci*, presenta tallos engrosados y quebradizos, además del acortamiento de los

entrenados. Son típicos la reducción y el encrespamiento de la lámina de las hojas (Orduño y Oros, 2002).

En la hortencia (*Hidrangea macrophylla*), causa distorsiones en las partes no leñosas o retoños y una mayor, más marcada venación en los peciolos (Orduño y Oros, 2002).

Las deformaciones en hojas y bulbos son el síntoma más característico de las infecciones por *Ditylenchus dipsaci*. A menudo, las plantas jóvenes pueden morir cuando las infecciones son altas. Los bulbos infectados presentan capas concéntricas de hojas marrones y se pudren durante el almacenaje, por infecciones secundarias causadas por bacterias (Talavera, 2003).

Las plantas de alfalfa infectadas con *Ditylenchus dipsaci* tienen liberación de aminoácidos y esta liberación de aminoácidos trae como consecuencia la iniciación de la formación de agallas en las plantas, es decir que incrementa su desarrollo (Cepeda y Bustos, 1984).

En alfalfa investigaron el efecto del tipo de suelo, riego, porcentaje de germinación de las semillas y nivel de inóculo del nematodo *Ditylenchus dipsaci*, en la infección de las plántulas encontraron que en los suelos areno-arcillosos son más propicios para la penetración, la cual era mayor cuando el riego no se hacía inmediatamente después de la inoculación. En relación con la edad de la planta, observaron que cuando estas tenían una raíz de 6-13 cm, la penetración era mayor (Montes *et al.*, 2004).

También infecta las inflorescencias y semillas en alfalfa. Estos síntomas aparecen como manchones en el campo y son inducidos por las enzimas secretadas por el nematodo y también por un desbalance de auxinas producidas en la planta. Es

común observar el ennegrecimiento de los tallos a nivel del suelo donde se alojan los nematodos (Alarcón *et al*, 2008).

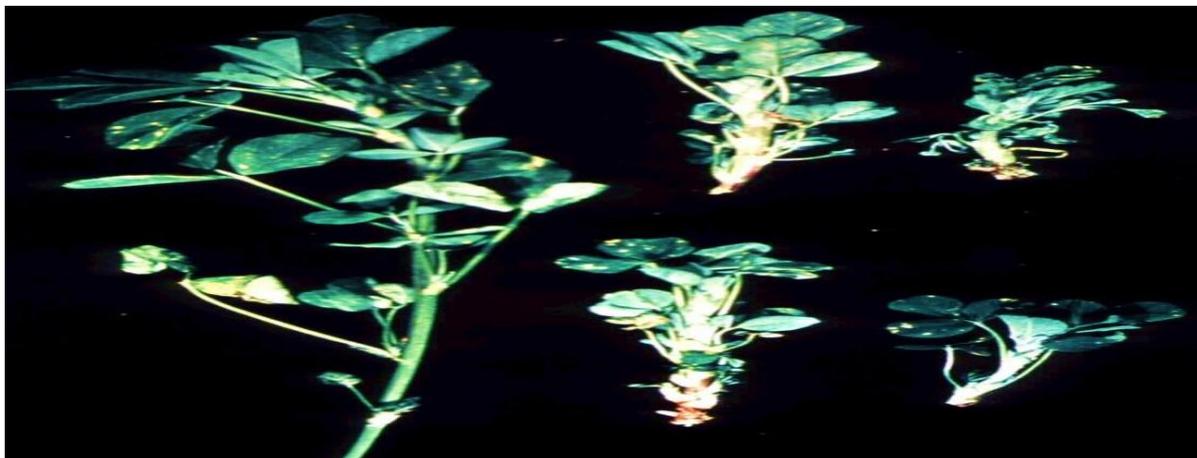


Figura 16. Achaparramiento de las plantas de alfalfa y tallo infestado por nematodos. (Ferris, 2008).

Böhm y Apablaza (2005), señalan que la infestación del nematodo del bulbo y del tallo en plantas de haba provoca distorsiones en cotiledones, hojas y tallos, lo cual incide finalmente, en una menor altura y número de hojas en plantas (Figura 17).



Figura 17. Síntomas de *D. dipsaci* en plantas de haba (Böhm y Apablaza 2005).

Las vainas de haba son frecuentemente infestadas por el nematodo del bulbo y del tallo. Las semillas más fuertemente infestadas pueden contener larvas secas en el cuarto estadio larval de *D. dipsaci*. En Siria se extrajeron de semillas secas, larvas vivas de *D. dipsaci* en el cuarto estado de desarrollo después de tres años de haber sido cosechadas (Carrasco, 2007).

En avena y centeno infestados producen muchos brotes cortos, las vainas y otras estructuras se vuelven tumefactas. En dicotiledóneas, los tallos atacados se tuercen, deforman y las hojas se arrugan y se rizan (Pintor, 2010).

El nematodo de los bulbos *Ditylenchus dipsaci* puede dañar a partir de la germinación, en este caso las plantas se inclinan en la base y presentan hojas deformadas o encorvadas, los tejidos infestados tienen un follaje hinchado y un aspecto mate, más adelante la podredumbre se introduce en la base de la planta de tal modo que al momento de arrancarlas el cuello se rompe y queda en el suelo con las raíces, causando durante la invernación la podredumbre total del bulbo (Cepeda *et al*, 1983).

Los bulbos destinados a la producción de semillas que estén ligeramente infestados pueden sobrevivir durante el almacenamiento y darán lugar a plantas infestadas durante la floración, producirán semillas que lleven nematodos en sus cubiertas. Las semillas infestadas pueden constituir una importante fuente primaria de extensión de la plaga, como cualquier otro material vegetativo para la propagación de la planta (Brewster, 2001).

Por su parte Böhm y Apablaza (2005), indican que en especies leguminosas, bajo condiciones favorables de temperatura y humedad, el nematodo alcanza tempranamente tallos y hojas los que muestran deformaciones, afectando el crecimiento de las plantas.

Las pérdidas están relacionadas directamente con el grado de infestación de los bulbos que se comercializan como semilla y del suelo donde se va a plantar (Abdón, 2010).

El ataque del nematodo favorece la posterior entrada de hongos y bacterias que son los que dan color oscuro a las lesiones. *D. dipsaci* se ha encontrado asociado con bacterias como *Clavibacter michiganensis* sub sp *insidiosum* y hongos como *Verticillium albo-atrum* en alfalfa. Densidades de 10 nematodos por 500 gr de suelo producen serios problemas en cebolla, remolacha y ajos (Escuer, 1998).

Este nematodo, además de hacer un daño mecánico al penetrar a la planta y un daño destructivo en los tejidos y células, cuando está en su interior, interactúa con hongos y bacterias patógenas que provocan un efecto sinérgico adverso a la planta, provocándole la muerte prematura. Ejemplo: con *Botrytis allii* en cebolla, o bien con *Corynebacterium insidiosum* en alfalfa (Abdón, y González. 1993).

VI. APECTOS EPIDEMIOLOGICOS

6.1 Condiciones climáticas

Se ha observado que la máxima actividad y la mayor habilidad invasora ocurren entre 10 y 20 °C de temperatura y con una humedad relativa de 57 a 70% (Escuer, 1998).

6.2 Distribución del nematodo en el suelo

La heterogeneidad en las densidades de población en el suelo, da como resultado los manchones de plantas enfermas. Esta distribución irregular se debe en parte, a que el nematodo está muy ligado al vegetal en el cual completa su desarrollo

y multiplicación, por otra parte hay una tendencia de *Ditylenchus dipsaci* a agruparse, cuando las poblaciones son altas. Este último comportamiento se ha observado cuando se colocan los nematodos en una suspensión acuosa, y se supone que suceda lo mismo en el suelo. El nematodo es difícil de eliminar por ser polífago y porque una vez que infesta los suelos, resiste las condiciones desfavorables (Montes *et al.*, 2004).

La migración ascendente de *Ditylenchus dipsaci* es de importancia en el control del nematodo en el suelo. Los nematicidas pueden necesitar ser efectivos hacia los últimos 25.40 o 30.48 cm o pueden ser suficientemente persistentes en los 14.24 cm más superiores del suelo para proteger a las plantas del ataque del nematodo que se mueve más abajo (Montes *et al.*, 2004).

6.3 Diseminación

Existen diversos mecanismos de dispersión de nematodos, los cuales, pueden ser equipos y herramientas, labores de cultivos, material vegetal, sustratos, hombre. Este nematodo se puede diseminar por medio de:

- Hojas o bulbos infestados de cebolla que quedan en el potrero.
- Plantas o tierra infestada adherida a maquinaria agrícola.
- Agua de riego que pasa por cultivos infestados.
- Semilla cosechada de bulbos infestados.
- Almacigos infestados.
- Malezas que actúan como reservorio, aumentan y diseminan este nematodo a través de los campos como son: correhuella (*Convolvulus arvensis L.*), pasto cebolla (*arrhenatherum elatius L.*), entre otras.

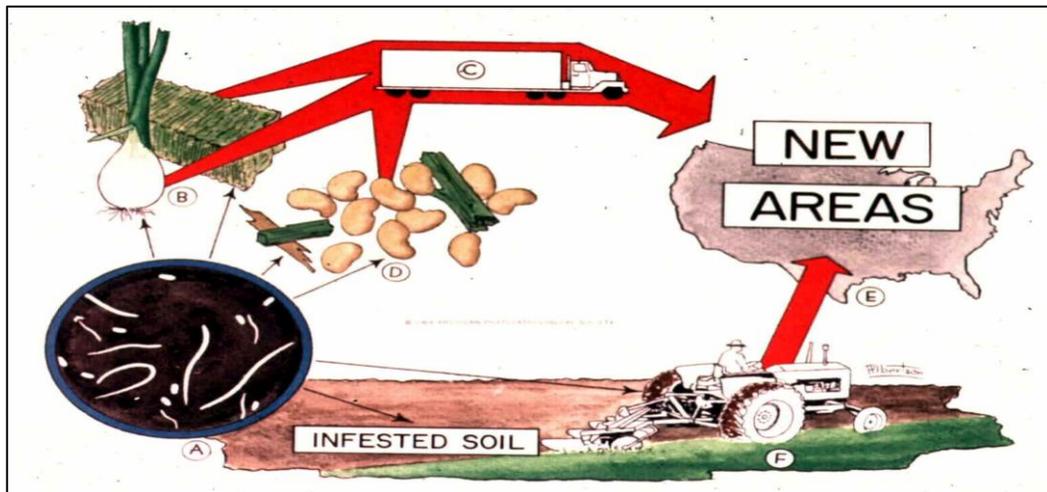


Figura 18. Diseminación a nuevas áreas (Ferris, 2008).

La propagación de flores ornamentales perenes es frecuentemente llevada a cabo mediante división de los órganos de propagación, como consecuencia de este método puede resultar, un incremento en la diseminación y distribución de nematodos fitoparásitos (Carrasco, 2007).

La diseminación es mediante semilla infestada, agua de riego, o por movimiento de suelo infestado. La invernación la lleva a cabo dentro de la semilla (en ausencia de humedad), y como larvas y/o huevecillos en el suelo (Cosme, 2012).

Uno de los principales métodos de diseminación del nematodo en el cultivo de ajo, es mediante bulbos infestados (Carrasco, 2007).

Un segundo mecanismo de diseminación, también muy importante, resulta ser los restos infestados de plantas de ajo que quedan en el campo después de las cosechas (Abdón, 2010).

6.4 Sobrevivencia

La sobrevivencia de los nematodos y los daños son mayores en suelos pesados, en comparación con los suelos arenosos. También pueden sobrevivir en un gran número de malezas.

La arcilla húmeda o los suelos de aluvión favorecen la sobrevivencia y la propagación de los nematodos en el campo, mientras que su vida es más corta en los suelos arenosos. Los nematodos se extienden tan solo aproximadamente un metro por año migrando desde la fuente de infestación en condiciones ideales de humedad edáfica (Brewster, 2001).

En el campo, la forma de sobrevivencia de *D. dipsaci* corresponde al cuarto estado juvenil, en el que puede permanecer por varios años, lo que le permite sobrevivir un largo período sin un hospedero (Carrasco, 2007).

Cuando los tejidos o follaje infestados por *D. dipsaci* mueren y se pierde la humedad, los estadios larvales pre-adultos entran a un estado de reposo inactividad conocida como “estado de quiescencia”. Estas masas de nematodos en quiescencia son grisáceas o blanquecinas dando la apariencia algodonosa el cual es conocido como “nematodo wool” o “lana de nematodos”. Con esta condición de reposo, los nematodos pueden permanecer activos durante varios años y volverse a reactivarse en pocas horas después de estar en contacto con el agua (SENASICA, 2013).

Las larvas pueden tolerar consideradamente la desecación por la alta presión osmótica que tienen en sus tejidos, tanto que se adaptan rápidamente a los cambios de presión osmótica (Casas, 1991).

Las larvas de *D. dipsaci* pueden tolerar una presión osmótica mayor a 20 atm, lo cual refleja la habilidad de este nematodo para tolerar la deshidratación (Carrasco, 2007).

La probabilidad de entrada de *D. dipsaci* en importaciones de bulbos de cebollas para consumo es alta, considerando que:

El nematodo puede venir alojado en el bulbo en estado de dormancia, viable y no ser detectado en los puntos fronterizos del producto (Reyes, 1999).

VII. MÉTODOS DE CONTROL

Una de las medidas más efectivas para controlar este nematodo es asegurarse de que la semilla está libre del patógeno mediante un análisis en un laboratorio de Fitopatología (INIFAP, 2009).

En las ornamentales de follaje la situación es más compleja, porque la estética de la planta es la más afectada. Las plantas afectadas se deben eliminar y quemar. El uso de materia orgánica abundante, gallinaza o compost en el substrato, puede ayudar en la prevención (Orduño y Oros, 2002).

7.1 Control cultural

7.1.1 Barbecho

Cuando se habla de dejar la tierra barbechada, simplemente significa que intencionalmente no se desarrollara cultivo alguno. Ya que se pretende dejar la tierra libre de toda vegetación, incluyendo hierbas por un cierto periodo de tiempo

mediante la implementación de los diferentes arados o aplicación de herbicidas para prevenir el desarrollo de plantas. El resultado final es la reducción de nematodos por inanición y desecación. El barbecho es primeramente efectivo bajo condiciones de alta temperatura del suelo sin lluvias en verano (Alonso, 1979).

7.1.2 Rotación de cultivos

Una efectiva rotación de cultivos involucra la introducción de una planta resistente a nematodos que pueden desarrollarse satisfactoriamente. Es recomendable, siempre que se use una planta comprobadamente no susceptible y por un lapso no menor de cinco años (Yepez, 1972).

Según Agrios (2008), el cultivo de espinaca, zanahorias, papa y de lechugas pueden ser buenas opciones para rotación de siembras con ajo por dos a tres años.

En alfalfa y trébol se recomienda enterrar y destruir los residuos de cosecha, hacer barbecho en seco, eliminar mezclas de hospederos, rotar cultivos por cuatro años con plantas resistentes como espinaca zanahoria y lechuga (Pintor, 2010).

7.1.3 Abonamiento orgánico

El uso de abonos orgánicos ha demostrado, en algunos casos, ser efectivo para disminuir las poblaciones de varios nematodos, posiblemente por las siguientes razones:

- a) Aumenta las condiciones favorables para que prosperen los enemigos naturales de los nematodos fitoparásitos.
- b) Porque aumenta el vigor de la planta y la hace más apta para resistir cualquier parasito.

- c) Puede haber un efecto dañino hacia los nematodos fitoparásitos de las sustancias derivadas del metabolismo de los microorganismos que abundan en los abonos.

7.1.4 Biofumigación

Se le llama a una técnica que permite utilizar la materia orgánica y los residuos orgánicos, así como los productos de su descomposición en el control de hongos, bacterias y nematodos. Se refiere al uso de diferentes estiércoles y residuos de industrias, papelera, forestal, pesquera, frigoríficos, congelados, etc. Se pueden agregar al suelo directamente pero muchas veces se necesita hacer un compost y que fermente adecuadamente a temperaturas de 60 - 65°C para eliminar efectos indeseables (Anónimo, 2009).

La inclusión de abono verde, como el sorgo forrajero o de especies de las familias de las *Brasicas* como repollo, coliflor, brócoli que contienen sustancias denominadas glucosinolatos. Estas especies, al ser picadas y enterradas liberan sustancias efectivas para el control de nematodos (Arboleya *et al.*, 2012).

7.1.5 Variedades resistentes

Es uno de los mejores métodos de lucha contra estos organismos. Con frecuencia es el único método práctico y económico. Pero deben probarse en el lugar pues cuando vienen de otros países, a veces la resistencia desaparece porque están mejoradas para otras razas del organismo. Las variedades locales que se han plantado durante muchos años, pueden presentar cierta tolerancia y es importante no perder esos materiales (Anónimo, 2009).

7.1.6 Limpieza y desinfección

Incluye la limpieza total de la maquinaria antes de llevarla al área no contaminada, el cuidado de no introducir nematodos al campo a través de semillas infectadas, plantines enfermos, recipientes contaminados, y el manteniendo del suelo libre de huéspedes alternativos como malezas. Se deberían destruir las pilas de hojas secas y restos de los bulbos y cabezas de ajo luego de las clasificaciones para la venta y/o almacenamiento (Orduño y Oros, 2002).

Por otra parte dado que las malezas también sirven de hospederas, es lo posible se debe tratar de no utilizar potreros que hayan tenido altas infestaciones con las malezas hospedantes, como la correhuela (*Convolvulus arvensis* L), pasto miel (*Paspalum dilatatum*), bolsita del pastor (*Capsella bursa-pastoris*), tomatillo (*Physalis angulata*), pasto cebolla (*Arrhenatherum elatius*), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.). De la misma manera, resulta muy recomendable mantener totalmente limpio el terreno de estas malezas (Abdón, 2010).

7.2 Control físico

7.2.1 Calor

Para el tratamiento a semilla se recomienda sumergir los dientes de ajo en agua a 45 °C durante 20 minutos. Para obtener una mayor efectividad agregue formalina al 1% y detergente al 0.1% (Ramírez, 2005).

El tratamiento con agua caliente de bulbos y semilla mata a los nematodos, no obstante la temperatura del agua debe ser cuidadosamente mantenida entre 43-46 °C durante una o dos horas. Como estos nematodos se mueven por la superficie de

las hojas con el agua, la humedad sobre las hojas también debe ser controlada (Talavera, 2003).

El tratamiento de bulbos de narciso consiste en remojar previamente durante 2 horas a 24 °C, y luego sumergir en agua que contenga un agente humectante a 43.3 °C durante 4 horas (Pintor, 2010).

El tratamiento de termoterapia combinada con hipoclorito de sodio (NaClO) ha dado buenos resultados. Este procedimiento incluye inmersión de semilla de ajo en agua a diferentes temperaturas: pre-calentamiento a 38 °C por 30 minutos más calentamiento a 49 °C por 20 minutos con cloro = NaClO al 5.25 % más enfriamiento a 18 °C por 10 minutos con Benomyl a dosis de 60 gr por 100 litros de agua (SENASICA, 2013).

7.3 Control Biológico

Ante esto, el control biológico con microorganismos y a partir de extractos vegetales se presentan como una alternativa muy prometedora, por lo cual se han formulado nematicidas de uso comercial a partir de microorganismos, vegetales y otros componentes que tienen la capacidad de regular poblaciones de nematodos (Hernández *et al.*, 2015).

Un ejemplo de ello son: el Nematrol PLUS; nematicida orgánico compuesto de quitosán (Poli-D-glucosamina) y BIOXER 1000; desinfectante orgánico de suelos, a base de diversos componentes orgánicos como fermentos de gobernadora (*Larrea tridentata*), fermentos de manzana, fermento de *Lactobacillus*, algas marinas, extractos acuosos de neem y crisantemo (Hernández *et al.*, 2015).

En la literatura no se menciona el efecto de este producto a base de quitosan para el control de *D. dipsaci*, además de que este producto no está indicado para el manejo de este organismo, lo que brinda una nueva opción para el control de este nematodo con una alta efectividad (Hernández *et al.*, 2015).

Arthrobotrys irregularis es un hongo que parasita y se alimenta de este nematodo del ajo y la cebolla. Aplicado experimentalmente al suelo, ha reducido las poblaciones en lugares muy contaminados e impidió el ataque en casos de infestación leve (INIA, 2010).

7.4 Control Químico

Para una correcta evaluación de la influencia de un tratamiento con nemátocida, el tiempo y el lugar de la prueba son muy importantes. Los residuos de las plantas tienen mucha importancia porque las raíces leñosas que permanecen en el suelo pueden interferir con el nemátocida; la materia orgánica sin descomponer puede absorber el fumigante y los nematodos, quedar protegidos por los residuos de la planta en la cual ellos están embebidos (Montes *et al.*, 2004).

Se recomienda hacer análisis nematológico del suelo y la semilla antes de plantar. Si el análisis es positivo en el suelo, el control a la semilla se debe complementar con aplicaciones al suelo con Carbodan 10 GR o Curaterr 10% GR (carbofurano) en dosis de 10 a 30 Kg/ha y Temik 15 G (Aldicarb) en dosis de 15 kg/ha (Anónimo, 2009).

También se recomiendan productos a base de Oxamil, Carbofuran y abamectina para tratamientos a la semilla (Bulbos), para el caso de tratamiento al suelo se recomienda carbofuran o aldicarb a profundidades de 5 a 6 cm en la siembra (SENASICA, 2011).

El control de este nematodo en diente-semilla puede realizarse en una solución de Fenamifos (nema-cur 400), a razón de 1 litro por tonelada de semilla en inmersión por 20 minutos. En campo se puede aplicar al suelo el fenamifos (nema-cur 10 G), o carbofuran (furadan), entre otros. Durante el desarrollo del cultivo se puede aplicar fenamifos (nema-cur 400) u oxamil (vydate), en dosis de 6 y 8 litros por hectárea respectivamente (INIFAP, 2000).

Según BAYER-CROPS-SCIENCE (2004), los nematicidas químicos disponibles se pueden separar en fumigantes y no fumigantes. Los primeros son fitotóxicos, por lo que se necesitan varias semanas o incluso meses para después sembrar un cultivo, pero los costos tienden a ser altos por lo que su uso se restringe a cultivos muy rentables. Los siguientes compuestos químicos se aplican para proteger los suelos: metam sodium, clorpicrina, dazomet y 1,3 dicloropropeno. Los nematicidas no fumigantes no tienen efectos fitotóxicos y se aplican al suelo o inmediatamente antes de un cultivo, estas sustancias químicas son Temik (aldicarb), Oncol (benfuracarb), Marshal 25 (carbosulfan) y Vydate (oxamilo).

Después de la bulbificación resulta inútil hacer aplicaciones con algún nematicida, sobre todo al follaje, ya que es muy difícil controlar *D. dipsasi* en los tejidos donde se alojan, una vez producida la infección de las semillas o del bulbillo en formación. Cabe insistir, por lo tanto, en la necesidad de tomar medidas, más bien de tipo preventivas (Abdón 2010).

El almacenamiento de las especies bulbosas es de suma importancia, ya que las larvas de nematodos pueden secarse y perder sensibilidad al tratamiento con agua caliente, por lo que éste perdería su eficacia (Carrasco, 2007).

Experimentos con clorobromopropano y formaldehído se demostró que estos productos producen un marcado aumento en la mortalidad de *Ditylenchus dipsaci*

cuando se utilizan a una temperatura de 20 a 40°C. También se encontró que el formaldehído a una concentración comercial del 0.5% puede controlar el nematodo en bulbos de narciso (Montes et al., 2004).

Como una medida preventiva en el bulbo de cebolla para consumo aplicar el tratamiento con bromuro de metilo a presión atmosférica a una dosis de 32 gr/m³ durante dos horas de exposición a temperaturas de 32-35 °C (Reyes, 1999).

VIII. CONCLUSIÓN

Ditylenchus dipsaci es un nematodo que presenta los hábitos alimenticios de endoparásito migratorio, tiene la capacidad de sobrevivir en estado de anhidrobiosis por muchos años, presenta un gran número de hospedantes, pero principalmente los de gran importancia económica son los cultivos de ajo y cebolla, también algunas ornamentales como tulipán, narciso, iris y Jacinto.

Esta información recopilada es para que los estudiantes adquieran conocimientos acerca de las principales características de este nematodo así como también tomar medidas de prevención.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Abdón, G. S.** 1991. Nematodos en cebolla. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR15337.pdf>. (23, Enero, 2016).
- Abdón, G. S.** 2010. Manejo fitosanitario del cultivo de ajos. INIA. La platina. Santiago Chile.
- Abdón, G. S. y González H. R.** 1993. Curso de nematología básica, INIA, estación experimental la platina. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR16997.pdf>. (23, Enero, 2016).
- Agrios, N. G.** 2008. Fitopatología. Edit. Limusa S.A. de C.V. Primera reimpresión. México, D.F.
- Alarcón, Z. B., Espinoza, T. E., Galicia, J. M., Espinoza, C. O.** 2008. Manual de plagas y enfermedades de la alfalfa (*Medicago sativa* L.). Primera. 1° edición. México. 65 p.
- Alonso, E. J.** 1979. Nematología general. Primera. 1° edición. México. 112 p.
- Anónimo.** 2009. Estrategias regionales de competitividad por rubro: producción y mercado del ajo. Disponible en: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429310809122725.pdf>. (5, febrero, 2016).
- Anónimo.** 2011. Los nematodos. Disponible en: https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/427/52020/1/Documento20.pdf. (1, febrero, 2016).

- Arboleya, J., Campelo E., Maeso, D., Falero, M.** 2012. Avances de la solarización en la producción intensiva. Disponible en: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429050213084505.pdf> (12, febrero, 2016).
- BAYERCROPSCIENCE.** 2004. Migratory nematodes. Disponible en: www.bayercrops-science.co.uk/pdfs/nematodesguide.pdf (3, febrero, 2016).
- Böhm, S. L., Apablaza, C. R.** 2005. Presencia del nematodo del bulbo y del tallo *ditylenchus dipsaci*, kühn, 1857, filipjev, 1936, en semillas de haba (*vicia faba* L.) comercializadas en Valdivia. Disponible en: http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S030488022005000200008&script=sci_arttext&lng=es (13, febrero, 2016).
- Brewster, J. L.** 2001. Las cebollas y otros alliums. Editorial Acribia. 1° edición. España. 243 p.
- Carrasco, G. E.** 2007. Prospección del nematodo del bulbo y del tallo, *Ditylenchus dipsaci* Filipjev (Kühn 1857), en siete especies hortícolas comúnmente comercializadas en el mercado minorista en Valdivia. Tesis de Licenciatura. Universidad austral de Chile. 133 p.
- Casas, D. L.** 1991. Respuesta de *Ditylenchus dipsaci* (Kühn), Filipjev a diferentes nematicidas, dosis y tiempo de exposición, en laboratorio. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila 70 p.
- Cassanello, C. M.** 2011. Protección vegetal hortícola Disponible en: <http://www.pv.fagro.edu.uy/cursos/pvh/DocsPVH/Epidefungicanematodos%202011.pdf> (17, febrero, 2016).

- Cepeda, S. M. y Bustos, J.** 1984. Revisión bibliográfica de nematodos asociados al cultivo de la alfalfa *Medicago sativa* L. Saltillo, Coahuila. 26 p.
- Cepeda, S. M., Valdés, J., Cervantes, J.** 1983. Revisión bibliográfica de nematodos asociados al cultivo de la cebolla *Allium cepa* L. Saltillo, Coahuila. 17 p.
- Cosme, J.** 2012. Control de nematodos en los bulbos de ajo. Disponible en: http://infofrut.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1518:control-de-nematodos-en-los-bulbos-de-ajo&catid=91:general. (01, Febrero, 2016).
- Christie, R. J.** 1986. Nematodos de los vegetales. Editorial Limusa. 5° edición. México D.F. 24-26 p.
- Escuer, M.** 1998. Nematodos del género *Ditylenchus* de interés fitopatológico. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revisitas/pdf_plagas%2FBSVP-24-04-773-786.pdf. (23, Enero, 2016).
- FASAGUA.** 2015. Resultados globales del monitoreo de nematodos realizado en los principales valles productores de tomate y chile de Guatemala. Federación de asociaciones agrícolas de Guatemala. Guatemala. 71 p.
- Ferris, H.** 2008. *Ditylenchus dipsaci*. Universidad de California. USA. Disponible en: <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxadata/G042S1.HTM#Classification>. (1, Marzo, 2016).
- France, I. A.** 2008. Las enfermedades del tulipán. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR29740.pdf> (30, Enero, 2016).

- Gandarilla, B. H.** 2005. Algunos aspectos sobre las principales especies de fitonematodos asociadas a los cultivos de plantas ornamentales. Revista fitosanidad. Vol. 9: 10 pp.
- Guerrero, R. J. C.** 2011. Control del nematodo de los bulbos de ajo. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/control-denematodo-de-los-bulbos-de-ajo/>. (8, febrero, 2016).
- Godoy, .T. P., Yáñez, J. M., Gastélum, L. R., López, M. M., Almodovar, P. T.** 2007. Nematodos fitoparásitos y su importancia en la agricultura. Disponible en: http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/_32_organizacionprogramas/106.pdf. (22, Enero, 2016).
- Hernández, J. A., Cepeda, S. M., Gallegos, M. G., Chacón, H. J., Ordaz, S. S., González, R.** 2015. Actividad nematicida de productos orgánicos comerciales, contra *Ditylenchus dipsaci* (*Tylenchida: Anguinidae*) bajo condiciones de laboratorio. Revista mexicana de ciencias agrícolas. Num 11. 7 p.
- INIA.** 2010. Manejo integrado en almácigos de cebolla. Instituto nacional de investigación agropecuaria. Uruguay. 85 p.
- INIFAP.** 2000. EL ajo en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F. 106 p.
- INIFAP.** 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F. 294 p.

- Molina, H. J.** 2007. Efecto de la compostación de bulbos de ajo (*Allium sativum* L.) infestados con *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev en la sobrevivencia del nematodo. Tesis de Licenciatura. Universidad austral de Chile. 72 p.
- Montes, P. H. Arévalo V. A. y Narro S. J.** 2004. Los patógenos y su efecto en la reducción del potencial de rendimiento y calidad del ajo. Disponible en: www.intranetfgp.com/SIAC/2003/65B-99/.../Proy%2065-99B%205.doc (04, Febrero, 2016).
- Morales, J.** 1998. El Cultivo del ajo (*Allium sativum* L.), y su importancia en México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila 86 p.
- Moreno, L. I.** 2005. *Ditylenchus dipsaci* raza de la papa (Kühn Filipjev). Disponible en: <http://www.sag.cl/sites/default/files/Nematodo%20del%20bulbo%20y%20del%20tallo.pdf>. (23, Enero, 2016).
- Narrea, C. M.** 201. Manejo integrado de plagas en el cultivo de ajos. Disponible en: <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/002-b-ajo.pdf> (04, Febrero, 2016).
- Orduño, N. y Oros, R.** 2002. Nematodos que atacan cultivos ornamentales. Disponible en: <http://www.sidalc.net/REPDOC/A2017E/A2017E.PDF>. (23, Enero, 2016).
- Pintor, M. F.** 2010. Manejo integrado de nematodos fitopatógenos. Tesis de Licenciatura. UAAAN. México. 96 p.

- Reyes, T. C.** 1999. Análisis de riesgos de plagas de problemas fitosanitarios en la importación a Nicaragua de cebolla (*Allium cepa. L*) para consumo, procedente de estados unidos. Trabajo de diplomado. Nicaragua. 20 p.
- Rius, P.J., Landa B., Troccoli, A., Luca F., Liebanas, G., Subbotin, S., Vovlas, N., Castillo, P.** 2012. *Ditylenchus gigas*, un nuevo nematodo fitopatogeno que ataca al cultivo de las habas. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Vrural%2FVrural_2012_340_10_14.pdf. (10, febrero, 2016).
- SENASICA.** 2011. Nematodo del tallo y bulbos *Ditylenchus dipsaci* (Filipjev (Kühn 1857)). Dirección General de sanidad Vegetal Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México. D. F. 7 p.
- SENASICA.** 2013. Nematodo del tallo y bulbos *Ditylenchus dipsaci* (Filipjev (Kühn 1857)). Dirección General de sanidad Vegetal Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México. D. F. 50 p.
- Talavera, M.** 2003. Manual de nematología agrícola. Agrupación de defensa vegetal. Disponible en: file:///C:/Users/particular/Downloads/18732_1.pdf (22, Enero, 2016).
- Tovar, S. A.** 2014. Géneros y especies de importancia en la agricultura en México. Revista mexicana. Vol. 32. 2 p.
- UPRUTUADO.** 2005. Proyecto de investigación, nematodos: colaboradores en la elaboración de composta y su importancia en la agricultura. Universidad de Puerto Rico en Utuado. Disponible en: <http://www.uprutuado.edu/sites/default/>

documents/academicos/proyectos/hoja_composta_nematodos_0.pdf (26,
Enero, 2016).

Yepez, G. 1972. Los nematodos enemigos de la agricultura. 1° edición. Venezuela.
211 p.

X. GLOSARIO

Anhidrobiosis. Suspensión temporal de algunos de los procesos vitales de un organismo que tiene a permanecer mucho tiempo en estado de deshidratación.

Anfidios. Órgano sensorial de ciertos nematodos con función quimiorreceptora, localizado en la región cefálica, disponiéndose uno a cada lado de la cabeza.

Auxina. Son un tipo de hormona o sustancia de crecimiento, que se encuentra en las plantas.

Bulbo. Tallo corto y erecto, subterráneo, rodeado de hojas denominadas túnica. Las más externas le sirven de protección y las más internas pueden ser carnosas y almacenar sustancias de reserva (cebolla), o secas y papiráceas (ajo).

Clorosis. Amarillamiento de los tejidos normalmente verdes, debido a la destrucción de la clorofila o a la imposibilidad de sintetizarla.

Ectoparásito. Parasito que se nutre de su hospedante desde el exterior.

Endoparásito. Parasito que penetra en el hospedante y se alimenta en su interior.

Enzima. Proteína producida por células vivas, que catalizan una reacción orgánica específica.

Espícula. Cuerpo u órgano pequeño de forma de aguja.

Estilete. Estructura larga, delgada y hueca de los nematodos y algunos insectos que tienen función alimenticia.

Fitopatogeno. Termino que se aplica a los microorganismos que producen enfermedades en las plantas.

Hiperplasia. Aumento anormal de tamaño que sufre un órgano o un tejido orgánico debido al incremento del número de células normales que lo forman.

Hipertrofia. Crecimiento excesivo y anormal de un órgano o de una parte de él debido a un aumento del tamaño de sus células.

Hospedante. Planta que es invadida por un parasito y de la cual este obtiene sus nutrientes.

Inoculo. Patógeno o partes de él que causan infección; partes de los patógenos que entran en contacto con el hospedante.

Lamela media. Capa cementante que se localiza entre paredes celulares adyacentes y que consta por lo general de sustancias pectinosas, salvo en tejidos leñosos, donde la lignina sustituye a la pectina.

Larva. En lo nematodos, etapa del ciclo de vida comprendido entre el embrión y el adulto; nematodo inmaduro.

Marchitez. Pérdida de rigidez y caída de los órganos de la planta que por lo general se debe a la falta de agua en su estructura.

Microscópico. Muy pequeño; que puede observarse solo mediante el microscopio.

Migratorio. Que migra de una planta a otra.

Muda. Cambio de la cutícula (capa más externa) que envuelve a artrópodos; los nematodos tienen cuatro mudas, y por lo tanto, cuatro estadios larvarios, de crecimiento; la cutícula se desprende dando lugar a una nueva envoltura cuando el organismo presenta un incremento en las dimensiones físicas.

Nematodo. Animales en forma de gusano, generalmente microscópicos y que viven como saprofitos en el agua o en el suelo, o bien como parásitos de plantas y animales.

Nematicida. Compuesto químico o agente físico que mata o inhibe a los nematodos.

Parásito. Organismo que vive sobre o en otro organismo vivo (hospedante) y del cual obtiene sus nutrientes.

Parénquima. Tejido constituido por células de pared delgada que por lo común dejan espacios intercelulares entre ellos.

Pectina. Polímero metilado del ácido galacturónico que se encuentra en la lámina media y en la pared celular primaria.

Pectinasa. Enzima que degrada a la pectina.

Penetración. Invasión inicial de un hospedante por un patógeno.

Podredumbre. Descomposición de la materia por la acción de las bacterias.

Síntoma. Reacciones o alteraciones internas y externas que sufre una planta como resultado de su enfermedad.

Tejido. Conjunto de células de estructura similar que llevan a cabo una función especial.

Toxicidad Capacidad de un compuesto para causar daño.