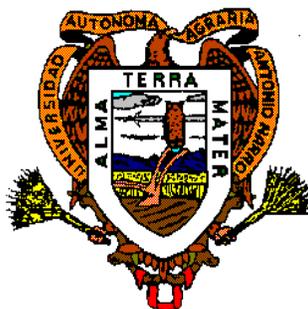


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA



*Evaluación bajo Condiciones de Campo del
Nematicida-Insecticida Cadusafos (Rugby 10 G)
en Navidad, Galeana, Nuevo León.*

Por:

VICTOR HUGO MORATO VIZCARRA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Marzo de 1999

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA

**EVALUACION BAJO CONDICIONES DE CAMPO DEL
NEMATICIDA-INSECTICIDA CADUSAFOS (RUGBY 10 G)
EN NAVIDAD, GALEANA, NUEVO LEON**

**POR:
VICTOR HUGO MORATO VIZCARRA
TESIS**

**QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO**

**DR. MELCHOR CEPEDA SILLER
PRESIDENTE DEL JURADO**

**MC. JESUS GARCIA CAMARGO
SINODAL**

**DR. GABRIEL GALLEGOS MORALES
SINODAL**

**MC. MARIANO FLORES DAVILA
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MEXICO. MARZO DE 1999

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”; por haberme brindado la oportunidad de realizarme como profesionista en la rama de la agronomía.

Al Dr. Melchor Cepeda Siller; Por su asesoramiento en la presente investigación, por sus valiosas sugerencias y sabios consejos para el buen término del presente trabajo.

Al MC. Jesús García Camargo, por su interés mostrado en la revisión del presente trabajo.

Al Dr. Gabriel Gallegos Morales, por su apoyo brindado en la revisión del presente trabajo.

Al MC. Fidel Cabezas Melara, por su participación como vocal suplente en el presente trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Manuel Morato Reyna

Sra. Reyna Vizcarra Bueno (q.e.p.d)

A ellos quienes me dieron la vida, y que nunca dejaron de apoyarme en todo momento, por sus consejos, dedicación y cariño, para que hoy en día puedan verme realizado como profesionista. En especial dedico este trabajo a la memoria de mi madre, ya que su mayor anhelo fue el que yo tuviera una profesión a ella con todo mi amor y cariño.

A MIS HERMANOS:

Juan Manuel Morato Vizcarra

Araceli Morato Vizcarra

Julio César Morato Vizcarra

Por los lazos que nos unen, de los cuales he aprendido mucho, así como su apoyo y comprensión durante todo este tiempo.

A MIS CUÑADOS:

Policarpio Maya Villalobos

Sonia Valle Maya

Por los consejos y apoyos brindados.

A MIS SOBRINOS:

Edgar Adrian Maya M., Diego de Jesús Maya M., Juan Alberto Morato V. y Héctor Iván Morato V.

A MIS TÍOS:

Antonio Morato R., Lucina Morato R, Clara Morato R., Isidoro Vizcarra B. y Sira Vizcarra B.

A MIS ABUELOS:

Simón Morato C., María Reyna., Eulogio Vizcarra P. y Ninfa Bueno G.

A MI NOVIA:

Nery Casanova Ravizé

Quien me ha dado toda su confianza y amor durante toda mi carrera, apoyándome incondicionalmente con sus consejos, comprensión, así como su fidelidad hacía mi; le dedico este trabajo con todo mi amor.

A DÍOS NUESTRO SEÑOR:

Ya que gracias a ÉL, he sabido salir adelante, así mismo en los momentos más desesperantes y tristes de mi vida y cuando más lo he necesitado ÉL a estado a mi lado.

A MIS COMPAÑEROS:

De la Generación LXXXIV segunda sección de Parasitología Agrícola; con los cuales durante toda la carrera pasamos agradables momentos y por todo su apoyo brindado; en especial a José Guadalupe Contreras y Hugo César Gutierrez.

A MIS AMIGOS:

Jorge Arteaga, Luciano Pérez, Porfirio del Angel, Rubén Ruíz, Saturnino Gómez, Joaquin Pérez, Alfonso Valdéz, Fausto Espinoza, David Gonzales, Pablo Reyes y Gonzalo Francisco; los cuales han sido mis compañeros de casa, de los que he recibido su amistad.

A MI ALMA TERRA MATER:

A la que le estoy muy agradecido y de la cual me siento muy orgulloso, misma que siempre llevaré en alto su nombre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE APÉNDICES	Xi
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen del Cultivo	4
Clasificación Taxonómica	5
Características Morfológicas	5
Raíz	6
Tallos	6
Tubérculos	7
Hojas	8
Flores	8
Frutos	9
Condiciones Ambientales	9
Temperatura	9
Luz	10
Humedad	11
Suelo	12
Importancia del Cultivo	12
Importancia nacional	13
Importancia regional	14
Nemátodos Asociados al Cultivo	14
Descripción del nemátodo agallador <i>Meloidogyne</i> spp.	15
Antecedentes históricos	15
Clasificación taxonómica	16
Importancia	17
Características morfológicas	17

Ciclo biológico	19
Sintomatología y daños	22
Hospederos	23
Distribución	24
Descripción del nemátodo dorado <i>Globodera rostochiensis</i>	25
Antecedentes históricos	25
Clasificación taxonómica	27
Importancia	27
Características morfológicas	28
Hembra	28
Macho	29
Ciclo biológico	29
Sintomatología y daños	32
Hospederos	33
Distribución	33
Descripción del nemátodo de la lesión <i>Pratylenchus</i> spp.	34
Antecedentes históricos	34
Clasificación taxonómica	35
Importancia	35
Características morfológicas	36
Ciclo biológico	36
Sintomatología y daños	37
Hospederos	38
Distribución	39
Descripción del nemátodo del tallo <i>Ditylenchus</i> spp.	40
Antecedentes históricos	40
Clasificación taxonómica	41
Importancia	42
Características morfológicas	42
Ciclo biológico	43
Sintomatología y daños	45

Hospederos	46
Distribución	47
Descripción de los Nematicidas Usados	48
Cadusafos (Rugby 10 G)	48
Aldicarb (Temik 15 G)	51
MATERIALES Y MÉTODOS	54
Descripción del área de estudio	54
Diseño experimental	55
Establecimiento del experimento	55
Toma de muestras	55
Aplicación de los nematicidas a estudio	56
RESULTADOS	61
DISCUSIÓN	71
CONCLUSIONES	73
LITERATURA CITADA	74
APÉNDICE	81

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Página
1	Tratamiento, productos nematicidas y dosis de aplicación. 1998.	59
2	Población inicial de <i>Meloidogyne incognita</i> raza 1.	62
3	Número de nódulos en tubérculo y comparación con la escala de agallamiento. 1999.	64
4	Población inicial de los nemátodos <i>Ditylenchus</i> spp y <i>Pratylenchus</i> spp.	66
5	Población final de los nemátodos <i>Ditylenchus</i> spp y <i>Pratylenchus</i> spp.	67
6	Rendimientos obtenidos en base a kilogramos por tratamiento.	69
7	Relación de los tubérculos obtenidos basados en sanos y enfermos.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribución de los bloques y tratamientos del experimento.	60
2	Población inicial de <i>Meloidogyne incognita</i> raza 1.	64
3	Población final de <i>Meloidogyne incognita</i> raza 1, en base al número de nódulos en tubérculo.	64
4	Población inicial de <i>Ditylenchus</i> spp.	65
5	Población inicial de <i>Pratylenchus</i> spp.	65
6	Población final de <i>Ditylenchus</i> spp.	67
7	Población final de <i>Pratylenchus</i> spp.	67

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice		Página
1	Segundo estadio de <i>Meloidogyne incognita</i> raza 1.	81
2	Número de nódulos de <i>Meloidogyne incognita</i> raza 1.	83
3	<i>Ditylenchus</i> spp antes de la siembra.	85
4	<i>Pratylenchus</i> spp antes de la siembra.	87
5	<i>Ditylenchus</i> spp a la cosecha.	89
6	<i>Pratylenchus</i> spp a la cosecha.	91
7	Rendimiento en media aritmética por tratamiento.	93

INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los alimentos más importantes, tanto en Europa como en América. Constituye uno de los cuatro cultivos más importantes a nivel mundial, no solamente por la superficie que anualmente se destina a su cultivo, sino también por la cantidad de nutrimentos que aporta a la dieta diaria del ser humano. Su cultivo ha tomado cada vez mayor importancia en los últimos 100 años y se ha intensificado en los últimos 20 años (Horton, 1988).

En México, la papa se cultiva en 24 estados y dada la diversidad de condiciones climáticas, es uno de los pocos países que dispone de tubérculos todo el año. Entre los principales estados productores se encuentran Puebla, México, Veracruz, Chihuahua, Sinaloa, Tlaxcala, Michoacán, Baja California Norte, Guanajuato, Nuevo León y Coahuila; en México se siembran anualmente 70,000 ha con elevados costos de producción que fluctuaron en 1997 de \$ 17,000/ha a \$ 50,000/ha, dependiendo del nivel de tecnología que se aplica. Además de lo anterior, la importancia del cultivo en México también radica en la generación de la mano de obra, ya que se estima que anualmente se ocupan 4 millones de jornales para las labores del campo en nuestro país. Sumando a lo anterior, se debe considerar que el 15 % de la producción Nacional se destina a la industria, principalmente en la elaboración de hojuelas fritas, lo cual también contribuye al desarrollo de la economía. Los rendimientos promedio en las regiones productoras de papa varían de 10 a 35 ton/ha, lo cual se debe en parte a las diferentes

condiciones climáticas y edáficas que se tienen en el país, pero principalmente a los niveles tecnológicos (Rangel, 1998).

Los nemátodos están distribuidos en todo el mundo bajo muy diversas condiciones de medio ambiente. La mayor parte de estos patógenos que viven en las partes subterráneas de la planta se alimentan de pequeñas raíces no suberizadas, aunque también pueden atacar los tubérculos, bulbos y otros órganos de almacenamiento. Los ataques de los nemátodos aumentan las oportunidades de que las plantas sean invadidas por hongos y bacterias que producen enfermedades vasculares (NAS, 1984).

El daño que causan los nemátodos puede pasar desapercibido si los factores de desarrollo de las plantas son favorables; sin embargo, el problema de los nemátodos se incrementa cuando alguno de esos factores es adverso al desarrollo de las plantas y entonces se observa en el cultivo su efecto perjudicial (Hooker, 1986).

Los nemátodos parásitos de las plantas se controlan con plaguicidas llamados nematicidas, estos son particularmente eficaces contra los nemátodos del tallo y de las hojas y también se emplean ampliamente contra los que invaden cultivos en los invernaderos, como jitomate, donde el valor de éste es suficientemente alto para justificar el costo de dosis altas de nematicida, que frecuentemente se requieren para un control eficaz de la plaga (Fortuner y Maggenti, 1987).

Los nematicidas son sustancias que poseen un amplio espectro de actividad biológica y que se emplean para controlar nemátodos fitopatógenos; en este tipo de control es conveniente que los nematicidas utilizados actúen sobre el nemátodo y lo hagan en concentraciones adecuadas, capaces de ocasionarle la muerte; aunque este método es efectivo y ampliamente utilizado, la manipulación de estos productos es a menudo difícil y en ciertos casos hasta tóxico para el hombre (Hooker, 1986).

OBJETIVO

Evaluar bajo condiciones de campo la efectividad biológica del insecticida-nematicida Cadusafos y de nombre comercial Rugby 10 G en el cultivo de la papa, en la región de Navidad, Galeana, Nuevo León.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Cultivo

De Candolle 1883, citado por Montaldo (1984) afirma que durante el descubrimiento de América, el cultivo de la papa era practicado y con todas las apariencias de ser muy antiguo, en las regiones templadas de Chile hasta la Nueva Granada.

Báez (1983) consideró dos centros de origen de la papa cultivada: Chile marcando a (*Solanum tuberosum* L.) y el otro en Ecuador, Perú, Bolivia y México asignando a (*Solanum andigenum*).

Hawkes (1978) señala que la papa fue introducida a Europa desde Sudamérica a fines del siglo XVI, por su parte, Mendoza y Estrada (1979) indican que el centro de origen de la papa cultivada es de los altiplanos de América del Sur.

Huaman y Wissar (1988) afirman que el centro de origen de la papa es de las tierras altas del Sur de Perú más precisamente en el área comprendida entre el Cuzco y los alrededores del Lago Titicaca; extendiéndose hacia Bolivia, Chile y Argentina y por el Norte en Ecuador, Colombia, Venezuela, Centro América y México.

Clasificación Taxonómica

Báez (1993) y Mier (1986), ubican al cultivo de la papa dentro de los siguientes niveles taxonómicos:

Reino.....Plantae
Subreino.....Embryophyta
División.....Spermatophyta
Tipo.....Angiospermae
Clase.....Dicotiledonea
Subclase.....Gamopetala
Orden.....Tubiflora
Familia.....Solanaceae
Tribu.....Solaneae
Género.....*Solanum*
Especie.....*tuberosum*

Características morfológicas

La papa es una planta anual, produce varios tallos aéreos que crecen de 0.5 a 1 m de altura. Pueden presentarse flores terminales y dar como resultado un fruto de 1 a 3 cm de diámetro, que contiene una gran cantidad de semillas. Los

frutos (bayas) no son comestibles y las semillas se emplean sólo en la siembra. El sistema fibroso de raíces se extiende superficialmente y se desarrollan rizomas múltiples que terminan en los tubérculos conocidos como papas (Halfacre, 1984).

Raíz

Las raíces de la papa son de tipo adventicias, la mayoría de las raíces se encuentran en los primeros 40 cm de profundidad, estas son muy ramificadas, finas y largas dependiendo de su desarrollo por eso es necesario un suelo de muy buenas condiciones para el cultivo (Guerrero, 1981).

Las plantas de semilla botánica poseen una raíz principal delgada, la cual se transforma en fibrosa mientras que las plantas provenientes de tubérculos, usados como semilla vegetativa, tienen un sistema fibroso de raíces laterales que emergen generalmente en grupos de tres a partir de los nudos y de los tallos subterráneos (Hooker, 1986).

Tallos

Son angulares, generalmente de color verde, aunque pueden ser de color rojo púrpura; son herbáceos cuando en etapas avanzadas de desarrollo la parte inferior puede ser relativamente leñosa (Hooker, 1986)

Posee un tallo principal y a veces varios tallos, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo y en las axilas de las hojas con los tallos se forman ramificaciones secundarias (Montaldo, 1984).

Son aéreos y subterráneos. Los aéreos son erguidos ramosos, huecos, y algo pelosos. Los tallos subterráneos son estolones y tubérculos; los estolones son aproximadamente del tamaño de un lápiz y crecen lateralmente a una distancia de 2.5 a 10 cm y en su extremidad se forman los tubérculos (Horton, 1987).

Tubérculos

El tubérculo de la papa es un tallo subterráneo ensanchado, en la superficie posee yemas axilares en grupos de 3-5 y protegidas por hojas escamosas (ojos) (Montaldo, 1984).

Morfológicamente los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa; un tubérculo tiene dos extremos: el basal ó extremo basado al estolón, que se llama talón y el extremo opuesto, que se llama extremo apical o distal; en la mayoría de las variedades comerciales la forma del tubérculo varía entre redondo, ovalado y oblongo. Además de estas formas, algunos cultivares primitivos producen tubérculos de diversas formas irregulares; en un corte longitudinal, el tubérculo muestra los elementos siguientes, del exterior hacía el interior: peridermo ó piel, corteza, sistema vascular, parénquima de reserva y tejido medular o médula (Huamán, 1986).

Hojas

Las hojas son alternas, igual que los estolones; las primeras hojas tienen aspecto de simples, vienen después las hojas compuestas, imparipinadas con 3 a 4 pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal. Entre las hojuelas laterales hay hojuelas pequeñas de segundo orden (Montaldo, 1984).

Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo, son de tipo compuesto, con varios folíolos opuestos y uno grande como terminal, las hojas son un poco vellosas. En las axilas, que se forman las hojas con el tallo, salen las yemas vegetativas (SEP, 1982).

Flores

Son pentámeras de colores diversos; tiene estilo y estigma simples, y ovario bilocular. El polen es dispersado por el viento y la autopolinización se realiza en forma natural (Hooker, 1986).

Las flores nacen en racimos en la extremidad de los tallos, las flores individuales son perfectas, pueden ser de color blanco, rosadas o violeta según la variedad. La polinización se realiza en forma natural, siendo relativamente cruzada, y cuando esto sucede, probablemente los insectos son los responsables (Horton, 1987).

La inflorescencia es cimosa; las flores son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras; el cáliz es gemosépalo lobulado; la corola es rotácea pentalobulada

de color blanco al púrpura, con 5 estambres. Cada estambre posee dos anteras de color amarillo pálido, amarillo más fuerte o anaranjado, que producen polen a través de un tubo terminal; gineceo con ovario bilocular (Montaldo, 1984).

Frutos

El fruto es una baya bilocular de 15-30 mm de diámetro, color verde, verde-amarillento ó verde azulado, cada fruto contiene aproximadamente 200 semillas (Montaldo, 1984). Son redondos, suaves, con un diámetro de aproximadamente 2 cm. Las semillas del fruto son pequeñas y aplastadas (SEP, 1982).

La forma del embrión es generalmente curva como una U y orientada hacia el punto de unión con la placenta (hiliium); el embrión tiene dos polos opuestos, de los cuales uno, la radícula, constituye el primordio radicular y el otro, la plúmula, contiene dos cotiledones (Huamán, 1986).

Condiciones Ambientales

Temperatura

Durante su crecimiento, el cultivo de papas requiere una variación en la temperatura ambiental. Después de la siembra, la temperatura debe subir hasta 20 °C para que la planta se desarrolle bien. Luego, se necesita una temperatura más alta para un buen crecimiento del follaje; aunque no debe pasar de los 30 °C durante el desarrollo de los tubérculos, es importante que la temperatura se encuentre entre los 16 y 20 °C. Especialmente en regiones más calientes es

esencial que las noches sean frescas, para ayudar a la inducción de la tuberización de los tallos (SEP, 1982).

Borah y Milthorpe 1959 y Janick 1965, citados por Montaldo (1984) manifiestan que para la emergencia de las plantas, esta es más rápida a altas temperaturas y que ésta ocurre a los 22 °C dos semanas antes que a los 13 °C. También indican que la temperatura óptima para la formación de tubérculos es 20 °C y que a 15 y 25 °C la formación de tubérculos se inicia una y tres semanas más tarde. A temperaturas mucho más elevadas, el incremento en el valor respiratorio determina que se produzca una reducción en la cantidad de glúcidos y por tal circunstancia hay una disminución en el rendimiento y calidad. Bodlaender 1963, citado por Montaldo (1984) menciona que respecto a alargamiento de tallos, este es nulo a 6 °C, lento a 9 °C y óptimo a 18 °C. Un gran número de hojas se forma a alta temperatura, comparando con las formadas a baja temperatura; las hojas en general tienen hojuelas más grandes y son más lisas a bajas temperaturas, el mismo autor indica como temperatura óptima para producción de hojas 12 a 14 °C y para tallos 18 °C. La formación de tubérculos es óptima a 17 °C y sobre esta temperatura los rendimientos decrecen, siendo 26 a 29 °C el límite de desarrollo de tubérculos (Montaldo, 1984).

Luz

EL tubérculo no requiere luz para brotar; sin embargo cuando la planta ha emergido, necesita bastante luz para su desarrollo, las altas temperaturas durante mucho tiempo reducen la producción (SEP, 1982).

Todas las especies y variedades de papa crecen más en días largos y disminuyen su crecimiento cuando los días se acortan. Sin embargo, esta condición no es muy marcada en el trópico, donde el largo de los días es casi igual todo el año y donde el factor temperatura parece sobreponerse al fotoperíodo. La papa, como regla general, florece más abundantemente cuando los días son más largos. En el trópico se ha observado que esta condición es modificada por la calidad de la luz y por la temperatura (Montaldo, 1984).

Humedad

La planta necesita una continua provisión de agua durante la etapa de crecimiento; la cantidad total de agua para el desarrollo del cultivo es de aproximadamente 500 mm. Para poder sembrar, se necesita un tiempo seco a través del cual se prepara la tierra y se efectúa la siembra. Durante la primera etapa de su desarrollo, la planta requiere sólo poca agua; pero después, y hasta la cosecha, el consumo de agua es alto. Asimismo, para facilitar la cosecha, el campo debe estar seco (SEP, 1982).

El cultivo de papa responde bien al riego y su crecimiento es mejor cuando la humedad del suelo se mantiene cerca de la capacidad de campo; la falta de agua se manifiesta por clorosis y marchitamiento de las hojas. La presencia de humedad en el suelo es dañina en el último período de desarrollo de los tubérculos, especialmente cuando ya están formados, ocasionando nuevos crecimientos vegetativos de la planta, con su correspondiente depósito de

almidón, lo que provoca tubérculos con hijos y rajaduras que disminuyen la calidad de éstos (Montaldo, 1984).

Suelo

La papa puede crecer en casi todos los tipos de suelo excluyendo suelos muy húmedos, porque la semilla se pudre; el suelo debe proveer de agua, nutrimentos y oxígeno a las raíces; además, la estructura del suelo debe facilitar las labores de preparación de la tierra, el manejo del cultivo y la cosecha (SEP, 1982).

Los mejores suelos para papas son los porosos, friables y bien drenados, con una profundidad de 25-30 cm. Los suelos muy arenosos no son retentivos de humedad y por esto requieren riegos frecuentes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen las más altas cosechas (Montaldo,1984).

Importancia del Cultivo

La papa, es un cultivo alimenticio de gran importancia mundial; se encuentra en cuarto lugar, después del trigo, maíz y arroz. Como ejemplo de su enorme influencia en la alimentación humana, basta recordar la gran epidemia que apareció en Europa a mediados del siglo pasado causada por una enfermedad de la papa conocida hoy como tizón tardío. Esta enfermedad apareció en Irlanda en 1845, provocando un gran desastre económico que se extendió al resto de Europa. Debido a la hambruna causada por la pérdida de los cultivos de papa,

más de un millón y medio de la población Irlandesa pereció de hambre y más de un millón emigraron a otros países, particularmente a Estados Unidos de Norteamérica y a Australia (Ochoa, 1991).

Importancia nacional

La importancia de la papa en nuestro país, radica básicamente en dos hechos:

a). Por un lado, su alto valor alimenticio, ya que los especialistas consideran que la papa contiene carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales, así como vitaminas A,C,G y vitaminas del complejo B. De igual forma se considera que bajo las condiciones apropiadas, la papa tiene un contenido mayor de nutrimentos que los cereales.

b). Por otro lado, la importancia económica que tiene dicha hortaliza, se debe al ingreso que proporciona a sus productores, así como a la cantidad de jornales que genera en las diferentes regiones productoras, sobre todo durante el período de cosecha (Barreiro, 1998).

En México, el consumo anual per-cápita de papa es de 12.3 kg, el cual comparado con el de otros países como Estados Unidos (58.4) o de Holanda (85.8 kg) resulta relativamente bajo; la papa ocupa el 6° lugar de importancia como alimento de los mexicanos (Rangel, 1998).

Importancia regional

Aunque la tecnificación de este cultivo en México es relativamente reciente ya se encuentra en muy buen nivel, con producciones que alcanzan las 25-30 ton/ha comerciales. En el área de influencia de la UAAAN, misma que comprende municipios de los Estados de Coahuila y Nuevo León, se siembran aproximadamente 5,500 ha bajo riego con rendimientos de aproximadamente 30 ton/ha (Camacho, 1997).

Nemátodos Asociados al Cultivo

La mayor parte de los nemátodos que habitan en el suelo pueden incluirse en tres grupos:

1. Las especies saprófagas que obtienen su alimento directamente de la materia orgánica en descomposición, ó que se alimentan de microorganismos asociados con la putrefacción.

2. Las especies depredadoras que se alimentan de pequeños animales, incluyendo otros nemátodos.

3. Las especies que se alimentan de vegetales.

Algunos nemátodos de las plantas se alimentan de las yemas, tallos y hojas, pero un número mucho mayor de ellos lo hace a expensas de las raíces u otras estructuras subterráneas. Algunas especies penetran en las diferentes partes de los vegetales y se alimentan de los tejidos interiores, mientras que otras se nutren desde el exterior, una forma similar a la de los áfidos al alimentarse de hojas (Christie, 1991).

La nematología ha tomado gran impulso en los últimos 25 años y se desarrolla rápidamente a medida que se descubren nuevas asociaciones nemátodo-planta. Son muchos los cultivos importantes que sufren daño por los nemátodos, los cuales se alimentan y se multiplican en o sobre las raíces, tallos y hojas. El daño que causan estos parásitos puede pasar desapercibido si los factores de desarrollo de las plantas son favorables (Hooker, 1986).

Durante las etapas de desarrollo del cultivo, en las regiones agrícolas de México, se presentan una serie de factores adversos que limitan los rendimientos. Entre estos sobresalen los nemátodos de los géneros *Meloidogyne*, *Globodera*, *Ditylenchus* y *Pratylenchus* que dañan al cultivo en el sistema radicular y tubérculos, originando pérdidas económicas en rendimiento y calidad comercial (Carrillo, 1989).

Descripción del nemátodo agallador *Meloidogyne* spp.

Antecedentes históricos

Berkeley ,1858 citado por French (1980), descubrió otro tipo de causa de enfermedad, describiendo las agallas en raíces de pepino (*Cumunis sativus*) y su causa, larvas del nemátodo *Meloidogyne* , que él denominó “vibrios”, esta fue la primera vez que se reconoció a los nemátodos como la causa de la enfermedad, pero no la primera descripción conocida.

Chitwood 1949 (Citado por Taylor y Sasser 1983 y Brodie 1984) descubrió las cuatro especies de *Meloidogyne* más comunes y ampliamente distribuidas en la

actualidad *M.incognita*, *M.javanica*, *M.arenaria* y *M.hapla*. A la vez Winslow y Willis (1972) y Hooker (1986) señalan también a *M.acrita*, *M.ethiopica*, *M.africana*, *M.acronea*, *M.thamesi* y *M.chitwoodi*. Triantaphyllou y Hussey 1973 citados por Aguilar (1997) han reportado la dificultad para identificar las especies y razas de *Meloidogyne*, señalando que los estudios morfológicos y anatómicos no han sido suficientes para explicar las relaciones dentro del género y que la caracterización morfológica de los individuos descritos no ha propiciado una definición objetiva de lo que constituye una especie dentro del mismo género.

Atkinson y Neal 1889 (Citados por Christie, 1991) registraron por primera vez la presencia del nemátodo del nódulo radicular en los Estados Unidos, el tema ha recibido mucha atención en ese país, aunque gran parte de la investigación se ha referido, primordialmente, a la enfermedad y a su control.

Clasificación Taxonómica

Según Hirschmann (1982), reporta la siguiente clasificación taxonómica:

Phylum..... Nematoda (Rodolphi,1908)

Clase..... Secernentea (Von Linstow,1950 y Dougherty,1958)

Orden..... Tylenchida (Thorne,1949)

Suborden.....Tylenchina (Oerly 1880 y Geraert,1966)

Superfamilia.....Heteroderoidea (Golden,1971)

Familia.....Meloidogynidae (Skarbilovich,1959 y Wotus,1973)

Subfamilia.....Meloidogyninae (Skarbilovich,1959)

Género.....*Meloidogyne* (Goeldi,1887)

Importancia.

Los nemátodos formadores de nódulos de la raíz dañan a las plantas al debilitar las puntas de las raíz y al inhibir su desarrollo o estimular una formación radical excesiva, pero principalmente al inducir la formación de hinchamientos en las raíces, las cuales no sólo privan a las plantas de sus nutrimentos sino que también deforman y disminuyen el valor comercial del cultivo; cuando las plantas susceptibles son infectadas en la etapa de plántula, las pérdidas son considerables y pueden dar lugar a la destrucción total del cultivo. Las infecciones que sufren las plantas adultas pueden tener sólo efectos ligeros sobre la producción o pueden disminuir en forma considerable la producción (Agrios, 1996).

Dado que el nemátodo agallador, ha ocasionado pérdidas considerables en algunos lotes de producción comercial y han limitado el establecimiento de lotes de producción de semilla en Nuevo León y otros estados de la República Mexicana, se hace necesario el conocimiento más exhaustivo de su biología y características epifitológicas y etiológicas con fines de manejo (Cepeda, 1996).

Características morfológicas

La morfología y anatomía son dos aspectos fundamentales tanto para la identificación de especies de *Meloidogyne* como para la comprensión de sus funciones fisiológicas (Aguilar, 1997).

El primer estadio juvenil se forma al final de la embriogénesis e inmediatamente muda dentro del huevo, pasando a juvenil de segundo estadio o “estado infectivo” llamado así porque es el único capaz de penetrar en la raíz de las plantas hospederas (Eisenback, 1985 y Hirschmann, 1985).

Los machos son vermiformes y miden aproximadamente de 1.2 a 1.5 micras de largo por 30 a 36 micras de diámetro; las hembras tienen forma de pera y un tamaño aproximado de 0.40 a 1.30 mm de largo por un ancho de 0.27 a 0.75 mm. En la segunda etapa larvaria, la cual emerge del huevecillo y llega al suelo, donde se desplaza hasta que encuentra una raíz susceptible (Agrios, 1996).

En el tercer estadio larvario la hembra se caracteriza por la ausencia total del estilete y al llegar a la madurez se engrosa, adquiriendo una forma piriforme o subesférica, el estilete es punzante y pequeño, presentando nódulos basales bien desarrollados y el poro excretor se encuentra a nivel del bulbo medio (Orton, 1973). El tamaño de las hembras varía entre 440 a 1,300 micras, son didélficas y con ovarios muy grandes reflejados varias veces, la vulva es terminal y por ella son depositados los huevecillos en una masa gelatinosa denominada “matrix” que es secretada por seis glándulas rectales a través del ano (Bird, 1971).

Los machos a diferencia de las hembras, no son esféricos, sino vermiformes una vez que alcanzan el estado adulto, presentan una longitud entre 100 a 1,500 micras; el estilete presenta nódulos basales prominentes y el poro excretor está localizado a nivel del anillo nervioso. Las espículas y el gobernáculo están

localizados cerca de la parte final del cuerpo, por lo que prácticamente no existe cola, tampoco está presente la bursa. Según el desarrollo del macho se pueden formar uno o dos testículos y se supone que después de realizar la cópula, este muere (Marban y Sosa, 1983).

Ciclo biológico

Las especies de *Meloidogyne*, son parásitos sedentarios en las raíces y en los tubérculos se comportan como endoparásitos, el ciclo de vida es similar a el de *Globodera rostochiensis*, con ciertas diferencias importantes. Las hembras son globosas, los huevos no se desarrollan dentro de quistes, sino que todos los huevecillos los depositan en masas externas; la incubación ocurre cuando las condiciones físicas son apropiadas (Webster, 1972).

El ciclo de vida de todas las especies de *Meloidogyne* es esencialmente el mismo, sin embargo, algunos autores indican que el tipo de hospedero y las condiciones ambientales como: luminosidad, temperatura, altitud, pH, textura del suelo, etc., hacen que varíe el ciclo de vida de estos nemátodos (Cepeda, 1996).

El desarrollo del cigoto empieza pocas horas después de la oviposición, hasta que se observa el primer estadio larvario o juvenil completamente desarrollado dentro del huevo con un estilete móvil y visible; en estas condiciones el juvenil puede tener cierta movilidad dentro del huevo; dentro del mismo huevo tiene lugar la primera muda (Guiran y Ritter, 1979; Taylor y Sasser, 1983; Brodie, 1984).

Aproximadamente diez días después de la oviposición tiene lugar la ecdisis del huevo y si las condiciones son favorables ocurre una muda que da lugar al segundo estadio larval, y sólo hasta entonces ocurre la ecdisis o ruptura del huevo, quedando el juvenil de segundo estadio libre en el suelo (Brodie, 1984).

Estos juveniles inducen la formación de células gigantes de las cuales continúan alimentándose a través de su estilete, con el que perforan la pared de las células e inyectan secreciones de sus glándulas esofágicas (Guiran y Ritter, 1979). Dichas secreciones causan agrandamiento (hipertrofia) de las células en el cilindro vascular y aumentan la proporción de la división celular (hiperplasia) en el periciclo; resultando la formación de células gigantes (Taylor y Sasser, 1983).

Una vez establecida la larva, sucede la segunda muda que da lugar al tercer estadio larvario, iniciándose el engrosamiento del cuerpo: el sexo se define y se inicia también el desarrollo de las gónadas, al finalizar el tercer estadio, los órganos de reproducción ya se encuentran perfectamente diferenciados, por lo que se puede distinguir fácilmente a los machos de las hembras; llegado el momento, se efectúa la tercera y finalmente la cuarta muda; en esta etapa la hembra sufre un engrosamiento en el cuerpo adquiriendo la forma piriforme casi esférica, pero conservando el cuello (Orton, 1973).

La hembra adulta continúa hinchándose y, ya sea fecundada o no por un macho, forma huevecillos, los que deposita en una cubierta gelatinosa protectora; los huevecillos pueden ser depositados dentro o fuera de los tejidos de la raíz,

dependiendo de la posición que tenga la hembra; estos huevecillos pueden incubarse inmediatamente o invernar para incubarse en la primavera; el ciclo de vida del nemátodo concluye a los 25 días a una temperatura de 27 °C, pero tarda más tiempo a temperaturas más bajas o más altas (Agrios, 1996).

Después de llevarse a cabo la incubación, la larva puede emerger y quedar libre en el suelo, para buscar nuevas raíces e iniciar su ciclo o permanecer y desarrollarse en la misma raíz, reinfectando el mismo tejido en el que se originó; esto último es menos frecuente ya que los tejidos del vegetal están diferenciados y maduros, siendo más difícil la penetración de ellos (Jenkins y Taylor, 1967).

El macho de la cuarta etapa larvaria tiene aspecto vermiforme y se enrolla dentro de la tercera cutícula; sufre la cuarta y última muda y emerge de la raíz ya como macho adulto vermiforme, el cual vive libremente en el suelo (Agrios, 1996). La presencia de machos trae como consecuencia un tipo de reproducción que puede ser sexual o partenogénica en ausencia de ellos (Triantaphyllou y Hussey 1973).

Taylor y Sasser (1983), comprobaron que se puede realizar la reproducción sin la presencia de machos, habiendo obtenido una población de 12 generaciones en ausencia de ellos; cabe indicar que los machos ocasionan en las plantas los mismos efectos que las hembras, sin embargo, su estado parasitario es más corto.

Sintomatología y daños

Cuando las larvas entran a las raíces y otras estructuras subterráneas, producen lesiones mecánicas muy leves, excepto cuando un gran número penetra en un espacio limitado (invasión masiva); la mayor parte de los efectos sobre los tejidos circunvecinos se produce por la secreción inyectada a través del estilete de la larva mientras ésta se alimenta; algunas veces, se desvitalizan y dejan de crecer las puntas de las raíces. No es usual la necrosis en la región de invasión; cuando se presenta la necrosis, es probable que indique que la planta no es un huésped muy adecuado (Christie, 1991).

Las raíces infectadas se hinchan en la zona de invasión y desarrollan las agallas típicas del nódulo de la raíz, las cuales tienen un diámetro dos o tres veces mayor al de las raíces sanas; además de las agallas, se forman varias ramificaciones cortas de la raíz, las cuales nacen en la parte superior de la agalla y forman un sistema radicular denso y tupido; sin embargo, es frecuente que las raíces infectadas sean más pequeñas y muestren varios grados de necrosis. Además de las alteraciones que ocasionan las agallas a las plantas, con frecuencia los daños que sufren las plantas infectadas se acrecientan debido a ciertos hongos patógenos, los cuales atacan con facilidad a los tejidos de las raíces debilitadas y a las células hipertrofiadas sin diferenciar las agallas; algunos hongos, como *Pythium*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*, crecen y se reproducen con mayor rapidez en las agallas que en otras áreas de la raíz, induciendo así una degradación temprana de los tejidos de esta última (Agrios, 1996).

Los síntomas de los órganos aéreos son similares a los que producen muchas otras enfermedades de la raíz o factores del medio ambiente, los cuales disminuyen el volumen de agua disponible para la planta; las plantas infectadas muestran un desarrollo deficiente y una menor cantidad de hojas pequeñas, de color verde pálido o amarillento que tienden a marchitarse cuando el clima es cálido; las inflorescencias y frutos no se forman o se atrofian y son de baja calidad (Agrios,1996).

Las papas cultivadas son en particular muy susceptibles a *Meloidogyne incognita*, especie que al atacar a las raíces y tubérculos causa cambios fisiológicos en éstos órganos y favorece las invasiones secundarias de hongos, bacterias, virus, otros nemátodos y plagas insectiles del suelo (Mai y Abawi, 1987).

Hospederos

Los nemátodos formadores de nódulos de la raíz se encuentran en todo el mundo, pero con mayor frecuencia y abundancia en regiones con clima cálido y tórrido e inviernos cortos y moderados; estos nemátodos se encuentran también en los invernaderos dónde se usan suelos no esterilizados, atacan a más de 2,000 especies de plantas, incluyendo a la mayoría de las plantas cultivadas (Agrios, 1996).

Gaskin y Grittenden 1956 (Citados por Christie, 1991), ensayaron 66 vegetales diferentes con respecto a su susceptibilidad a *M. hapla*; la mayor parte de ellos eran los comunes de jardines o de cultivos de campo, incluyéndose

diversas variedades de algunas de ellas; llegaron a infestarse la mayor parte de las plantas, lo que indica que *M. hapla* es un parásito de amplio espectro. Winstead y Sasser 1956 (también citados por Christie, 1991) ensayaron 50 variedades de pepino y todas ellas fueron altamente susceptibles a *M. incognita*, *M. incognita acrita*, *M. javanica javanica* y *M. arenaria arenaria*. Por otra parte todas estas variedades no se infestaron con *M. hapla*, o la infestación fue ligera.

Distribución

Los nemátodos de los nódulos radiculares presentan una distribución mundial; esencialmente, son organismos de climas calientes, por lo que son más importantes en las regiones donde son largos los veranos y los inviernos, si acaso hay éstos, son cortos y moderados (Christie, 1991).

A la especie *Meloidogyne incognita*, se le encuentra en zonas climáticas tropicales, subtropicales y mediterráneas en todo el mundo; su distribución se debe un tanto a su capacidad de adaptación y al transporte intenso que ha sufrido acarreada con diverso material vegetativo, implementos de labranza y maquinaria agrícola (Winslow y Willis, 1972; Sasser, 1977).

Los nódulos radiculares son bastante comunes en vegetales que crecen en los campos, cerca de Sarnia, Ontario, y se han encontrado en los campos de papa cerca de Presque Isle, Maine (E.U de A). Los investigadores rusos informan que en la región de Moscú, las zanahorias y otros cultivos susceptibles se destruyen por los nódulos radiculares. La velocidad máxima de propagación es alrededor de

un centímetro por día, ó sea de 30 centímetros por mes. En la mayor parte de los casos, los nódulos radiculares se propagan por las actividades humanas (Christie, 1991).

Montes (1988), menciona que en México *M. incognita* está presente en los siguientes estados: Baja California Norte, Coahuila, Durango, Guanajuato, Guerrero, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz; atacando principalmente, algodón, cacahuate, café, calabaza, melón, papa, papayo, pepino, plátano, sandía, tabaco, tomate verde, vid entre otros.

Descripción del nemátodo dorado *Globodera rostochiensis*

Antecedentes históricos

De acuerdo a Cepeda (1996), en Alemania, durante la campaña contra *Heterodera schachtii* (nemátodo de la remolacha), Kühn observó quistes en las raíces de papa y consideró que se trataba de una subraza de la misma especie; el mismo autor menciona que Skarbilovich 1959, ubica a los nemátodos de quiste esféricos y piriformes como especies del género *Heterodera* y subgénero *Globodera* y que Mulvey y Stone en 1976, con base en consideraciones detalladas de nemátodos enquistados y diferencias morfológicas y biológicas de hembras maduras, quistes y machos, propusieron que el subgénero *Globodera* se

elevara a la categoría de género, debido a la forma esférica peculiar y ausencia de cono vulvar de sus hembras enquistadas.

Aviles (1996) cita que la primera determinación de la presencia de *Globodera rostochiensis* en México fue en 1954, al identificarse en productos agrícolas de exportación destinados a Estados Unidos; para corroborar este hallazgo, Spears en 1955 llevó a cabo una exploración nematológica en áreas productoras de papa en México. El primer informe de la presencia del nemátodo dorado en nuestro país fue realizado por Iverson en 1972, cuando confirmó el diagnóstico preliminar efectuado por Sosa en 1971, partiendo de muestras de suelo provenientes de León Guanajuato y Galeana, Nuevo León.

En un recorrido con personal de papa del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y el Centro de Fitopatología del Colegio de Postgraduados en los estados de Tlaxcala y Veracruz para confirmar la presencia del nemátodo dorado, encontrándose poblaciones altas que causaban daños al cultivo; por lo cual se procedió a proponer proyectos de investigación a corto y mediano plazo para resolver el problema de las sierras a nivel regional, actualmente dicho nemátodo se encuentra en casi todas las áreas productoras de papa del estado de Veracruz (Paredes, 1983).

Clasificación taxonómica

Para Lucy *et al.* (1988), la clasificación taxonómica es la siguiente:

Phylum.....Nematoda (Rudolphi, 1908)

Clase.....Secernentea (Von Linstow,1905; Dougherty,1958)

Subclase...Diplogasteria (Chitwood y Chitwood,1937)

Orden.....Tylenchida (Thorne,1949)

Suborden...Tylenchina (Chitwood,1950)

Superfamilia...Tylenchoidea (Orley,1880)

Familia.....Heteroderidae (Filipjev, Schuurmans y Stekhoven,1941)

Subfamilia...Heteroderinae (Filipjev,Schuurmans y Stekhoven,1941)

Género.....*Globodera* (Skarbilovich,1959)

Importancia

Los nemátodos formadores de quistes producen diversas enfermedades en las plantas principalmente en las regiones templadas del mundo, un nemátodo formador de quistes que en particular ataca severamente tanto a la papa como al tomate y a la berenjena es *G. rostochiensis* (Agrios, 1996).

Provoca pérdidas en el rendimiento de hasta un 15% en los cultivos que no muestran síntomas aéreos, el rendimiento puede reducirse en 2 ton/ha cuando la infestación aumenta a 20 huevecillos por gramo de suelo; podría darse el caso de cosechar menos tubérculos que los sembrados; cabe señalar que también hay pérdidas debido a los insumos necesarios para controlar a dicho nemátodo y por

aspectos de cuarentena que implican la prohibición de sembrar para producir semillas en zonas infestadas (Cepeda, 1996).

En la zona agrícola de Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León, se siembran aproximadamente 3,000 ha con papa, obteniéndose rendimientos promedio que fluctúan en las 35 ton/ha; en relación a las limitantes que tiene este cultivo se tiene dentro del aspecto fitosanitario a el nemátodo dorado, el cual según reportes, genera pérdidas hasta del 15% sin presentar síntomas visibles a nivel de campo y 40% en algunos lugares donde no se combate, este nemátodo se detectó en la región desde 1971, originando la cuarentena permanente interior No.17, donde se indica como requisito para obtener permisos de siembra el que se realicen muestreos para detectar su presencia, por lo que su identificación se torna muy importante (Vásquez *et al.*, 1992).

Características morfológicas

El huevo es ovoide, mide de 95 a 115 micras de ancho, dentro de este se encuentra la larva de primer estadio, doblada tres o cuatro veces; la larva del segundo estadio es vermiforme, de 370 a 470 micras de longitud, la cola es hialina y aproximadamente de la misma longitud que el estilete (Golden y Ellington, 1972).

Hembra

El estadio de quiste está presente ; su cuerpo es globoso, esférico, no termina en cono, tiene cuello corto; la cutícula es delgada con líneas superficiales que forman un patrón reticular; tiene una capa D, presente. Su vulva terminal es

de longitud media, aunque hay especialistas que indican que la apertura vulvar es corta . No hay fenestración en el ano, sin embargo, ano y vulva descansan en una hondonada vulvar; todos los huevecillos son retenidos dentro del cuerpo (Cepeda, 1996).

Macho

Es vermiforme y mide casi 1.3 mm de largo por un diámetro de 30 a 40 micras; permanece en la raíz de la planta hospedante durante unos cuantos días, tiempo durante el cual pueden o no fecundar a las hembras, después penetran en el suelo y en poco tiempo mueren (Agrios, 1996).

La cabeza está ligeramente separada, con seis anulaciones; la región cefálica esclerotizada, con el estilete muy fuerte, de 25 a 27 micras y unos nódulos basales prominentes y laterales; en la base del estilete hay un anillo que lo circunda, envuelto a la vez éste por otros anillos; el bulbo medio es elipsoidal; posteriormente en la parte media del cuerpo hay un ensanchamiento que mide entre 31 y 46 micras (Aguilar, 1997).

Ciclo biológico

Según Christie (1991), Hagemeyer menciona que hasta donde se ha investigado el tema, todos los nemátodos enquistados tienen, esencialmente, el mismo ciclo de vida; en este aspecto, las especies sólo difieren en detalles menores; este ciclo de vida es en muchos aspectos, como el de los nemátodos de los nódulos radiculares; las larvas de los nemátodos enquistados, como las larvas

de los nemátodo de los nódulos radiculares, tienen su primera muda dentro del huevo.

Una vez que ocurre la primera muda, comienza a formarse el estilete en su parte anterior; en el segundo estadío juvenil la larva emerge del huevecillo a través de punciones y cortes que realiza ayudada por su estilete, rompiendo la capa del huevecillo donde está inmerso; la eclosión está estimulada por varios factores, como son la temperatura, la humedad, la aireación y los exudados radiculares del hospedante (Jones, 1975).

Las larvas de segundo estadío migran hacia las raíces posteriormente, las larvas se colocan total o parcialmente en las raíces, con la cabeza cerca del sistema vascular, para alimentarse y seguir su desarrollo, y así poder pasar al tercer estadío (Franco, 1986).

Dependiendo de la temperatura el segundo estadío se completa alrededor de siete días desde la entrada hasta que ocurre la segunda muda, dando lugar al tercer estadío juvenil, en el cual ya se han desarrollado el recto y los primordios genitales que ya se venían formando por divisiones celulares en los juveniles de segundo estadío, de tal manera que la diferenciación sexual en este tercer estadío se hace evidente (Wyss y Zunke, 1985).

Franco (1986), menciona que la definición del sexo está en función de la cantidad de alimento, la población estará predominantemente constituida por

hembras, y si la población es abundante y hay poco alimento disponible, predominarán los machos.

Los machos juveniles siguen su desarrollo, elongándose dentro de la cutícula del juvenil de tercer estadio; esta última muda es completa a los 13 días, los machos emergen de la raíz a los 20 días después de la entrada del juvenil de segundo estadio, dirigiéndose al suelo y más tarde ir en busca de las hembras, cuya parte terminal que contiene la vulva, ha quedado expuesta a través de los tejidos (Green, 1971).

Una vez que las hembras se encuentran en las raíces, se alimentan de los síncitos o células de transferencia; además de lo anterior, podrán ocasionar la ruptura de la raíz si el desarrollo es excesivo; o bien las hembras quedan bajo la epidermis, debido a que no hay una formación de síncitos, lo cual es una respuesta de incompatibilidad por parte de las plantas y el nemátodo, generalmente este fenómeno se presenta en variedades resistentes pues no hay una fuente de alimento para la hembra (Scurrah, 1981).

Con relación al juvenil de tercer estadio las hembras, son más pequeñas que en el juvenil de segundo estadio, distinguiéndose sus ovarios gemelos, los cuales crecen rápidamente; el juvenil de cuarto estadio, tiene forma redondeada parecida a una botella midiendo aproximadamente 0.4 mm de longitud; el sistema reproductivo se abre al exterior debido a la formación de la vulva. Al 13^a día, los ovarios han aplastado otros órganos dentro del cuerpo, el cual se llena de

huevecillos; para entonces las hembras ya pueden verse afuera de la raíz. El ciclo de vida puede variar entre 6 y 9 semanas aproximadamente (Siddiqui, 1986).

Sintomatología y daños

McBeth 1938 (Citado por Christie, 1991), indica que los nemátodos enquistados producen muy escasa lesión mecánica a las raíces de los vegetales huéspedes; en muchos casos no llegan a causar, en grado apreciable, lesiones, necrosis o vesículas; sin embargo, parece que se presenta en algunos vegetales una necrosis considerable en la zona de invasión.

Los síntomas en la parte aérea de la planta no son específicos; pueden presentarse como crecimiento pobre, enanismo, amarillamiento y senescencia temprana; tanto las raíces como en algunas veces los tubérculos muestran la única característica específica que es la presencia de hembras esféricas amarillas o blancas que cambian a color café y representan el estado de quiste, en el cual están los huevecillos permaneciendo estables por largos períodos (Rich, 1983).

El nemátodo dorado no causa síntomas específicos en la parte aérea de la planta que puedan tener valor para su diagnóstico; los daños causados en las raíces hacen que las plantas enfermas muestren síntomas similares a los provocados por deficiencias de agua y elementos minerales; bajo condiciones de sequía el follaje se vuelve amarillento haciéndose evidente una severa marchitez; altas poblaciones de este nemátodo provocan que se detenga el desarrollo y una muerte prematura, además existe la proliferación de raíces laterales, durante la

floración de la planta, las hembras inmaduras irrumpen a través de la epidermis de la raíz; el efecto sobre el rendimiento varía de acuerdo a la densidad del nemátodo, y llega a causar la destrucción total del cultivo, cuando existen altas poblaciones (Hooker, 1986).

Hospederos

Los nemátodos enquistados probablemente han coevolucionado con su grupo de hospedantes; este aspecto se refleja en el sentido de que *G. rostockiensis* y las especies relacionadas indican específicamente en solanáceas (Stone, 1983).

Brodie y Mai, (1989), mencionan los hospederos de la familia de las solanáceas, teniendo a la berenjena (*Solanum melongena*), jitomate (*Lycopersicon esculentum*) y papa (*Solanum tuberosum*) y algunas de las solanáceas silvestres que son; (*Solanum rostratum*), (*S.triflorum*), (*S.blodgettii*), (*S. dulcamara*), (*S. xanthi*) y (*S. integrifolium*) son ligeramente parasitadas, así como algunas especies silvestres del género *Lycopersicon*, que mostraron ser hospedantes de este nemátodo.

Distribución

Se sabe que el nemátodo se presenta en las Islas Británicas, Alemania, Noruega, Suecia, Latvia, Argelia y Japón; se le ha encontrado en México, Bolivia, Perú y Argentina y es probable que se presente en otros países de Centro y Sudamérica (Wille, 1952; citado por Christie, 1991).

De la región de los Andes en Sudamérica, el nemátodo dorado fue trasladado a Europa probablemente en tubérculos de papa silvestre introducidas para buscar resistencia al tizón tardío provocado por el hongo (*Phytophthora infestans*), ya que fue encontrado primeramente en Alemania en 1881; en Estados Unidos fue detectado por primera ocasión en Long Island, Nueva York y se cree que fue introducido a inicios de 1920 (Evans y Brodie, 1980).

Descripción del nemátodo de la lesión *Pratylenchus* spp.

Antecedentes históricos

Christie (1991) cita que, se dio cuenta de una enfermedad que afectaba a los tubérculos de papa en Tennessee E.U.A. presentó una descripción detallada de los síntomas y los atribuyó a un nemátodo que se encontraba en gran cantidad en los tejidos afectados; éste fue un nemátodo lesionante que, posteriormente, se denominó *Pratylenchus scribneri* a su vez menciona que se reconocieron como válidas diez especies, a saber: *P. brachyurus*, *P. coffeae*, *P. goodeyi*, *P. minyus*, *P. penetrans*, *P. pratensis*, *P. scribneri*, *P. thornei*, *P. vulnus* y *P. zae*; desde la publicación del trabajo de Sher y Allen, se han incluido tres nuevas especies: *P. steineri*, *P. hexincisus* y *P. subpenetrans*.

Los especímenes del género *Pratylenchus* anteriormente fueron descritos por varios investigadores como miembros del género *Tylenchus*, posteriormente Filipjev estableció el género *Pratylenchus*, el cual comprende 61 especies; el

primer nemátodo lesionante registrado fue encontrado en Inglaterra y fue descrito por De Mann, en 1880 (Aguilar, 1997).

Clasificación taxonómica.

Michel 1987 (Citado por Aguilar, 1997), ubica al género de la siguiente manera:

Clase.....Secernentea (Von Linstow 1905, Dougherty 1958)

Subclase.....Diplogasteria (Chitwood y Chitwood 1937)

Orden.....Tylenchida (Thorne 1949)

Suborden.....Tylenchina (Chitwood 1950)

Superfamilia.....Tylenchoidea (Orley 1880)

Familia.....Pratylenchidae (Thorne 1949)

Subfamilia.....Pratylenchinae (Thorne 1949)

Género.....*Pratylenchus* (Filipjev 1936)

Importancia

El nemátodo lesionador de los prados se encuentra en todas las partes del mundo, donde ataca a las raíces de todas las clases de plantas, como es el caso de los cultivos del campo; la gravedad de los daños que ocasiona el nemátodo lesionador varía con el cultivo atacado y consisten en una reducción o inhibición de su raíz causada por la formación de lesiones locales en las raíces jóvenes (Agrios, 1996).

Webster (1972), menciona que *Pratylenchus* causa raíces necróticas, algunas veces se puede apreciar externamente como lesiones oscuras; algunas especies como *P. brachyurus* y *P. scribneri*, también causan lesiones como, roña, pústulas o granos en tubérculos, reduciendo su valor en el mercado. Este mismo autor indica que encontró pérdidas en el cultivo de papa de 1/3 o más en Holanda correlacionadas con la densidad de *P. penetrans* en las raíces, también encontró *P. brachyurus* un patógeno de importancia económica en Sudáfrica, las lesiones visibles en los tubérculos redujeron su valor en el mercado.

Características morfológicas

Estos nemátodos son vermiformes, casi cilíndricos de menos de 1mm de longitud, presentan cabeza con 2, 3 ó 4 anillos cuticulares, intensamente esclerotizada y la longitud del estilete es de 14 a 20 micras el estilete es fuerte en ambos sexos (Kirjanova y Krall 1977).

La anulación cuticular de la hembra es fina; presentándose un campo lateral con 4 incisuras normalmente; en este campo las bandas externas pueden ser circulares en cierta forma; la cabeza con armadura cefálica fuerte y conspicua, los nódulos basales del estilete se encuentran ampliamente en un lóbulo de aproximadamente una y media veces el ancho del cuerpo (Corbett, 1973).

Ciclo biológico

Los nemátodos lesionantes son parásitos vagabundos y ninguna fase de su desarrollo puede denominarse como la etapa de infestación, porque los adultos y

las larvas de varias edades se encuentran dentro y fuera de las raíces (Christie, 1991).

Los machos son comunes en algunas especies, pero no en otras; los huevecillos son depositados en el suelo o en las raíces y se incuban cuando las condiciones físicas son favorables (Webster, 1972).

El ciclo de vida del nemátodo de la lesión es simple; las hembras son fertilizadas por el macho; el primer estadio larvario se desarrolla dentro del huevo, muda y eclosiona como segundo estadio; estas larvas pasan por una tercera y cuarta muda para convertirse en adultos, pudiendo ocurrir muchas generaciones de nemátodos en la raíz, sin que los nemátodos emigren al suelo circundante (Krusberg *et al.*, 1973 y Townshend, 1975).

El tiempo necesario para que el nemátodo complete su ciclo de vida varía desde unas cuantas horas hasta un año, dependiendo de las especies y condiciones ambientales; muchos nemátodos que atacan plantas tienen ciclos de vida de aproximadamente 30 días a 25 °C, mudando cuatro veces durante un ciclo de vida (Bird, 1978).

Sintomatología y daños

Christie (1991), afirma que los síntomas varían de acuerdo al tipo de vegetal de que se trate, pero para la mayor parte de ellos, se caracterizan por la mutilación de las raíces como resultado de la formación de las lesiones.

Los síntomas de la raíz de las plantas afectadas consisten en lesiones que al principio aparecen en forma de manchas diminutas, alargadas y aguanosas o de color amarillo obscuro, las cuales al poco tiempo toman un color café hasta adquirir un color casi negro; las lesiones aparecen principalmente sobre las raíces nutricionales y jóvenes y se concentran sobre todo en la zona de los pelos radiculares, aunque pueden aparecer en cualquier parte de las raíces (Agrios, 1996).

Las plantas atacadas por el nemátodo lesionador, muestran achaparramiento y clorosis, como si tuviera deficiencias minerales o falta de agua; a medida que progresa la infección el achaparramiento se hace más evidente, el follaje se marchita en días cálidos de verano y adquiere un color café amarillento; la producción de las plantas afectadas disminuye y si la infestación es severa, la planta muere (Aguilar, 1997).

Hospederos

Más de cien vegetales diferentes se han encontrado infestados con nemátodos lesionantes de una u otra clase; se incluyen cosechas tales como alfalfa, algodón garbanzo, caña de azúcar y tabaco; cultivos de cereales como avena, maíz, centeno y trigo; cultivos de legumbres como, col, zanahoria, papa, y tomate; frutales como toronja, ananá o piña, frambuesa, fresa y banano o plátano; árboles y arbustos como manzano, higuera, caoba, melocotón o durazno, té y nogal, así como plantas ornamentales (Christie, 1991).

Los hospederos dónde se le ha encontrado son: alfalfa, algodón, avena, café, cereza, chícharo, caña de azúcar, chabacano, fresa, frijol, durazno, lirio, coliflor, plátano, repollo, tomate, papa, maíz, zacates, higueras, nogal, piña, tabaco, soya, manzano y zanahoria (Cepeda, 1996).

Este nemátodo es reportado infectando 80 especies y variedades de plantas ornamentales, frutales, básicos y hortalizas; entre ellas están el nogal, durazno, higuera, rosal, fresa, papa, olivo, narciso, vid, almendro, cerezo, sauce, frambuesa, membrillo, pera y aguacate (Aguilar, 1997).

Distribución

Los nemátodos lesionantes son comunes y mundiales y no parece que el clima influya mucho en su distribución; es posible que algunas especies se adapten a regiones cálidas; el nemátodo lesionante es más numeroso en Carolina del Norte, Carolina del Sur y Kentucky , Estados Unidos de América (Christie, 1991).

Los nemátodos del género *Pratylenchus* fueron encontrados por Webster 1972 en Estados Unidos y Hawai, sin embargo, Jenkins los encontró en Holanda e Inglaterra en 1967; por otra parte Taylor y Golds, en 1972, mencionaron que se hallaban en el Sur de Líbano, y Thorne, en 1961, los encontró en la Isla de Orlando, Ontario y Quebec en Canadá (Cepeda, 1996).

El género *Pratylenchus* se ha reportado en California, Texas, Luisiana y el Sureste de los Estados Unidos, Australia, Brasil, Cuba, Egipto, Hawaii, India, Iraq, Japón, Madagascar, Nigeria, Panamá, Puerto Rico, Rhodesia, Sud Africa, Senegal, Trinidad y Tobago, República Arabe Unida y Venezuela (Aguilar, 1997).

Descripción del nemátodo del tallo *Ditylenchus* spp.

Antecedentes históricos

El género *Ditylenchus* fue descrito por primera vez por Filipjev en 1936 y tiene una estrecha relación con *Tylenchus* y *Anguina* y a veces ciertas especies se han colocado en un género y otras veces en otro, pero cuando menos estos tres géneros tienen una característica en común; las dos especies más conocidas de *Ditylenchus* son: *D. dipsaci*, que es la más común e importante de todas y generalmente se le denomina nemátodo del bulbo y del tallo y *D. destructor* nemátodo de la pudrición de la papa, que también ocasiona grandes pérdidas económicas (Aguilar, 1997).

En los años siguientes, se encontraron otros nemátodos que se consideraron de la misma especie, los que infestaban alrededor de 375 vegetales diferentes; sin embargo pronto se descubrió que estos nemátodos no eran idénticos en todos los casos y que no siempre pasan de un huésped a otro; varios investigadores han estudiado extensamente los hábitos comparativos y las

relaciones de las poblaciones con las diferentes plantas, habiéndose identificado muchas razas biológicas diferentes (Christie, 1991).

Dos tipos distintos de daño a la papa fue reportado en Europa y le llamaron pudrición del tubérculo asociado con un crecimiento torcido en la punta, y una pudrición del tubérculo sin síntomas sobre el suelo, ambos tipos de daño fueron atribuidos al nemátodo del tallo *Ditylenchus dipsaci*, Hasta que Thorne en 1945, descubrió nemátodos causando pudrición del tubérculo en Idaho E.U.A. Como una nueva especie *D. destructor*, conocido como nemátodo de la pudrición de la papa o nemátodo tuberculoso de la papa (Webster, 1972).

Clasificación taxonómica

Fortuner y Maggenti (1987) citan la siguiente clasificación taxonómica.

Clase.....Scernentea (Von Linstow 1905, Dougherty 1958)

Subclase.....Diplogasteria (Chitwood y Chitwood 1937)

Orden.....Tylenchida (Thorne 1949)

Suborden.....Tylenchina (Chitwood 1950)

Superfamilia.....Tylenchoidea (Chitwood y Chitwood 1937)

Familia.....Anguinidae (Nicoll 1935)

Subfamilia.....Ditylenchinae (Golden 1971)

Género.....*Ditylenchus* (Filipjev 1936)

Importancia

Ditylenchus destructor, el nemátodo de la pudrición de la papa, ataca y lesiona las partes de su vegetal huésped que crecen en el subsuelo, aunque rara vez se encuentra en la estructura aérea; el daño a las papas tiende a ser algo superficial, sin que penetre profundamente en el tubérculo, con manchas subyacentes de color claro que pueden unirse y tornarse pardas; los tubérculos así dañados son especialmente sensibles a una pudrición secundaria (Christie, 1991).

Generalmente este nemátodo es el más importante como plaga en papa, juzgando de la literatura su mayor importancia, ya que en la URSS, infestó desde un 10-20% de los cultivos de papa, causando grandes pérdidas, provocó pérdidas en el Oeste de Verania estimándose pérdidas por 162,500 toneladas anualmente; sin embargo en Europa es sólo de importancia local, aún así se ha dicho que es una de las especies de nemátodos de mayor importancia especialmente en Holanda; la importancia de éste nemátodo en Norteamérica parece declinarse especialmente en Canadá; en E.U.A., una buen fumigación del suelo con Dibromuro de Etileno puede darnos buenos resultados para combatir esta plaga (Webster, 1972).

Características morfológicas

Todas las especies del género *Ditylenchus* tienen una longitud entre 0.8 y 1.4 mm, son delgados, su cuerpo es cilíndrico y presenta una cutícula anillada, con estrías transversales finas y muy tenues, interrumpidas por campos

laterales de 4 a 6 líneas; la región labial, es algo aplanada y carece de estriaciones conspicuas; su estilete es corto, de 10 a 15 micras, delgado y con nódulos basales circulares moderadamente desarrollados; el esófago es típicamente del orden Tylenchida y consiste en procorpus angosto, metacorpus pequeño y ovoide y un istmo delgado; la región posterior al esófago es en forma de bulbo y algunas veces se sobrepone ligeramente sobre el intestino, no es visible; el sistema reproductor femenino posee un sólo ovario prodélfico; la vulva esta localizada entre el 75-80% de la longitud del cuerpo; el sistema reproductor masculino es morfológicamente muy similar a la hembra, posee un sólo testículo, las espículas son arqueadas, el gobernáculo es pequeño y simple; la cola en la hembra y el macho es conoide y termina en ángulo agudo (Jenkins y Taylor, 1967).

Ciclo biológico

Todos los estadíos de *Ditylenchus* se pueden encontrar en los tejidos, de los hospederos o en el suelo cerca de la planta, las larvas se mueven de adentro hacia afuera y hacia los tejidos, se alimentan principalmente en tallos y hojas *D. dipsaci* o en estructuras de los tallos subterráneos *D. destructor* Morfológicamente las dos especies son muy similares, pero biológicamente difieren en algunas cuestiones importantes (Webster, 1972).

Este nemátodo, es un parásito interno de los bulbos, tallos y hojas, aunque rara vez invade las raíces; pasa generación tras generación dentro de los tejidos

del huésped, y emerge, para entrar en el suelo, sólo cuando son desfavorables las condiciones de vida dentro del vegetal (Christie,1991).

La primera muda se produce en el huevecillo; la segunda etapa larvaria emerge del huevecillo y rápidamente sufre la segunda y tercera muda y se desarrolla en preadulto o larva infectiva; esta última puede resistir condiciones adversas de congelación y de desecación extremas durante largos períodos en fragmentos de tejidos, tallos, hojas, bulbos y semillas de plantas o en el suelo; bajo condiciones favorables de humedad y temperatura, las larvas preadultas vuelven a la actividad, penetran en el hospedante, sufren la cuarta muda y se desarrollan en machos y hembras; éstas últimas ovipositan, sobre todo después de haber sido fecundadas por machos; el ciclo completo de huevecillo a huevecillo a menudo concluye al cabo de 19 a 25 días; la reproducción se efectúa en los tejidos suculentos de rápido crecimiento o en los órganos de almacenamiento y continúa durante todo el año, aunque se retarda o inhibe a bajas temperaturas; *Ditylenchus dipsaci* es un nemátodo endoparásito de bulbos, tallos y hojas pasando generación tras generación en esos tejidos y escapa al suelo sólo cuando las condiciones de vida en los tejidos de la planta se vuelven desfavorables; cuando los bulbos severamente infectados se pudren, las larvas preadultas salen de ellos y en ocasiones se reúnen cerca de las láminas basales de los bulbos desecados a manera de masas algodonosas de color blanco grisáceo denominadas “lana” del nemátodo, dónde pueden permanecer vivas durante varios años (Agrios, 1996).

Sintomatología y daños

Los daños se caracterizan primero, por pequeñas manchas descoloridas sobre los tubérculos en los que se están desarrollando colonias de nemátodos estas manchas consisten en tejidos podridos, del gris al pardo, con una apariencia apanalada y granular; al propagarse las lesiones a través del tubérculo, se presenta el secado y enjutamiento de la cutícula y a menudo, se observan grietas (Christie, 1991).

Este nemátodo *Ditylenchus* provoca deformación en tejidos de bulbos; en tejidos foliares se forman pequeñas y grandes cavidades llenas de nemátodos, ocasiona raquitismo, ya que hay grandes pérdidas de almidón y de otros compuestos se menciona que se adapta a los cambios de temperatura y es un nemátodo cosmopolita; por otro lado las infestaciones raramente ocurren en partes aéreas de las plantas; los síntomas sobre la superficie como achaparramiento y deformaciones de la hoja, raramente ocurren, bajo la superficie aparecen numerosas lesiones grises a cafés en los tubérculos infestados se forman cavidades a lo largo del bulbo que se tornan harinosas y granulares; la corteza del tubérculo se deseca, encoge y se raja (Aguilar, 1997).

La infestación de *D. destructor* empieza como una pequeña mancha brillante con “cavidades alimenticias” en la corteza, detectadas con la remoción de la piel; si las cavidades se alargan éstas se juntan, el tejido afectado se oscurece gradualmente hacia tornarse grisáceo a un café oscuro o negro, así como organismos secundarios tales como: hongos, bacterias y otros organismos entran;

D. destructor se encuentra a veces en tejidos oscuros, estando concentrado en el tejido blanquecino harinoso en la parte avanzada de la lesión; la piel del tubérculo no es atacada y puede permanecer infectada pero sólo la parte delgada sobre la lesión, los tejidos afectados son suaves y harinosos (Webster, 1972).

Hospederos

La especie *D. destructor* tiene un amplio rango de hospederos tanto en los cultivos como hierbas (particularmente aquellas con partes rizomatosas) y algunos hongos comunes, mencionando algunos de estos hospederos están: la remolacha azucarera, zanahoria, gladiolas, tulipán, trébol, arveja, pastos y varias hierbas comunes de tierras arables (Webster, 1972).

Se ha indicado que el diente de león, *Taraxacum officinale* L., es un huésped de *D. destructor* y que éste ha sido inoculado experimentalmente a la remolacha azucarera; otra raza de esta especie se alimenta de los micelios de las setas, *Agaricus* sp. Aunque esta raza puede alimentarse en ocasiones, de vegetales superiores, tales ataques son de poca importancia (Christie, 1991).

El nemátodo del bulbo y del tallo se encuentra ampliamente distribuido en todo el mundo, pero es particularmente abundante y destructivo en aéreas con climas templados; es uno de los nemátodos fitoparásitos más destructivos, ataca a una gran variedad de plantas incluyendo a las cebollas, narciso, jacinto, tulipán, avena, centeno, alfalfa, trébol rojo y fresa (Agrios, 1996).

Distribución

Se ha informado de la presencia del nemátodo de la pudrición de la papa en varios lugares de la Europa continental y de las Islas Británicas; en América del Norte, se sabe que su distribución sobre las papas se limita a zonas en la Isla del Príncipe Eduardo y en Idaho y Wisconsin. *D. radicola* se presenta en las Islas Británicas y en las regiones septentrionales de Europa, pero no se sabe que exista en América del Norte, también se presenta en Noruega y Suecia; *D. phyllobius* se ha encontrado en Arizona, E.U.A., donde se encuentra como parásito del follaje de *Solanum eleagnifolium*, *D. askenasyi* fue encontrado inicialmente en Alemania sobre un musgo, *Hypnum cupressiforme* en el que vive como ectoparásito sin producir vesículas. *D. brenani* fue recolectado cerca de Oxford, Inglaterra (Christie, 1991).

Este nemátodo es un potencial enemigo de los cultivos de papa, porque puede ser introducido con tubérculo de países, estados o zonas que se encuentran infestadas, de los cuales no se tiene suficiente información (Montes, 1988).

Este nemátodo es cosmopolita, se le ha encontrado en Alemania, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Finlandia, Inglaterra, Normandia, México y Suecia (Aguilar, 1997).

Descripción de los Nematicidas Usados

Cadusafos (Rugby 10 G)

Nematicida/insecticida

Granulado

Producto Registrado

Composición Porcentual:

Porcentaje

en peso

Ingrediente activo:

Cadusafos: (0-etil S, S-di-sec-butyl

fosforoditioato)

No menos de:.....10.0 %

(Equivalente a 100 g de I.A./kg)

Ingredientes inertes:

Diluyente granulado, acondicionador y

Compuestos relacionados

No más de:.....90.0 %

Total.....100.0 %

Precauciones y advertencias de uso

Durante el uso y manejo utilice ropa de protección adecuada; guantes impermeables, lentes de seguridad, mascarilla, gorra y overol de mangas largas e impermeable.

- No debe comer, beber o fumar durante el uso y manejo del producto; lávese las manos con abundante agua y jabón.
- Evite la inhalación del producto o su contacto con la piel, boca, ojos y ropa si esto sucede lávese con abundante agua y jabón.
- Durante el llenado del equipo de aplicación; hágalo a favor de la dirección del viento, evitando la caída del producto.
- No aplique el producto con la mano.
- Al terminar su jornada diaria, báñese con abundante agua y jabón y póngase ropa limpia.
- Lave con agua y jabón la ropa contaminada antes de volver a usarla.

Rugby 10 G es un nematocida tóxico, por lo cual recomendamos el cumplimiento de las precauciones durante el uso y manejo del producto.

Los niños, ancianos, enfermos y mujeres embarazadas o en lactancia son más susceptibles al riesgo por el uso de este producto.

Evite ingerir el producto.

No se transporte ni almacene junto a productos alimenticios y ropa.

Manténgase fuera del alcance de los niños y animales domésticos.

No se reutilice el envase.

Instrucciones de uso

Siempre calibre el equipo de aplicación

Cultivo	Plaga	Dosis/ha
Banano veranero	Nemátodos Nemátodo barrenador de la raíz <i>Radopholus similis</i>	Aplique 2 a 3 g de Rugby 10 G por cepa. en aplicaciones semestrales.

Recomendaciones

Usar dosis altas para infestaciones severas; Rugby 10 G puede ser aplicado e incorporado en el suelo; Rugby 10 G tiene una actividad inicial y residual efectiva para el control de nemátodos fitoparásitos.

Compatibilidad

Rugby 10 G puede ser aplicado simultáneamente con fertilizantes de origen neutro o ácido, como sulfato de amonio, urea y nitrato de amonio, propenso a hidrólisis alcalina en presencia de bases fuertes, Rugby 10 G se aplica junto con el fertilizante.

Fitotoxicidad

Rugby 10 G no es fitotóxico a la dosis recomendada.

(Diccionario de Especialidades Agroquímicas, 1997).

Aldicarb (Temik 15 G)

Insecticida acaricida y nematocida

Granulado

Producto registrado

Composición Porcentual	porcentaje en peso
-------------------------------	-------------------------------

Ingrediente activo

Aldicarb: 2-metil-2-(metilo) propionaldehído

O-(metilcarbamoil) oxima.

No menos de:.....15.0 %

(Equivalente a 150 g de I.A./kg)

Ingredientes inertes

Diluyente vegetal, adherente de polvo y

compuestos ralacionados.

No más de:.....85.0 %

Total.....100.0 %

Mantengase fuera del alcance de los niños, ya que el producto es extremadamente tóxico

Instrucciones de uso

Siempre calibre el equipo de aplicación

Temik 15 G es un insecticida, acaricida, nematicida carbámico de acción sistémica; es una formulación que debe usarse tal como viene sin mezclarse con otros productos, ni disolverlo en agua.

Aplíquese solamente con equipo mecánico tipo “Gandy” o con equipos de mochila “Swissmex-Rapid”.

No debe aplicarse manualmente ni con equipo aéreo, eficaz en el control de plagas y los cultivos que se indican:

Cultivo	Plaga	Dosis	Método de aplicación
Algodón (90 días)	Nemátodos <i>Meloidogyne,</i> <i>Rotylenchus,</i> <i>Pratylenchus</i>	14.0-20.0 kg	A la siembra
Papa (90 días)	Nemátodos <i>Globodera rostochiensis</i> <i>Meloidogyne spp</i>	20.0 kg	A la siembra
Tabaco (sin limite)	Nemátodos <i>Meliodogyne,</i> <i>Pratylenchus,</i> <i>Tylenchorhynchus</i>	15.0 kg	Al trasplante y en planta establecida
Cítricos (90 días)	Nemátodos <i>Radopholus similis,</i> <i>Tylenchulus semipenetrans,</i> <i>Pratylenchus spp.</i>	300 g/árbol	Aplicar en la zona de goteo

Temik 15 G al entrar en contacto con el suelo húmedo, el ingrediente activo es rápidamente absorbido por las raíces, distribuyéndose a todos los órganos de

la planta; la actividad residual de Temik 15 G varía con las condiciones de cultivo, la dosis y las plagas, pero en promedio dura seis semanas o más.

Use las dosis altas en suelos orgánicos o arcillosos; no exceda o sobrepase las dosis recomendadas; en cultivos de algodónero las dosis superiores a 7.0 kg, pueden retrasar y disminuir la emergencia de plantas, pero sólo si el producto entra en contacto directo con las semillas.

Limpie meticulosamente el equipo de aplicación al terminar de usarlo; entierre los residuos o excesos profundamente para evitar que las aves se alimenten de los gránulos expuestos.

Compatibilidad

La actividad plaguicida no es afectada por las aplicaciones normales de fertilizantes o de otros plaguicidas, incluyendo los herbicidas; Sin embargo, no debe mezclarse con ningún producto para la aplicación, a fin de evitar la falta de uniformidad en la distribución; asimismo, no se debe aplicar conjuntamente con materiales alcalinos, como cal y amoniaco anhidro, pues se destruye rápidamente en medio muy alcalino.

Fitotoxicidad

Temik 15 G no es fitotóxico en los cultivos y a las dosis recomendadas y bajo las anteriores instrucciones de uso.

(Diccionario de Especialidades Agroquímicas, 1998).

MATERIALES Y MÉTODOS

En la región productora de papa de Navidad, Galeana, Nuevo León, se estableció el presente experimento, utilizando el cultivo de la papa variedad comercial "Alpha", así mismo se aplicó el insecticida nematicida de nombre técnico Cadusafos y de nombre comercial Rugby 10 G, al igual que el insecticida nematicida Aldicarb y de nombre comercial Temik 15 G ambos productos se presentan en forma de granulado.

Descripción del área de estudio

La región de Navidad, cuenta con 5,000 ha dedicadas al cultivo de la papa, ahí se encuentra el Campo Agrícola Experimental de Navidad, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (CAEN-UAAAN), que tiene una superficie de 100 ha, bajo el sistema de riego por aspersion. Localizado al Sureste de la Cd. de Saltillo, Coahuila a 84 Km por la carretera federal 57 (México-Piedras Negras), tramo Saltillo-Matehuala; está situado a 25° 00' 00" de latitud Norte y 100° 32' 00" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich , a un altura de 1895 msnm, el clima es semidesertico, con una precipitación anual de 400 mm; el suelo es limo-arenoso y tiene una profundidad de 35 cm; posee un lecho calcáreo de 15 cm de espesor, y un pH de 7.5, así como una temperatura media anual de 21.7 °C.

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado, fue el de bloques al azar, constando de 7 tratamientos con 4 repeticiones (Figura 1); los tratamientos utilizados y las dosis aplicadas se describen en el (Cuadro 1), y para el análisis de los datos se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % de significancia.

Establecimiento del experimento

Para el establecimiento del experimento se seleccionó un lote de producción que contara con la presencia de algunos organismos a estudio, y por medio de estacas de madera se señaló el experimento con el diseño estadístico mencionado; primeramente se procedió a dar un paso de barbecho, seguido de un cruzado de rastra y una nivelación, el suelo es del tipo migajon-limoso, las 28 unidades experimentales quedaron distribuidas, las cuales constaban de 6 m de largo por 4 m de ancho, en cuyo interior se establecieron 4 surcos de la misma longitud y de 0.90 cm de ancho.

Toma de muestras

Con la finalidad de conocer la presencia de nemátodos y la población inicial de estos, se realizó un muestreo antes de la siembra en cada una de las unidades experimentales.

Para nemátodos formadores de quistes, se realizó la toma de muestras de suelo una profundidad de 0-20 cm, en 5 puntos de muestreo de cada una de las unidades experimentales, obteniendo 1 kg de suelo como muestra representativa

de la unidad, la cual fue analizada por el método de flotación de quistes de Fenwick, posteriormente la muestra obtenida fue observada bajo los microscopios estereoscópico y compuesto, para definir la presencia del citado organismo.

Para el muestreo de nemátodos filiformes (adultos y larvas de segundo estadio) se realizó un muestreo de suelo en cada unidad experimental en forma de zig-zag a una profundidad de 0-30 cm; tomando una muestra representativa de 1 kg, analizando solamente 100 g por el método de embudo de Baermann, posteriormente los organismos obtenidos se pasaron bajo los microscopios estereoscópico y compuesto, y por medio de claves taxonómicas se logró la identificación de los nemátodos mencionados.

Al realizar un análisis previo, se detectó que no existían nemátodos formadores de quistes y que estaba presente una población de nemátodos filiformes por lo que se procedió a continuar con la aplicación de los nematicidas.

Aplicación de los nematicidas a estudio.

La aplicación de los nematicidas se realizó al momento de la siembra, abriendo el surco con implementos agrícolas y colocando el nematicida al fondo del surco bajo los tratamientos y dosis que se describen en el (Cuadro 1). Después de la aplicación se procedió a sembrar tubérculos de papa, en cada una de las unidades experimentales, aclarando que en cada uno de los cuatro surcos de cada unidad, se establecieron 20 tubérculos y que para la evaluación del experimento solamente se cosecharon los 2 surcos centrales de cada unidad experimental, posteriormente se procedió a tapar los surcos y dar un riego ligero;

durante el desarrollo del vegetal, se realizaron actividades de limpieza y los riegos necesarios, así como el manejo de plagas y enfermedades foliares.

Durante el tiempo que transcurrió de la siembra de tubérculo y la época de la cosecha, se logró llevar a cabo el análisis de muestreo inicial de los nemátodos filiformes presentes, detectándose la presencia de machos y hembras del segundo estadio de *Meloidogyne incognita* raza 1, pues en este lote experimental Cepeda (1996), logro su identificación a nivel de raza, a la vez se identificó a los géneros *Pratylenchus* y *Ditylenchus*, por lo que el muestreo a la cosecha se orientó hacia estos géneros.

A la cosecha, se realizó un muestreo dentro de cada una de las 28 unidades experimentales con la finalidad de observar la efectividad de los tratamientos.

Para el nemátodo *Meloidogyne incognita* raza 1, se muestrearon los tubérculos de 20 plantas de cada unidad experimental dentro de cada uno de los tratamientos, realizando la contabilidad del número de nódulos existentes en cada tubérculo, obteniendo una media aritmética dentro de cada unidad, lo que nos indica la población final de este nemátodo; y para el muestreo de *Pratylenchus* y *Ditylenchus* el muestreo de suelo a la cosecha se realizó en cada unidad experimental, a una profundidad de 0-30 cm; pesando solamente 100 gramos para obtener bajo la técnica del embudo de Baermann los nemátodos presentes y la observación de estos bajo los microscopios estereoscópico y compuesto, para lograr la población final de ambos nemátodos.

Para obtener la información sobre el rendimiento, a la cosecha se procedió a cosechar las 20 plantas ubicadas en los dos surcos centrales, de cada una de las unidades experimentales dentro de cada tratamiento, los tubérculos obtenidos de cada unidad experimental fueron pesados y clasificados por categorías de 1ª, 2ª y 3ª, dividiéndolos en sanos y dañados por los nemátodos, esto principalmente para *Meloidogyne incognita* raza 1.

Cuadro 1. Tratamientos, productos nematicidas y dosis de aplicación.

1998.

Tratamiento	Nematicida	Dosis Kg/Ha
1	Rugby 10 G	10.0
2	Rugby 10 G	20.0
3	Rugby 10 G	30.0
4	Rugby 10 G	40.0
5	Rugby 10 G	50.0
6	Temik 15 G	20.0
7	Testigo	Sin Aplicar

B1	B2	B3	B4
T1	T3	T4	T2
T4	T5	T7	T6
T6	T1	T2	T5
T2	T7	T3	T4
T5	T6	T1	T7
T7	T2	T5	T3
T3	T4	T6	T1

B= Bloques
T= Tratamientos

T1= Rugby 10 G 10.0 kg/ha
T2= Rugby 10 G 20.0 kg/ha
T3= Rugby 10 G 30.0 kg/ha
T4= Rugby 10 G 40.0 kg/ha
T5= Rugby 10 G 50.0 kg/ha
T6= Temik 15 G 20.0 kg/ha
T7= Testigo sin aplicar

Figura 1. Distribución de los bloques y tratamientos del experimento.

RESULTADOS

En relación a nemátodos formadores de quistes después de realizar el análisis del muestreo inicial, podemos mencionar que no se encontraron quistes del nemátodo dorado de la papa *Globodera rostochiensis* en las unidades establecidas y con fundamento en la metodología descrita, podemos reportar que el citado nemátodo no existe en el lote experimental dónde se estableció el experimento.

Al analizar las muestras para conocer la población inicial de nemátodos filiformes, se obtuvo una población de machos adultos, machos juveniles y hembras juveniles del nemátodo agallador *Meloidogyne incognita* raza 1, la cual se presenta en el (Cuadro 2) y (Figura 2), en base a la media aritmética de cada uno de los tratamientos; lo anterior se observa en el Apéndice 1.

Lo anterior nos indica que la población inicial del citado nemátodo, es considerada como alta en su estado biológico de segundo estadio, existiendo poblaciones iguales en los tratamientos 3, 1 y 7 al igual que en los tratamientos 5 y 6 comportándose dichos tratamientos estadísticamente iguales, en el tratamiento 4 la población inicial es considerada como alta, mientras que en el tratamiento 2 se encontró una baja población.

Cuadro 2. Población inicial de J2 de *Meloidogyne incognita* raza 1.

Tratamiento	Nemátodos J2, en 100 g de suelo	Comparación Estadística
1	1200	C
2	1150	D
3	1200	C
4	1300	A
5	1250	B
6	1245	B
7	1200	C

Con el objeto de conocer la población final de *Meloidogyne incognita* raza 1, al momento de la cosecha, la producción de tubérculos de las 20 plantas de cada unidad experimental, dependientes de sus tratamientos, fueron cosechadas por separado, obteniendo la media aritmética dentro de cada tratamiento en base al número de nódulos presentes en los tubérculos seleccionados, y en base a la escala de agallamiento descrita por Daulton y Nusbam (1961), poder agrupar los resultados tal como se muestran en el (Cuadro 3) y (Figura 3); lo anterior se observa en el Apéndice 2.

Podemos observar que los tratamientos 4, 5 y 6 fueron los que presentaron el menor número de nódulos, dentro de la media aritmética de las cuatro unidades experimentales que le corresponde a cada tratamiento en estudio, los tratamientos 1, 2 y 3 no presentan buenos resultados y el tratamiento 7 que presenta al testigo se manifiesta con un alto índice de agallamiento, lo cual nos ayuda a realizar una buena comparación de los tratamientos.

Los resultados obtenidos del muestro inicial de los nemátodos filiformes, nos reporta que la población inicial de *Ditylenchus* spp y *Pratylenchus* spp, obtenida antes de la siembra en base a la metodología expuesta, y al realizar la media aritmética dentro de cada tratamiento, los resultados se presentan de la siguiente forma:

Cuadro 3. Número de nódulos en tubérculos y comparación con la escala de agallamiento. 1999.

Tratamiento	Número de nódulos en tubérculo	Comparación estadística
1	80	B
2	60	C
3	30	D
4	3	E
5	3	E
6	3	E
7	100	A

Para el nemátodo *Ditylenchus* spp todos los tratamientos se comportan estadísticamente diferentes, mientras tanto para el nemátodo *Pratylenchus* spp los tratamientos 1,3 y 4 se comportan estadísticamente iguales, de igual manera se comportan los tratamientos 5, 6 y 7, mientras que los tratamientos 3 y 4 son estadísticamente diferentes tal como se muestran en el (Cuadro 4), (Figura 4) y (Figura 5); dichos resultados se observan en los Apéndices 3 y 4.

Con la finalidad de conocer la población final de los nemátodos *Ditylenchus* spp y *Pratylenchus* spp se realizó la media aritmética de los tratamientos encontrándose los siguientes resultados:

Como se observa en los resultados, para el nemátodo *Ditylenchus* spp la aplicación de los tratamientos 4, 5 y 6 presentaron el mejor control manteniendo baja la población, teniendo un comportamiento estadísticamente igual, por otro lado el tratamiento 7 que es el testigo se comporto como tal incrementando la población del mencionado nemátodo. En relación al nemátodo *Pratylenchus* spp los tratamientos 4, 5 y 6 también presentaron un buen control, manteniendo nula la población solo en los tratamientos 5 y 6, el tratamiento 7 incrementó en gran número la población de este nemátodo como se muestra en el (Cuadro 5), (Figura 6) y (Figura 7); lo anterior se observa en los Apéndices 5 y 6.

Cuadro 4. Población inicial de *Ditylenchus* spp y *Pratylenchus* spp.

Tratamiento	<i>Ditylenchus</i> spp.	Comparación estadística	<i>Pratylenchus</i> spp.	Comparación estadística
1	20	DE	45	C
2	24	CD	46	C
3	32	A	86	A
4	18	E	54	C
5	28	ABC	72	B
6	29	AB	65	B
7	25	BC	65	B

Cuadro 5. Población final de los nemátodos *Ditylenchus* spp y *Pratylenchus* spp.

Tratamiento	<i>Ditylenchus</i> spp.	Comparación estadística	<i>Pratylenchus</i> spp.	Comparación estadística
1	16	B	36	C
2	16	B	32	C
3	16	B	43	B
4	4	C	7	D
5	0	C	0	E
6	0	C	0	E
7	110	A	250	A

Con relación a los rendimientos obtenidos se presenta la media aritmética obtenida dentro de cada uno de los tratamientos, en base a kg / tratamiento observando que los mejores resultados los obtuvieron los tratamientos 4, 5 y 6 presentando los más altos rendimientos (Cuadro 6); dichos resultados se observan en el Apéndice 7.

A continuación en el (Cuadro 7) se presenta una relación de las categorías de papas obtenidas, en cada uno de los tratamientos en base a kilogramos por tratamiento, dividiendo cada categoría en sana y enferma, en base al daño del nemátodo agallador *Meloidogyne incognita* raza 1.

En cuanto a la relación de los tubérculos sanos y enfermos, se observa que en la media aritmética de los tratamientos, los tratamientos 4, 5 y 6 presentan los mejores resultados tanto en tubérculos de primera, segunda y de tercera obteniendo mayor número de tubérculos sanos y menor número de tubérculos enfermos; por su parte en el tratamiento 7 se aprecian claramente los daños, existiendo un menor número de tubérculos sanos y un mayor número de enfermos.

Cuadro 6. Rendimientos obtenidos en base a kilogramos por tratamiento.

Tratamiento	Media aritmética
1	4.25
2	5.75
3	7.75
4	11.50
5	11.50
6	11.50
7	7.75

Cuadro 7. Relación de los tubérculos obtenidos basados en sanos y enfermos.

Tratamiento	Categoría en kg / tratamiento					
	Primera		Segunda		Tercera	
	Sana	Enferma	Sana	Enferma	Sana	Enferma
1	0.0	0.0	0.25	2.0	0.5	1.50
2	0.0	0.0	1.50	2.5	1.0	1.25
3	0.0	0.0	3.50	1.0	2.0	1.25
4	1.50	0.0	5.75	0.0	4.0	0.25
5	1.25	0.0	6.0	0.0	4.0	0.25
6	1.25	0.0	6.0	0.0	4.0	0.25
7	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	3.25

DISCUSIÓN

Después de realizar el análisis del muestreo inicial y con fundamento a la metodología descrita, se menciona que con respecto a el nemátodo dorado *Globodera rostochiensis*, este no existe en el lote experimental donde se estableció el experimento.

Respecto a el nemátodo *Meloidogyne incognita* raza 1, se indica que en la población inicial, es considerada como alta, en su estado biológico de segundo estadio; con el objeto de conocer la población final, al momento de la cosecha, la producción de tubérculos de las 20 plantas de cada unidad experimental, fueron cosechadas por separado, obteniendo la media aritmética de cada tratamiento en base al número de nódulos presentes en los tubérculos seleccionados y en base a la escala del índice de agallamiento descrita por Daulton y Nusbaum (1961)., se observó que en los tratamientos 4, 5 y 6 fueron los que presentaron el menor número de nódulos; los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron buenos resultados y el tratamiento 7 representado por el testigo, manifestó un alto índice de agallamiento, lo cual ayudó a realizar una buena comparación de los tratamientos.

Con relación a la población inicial de los nemátodos *Ditylenchus spp*, y *Pratylenchus spp*, obtenida antes de la siembra y en base a la metodología expuesta, y al realizar la media aritmética dentro de cada tratamiento se presentó un mayor número de estos en los tratamientos 3, 5 , 6 y en el testigo. A la cosecha se realizó el análisis de la población final, y una vez que se realizó la media

aritmética de los tratamientos, se observó que los tratamientos 4, 5 y 6, fueron los que presentaron el mejor control y el testigo se comportó como tal incrementando en gran número su población.

Con relación a los rendimientos obtenidos a la cosecha se presentó la media aritmética obtenida, dentro de cada uno de los tratamientos y basado en kilogramos por tratamiento, obteniéndose los mejores rendimientos en los tratamientos 4, 5 y 6; también se presentó una relación de las categorías de papas obtenidas, en cada uno de los tratamientos y en base a kilogramos por tratamiento, se dividieron en sana y enferma, así como de primera, segunda y tercera, en base al daño del nemátodo agallador *Meloidogyne incognita* raza 1 y se observó que en los tratamientos 4, 5 y 6 tanto en primera, segunda y tercera, se presentaron mayor número de tubérculos sanos y de igual forma menor número de tubérculos enfermos.

CONCLUSIONES

Los tratamientos que presentaron los mejores resultados y un buen control sobre los nemátodos existentes en el experimento fueron el 4, 5 y 6. Así mismo como en rendimiento del tubérculo y calidad comercial.

Basados en los resultados obtenidos del experimento y con relación a los tratamientos 4 y 5, puede decirse que el producto nematicida Cadusafos y de nombre comercial Rugby 10 G, mostró satisfactoriamente un buen control sobre los nemátodos *Meloidogyne incognita* raza 1, *Ditylenchus* spp., Y *Pratylenchus* spp., con relación al tratamiento 6 tratado con el insecticida nematicida Aldicarb y de nombre Comercial Temik 15 G también obtuvo buenos resultados mostrando un buen control sobre estos; por su parte el tratamiento 7 representado por el testigo, incrementó las poblaciones de los nemátodos mencionados.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, M.R.** 1997. Nemátodos Asociados al Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum* L.) Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 112-119 pp.
- Agrios, N.G.** 1996. Fitopatología, Editorial LIMUSA, S.A de C.V. Grupo Noriega Editores, México D.F. 747-766 pp.
- Aviles, A.M.** 1996. Determinación de los niveles Poblacionales del Nemátodo dorado de la Papa (*Globodera rostochiensis*) (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 en los Municipios de Perote y Ayahualulco, Veracruz. Tesis. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 5 pp.
- Báez, P.M.** 1983. La Papa (*Solanum tuberosum* L.). Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 107 pp.
- Barreiro, P.M.** 1998. La Papa en México, un Cultivo con Potencialidad. Claridades Agropecuarias. México. D.F. No 57. 3 pp.
- Bird, F.A.** 1971, The Structure of Nematodes Academic Press, New York. 318 pp.
- Bird, G.W.** 1978, The Nematodes that Attack Corn and how they do their damage. In: FMC (Ed) Wildwest Corn Nematode Proceedings. Springfield, Illinois, USA. 13-25 pp.
- Brodie, B.B.** 1984, Parasite Nematodes of Potato. In: W.R. Nickle (de). Plant and Insect Nematodes. Marcel Dekker Inc. New York. USA. 167 pp.
- Brodie, B.B and Mai, W.F.** 1989, Nematodes In: W. J. Hooker (Ed) Compendium of Potato Diseases, 3ª Ed. Amer, Phytopathol. Soc., St. Paul, Minn., USA. 93-101 pp.

- Camacho, G.S.A.** 1997. Estudio de modelos de Raíces y Distribución de Materia Seca en Papa (*Solanum tuberosum* L.). Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 7-18 pp.
- Carrillo G.J.J.** 1989. Determinación de Razas Fisiológicas de tres Poblaciones del Nemátodo *Meloidogyne*. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 57 pp.
- Cepeda, S. M.** 1996. Nematología Agrícola. 1ª, Edición. Editorial Trillas. UAAAN. México, D.F. 83-137 pp.
- Cepeda, S.M.** 1996. Prácticas de Nematología Agrícola. 1ª, Edición. Editorial Trillas. UAAAN. México, D.F. 29-39 pp.
- Cepeda, S.M.** 1996. Identificación de la Especie y Raza Fisiológica del Nemátodo Agallador de la Papa *Meloidogyne* en Navidad, Gáleana, Nuevo León. Tesis Doctor en Ciencias. ITESM: Monterrey, Nuevo León. México. 20-28 pp.
- Christie, R.J.** 1991. Nemátodos de los Vegetales su Ecología y Control. Editorial LIMUSA, S.A. México, D.F. 62-128 pp.
- Corbett D.C.M.** 1973. *Pratylenchus penetrans* Commonwealth Institute of Helminthology Descriptions of Plant- Parasitic Nematodes bull. Set 3. No 25 William Clowes and Sons. London, England. 4 pp.
- DEAQ,** 1997. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 6ª, Edición. Ediciones PLM, S.A. de C.V. México, D.F. 578 pp.
- DEAQ,** 1998. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 8ª, Edición. Ediciones PLM, S.A. de C.V. México, D.F. 1061.pp.
- Eisenback, J.D.** 1985. Detailed Morphology of Males and Females of Second-Stage Juveniles (Root-Knot Nematodes). In: Sasser J.N and Carter C. (Eds). An

Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol, Biology and Control International *Meloidogyne* Project. Dep. Plant, Pathol. North Carolina St. Univ. USA. 457-477 pp.

Evans, K. and Brodie, B.B. 1980. The Origin and Distribution of the Golden Nematode and its Potential in the USA. *American Potato Journal*. 57: 79-89 pp.

Fortuner, R. and Maggenti, R.A. 1987. A Reappraisal of Tylenchida (Nemata) 4. The Family Anguinidae Nicoll, 1935-1936. *Revue Nematol.*, 10 (29): 163-176 pp.

Franco, J. 1986. Nemátodos del Quiste de la Papa *Globodera spp.* Boletín de Información Técnica. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 22 pp.

French, R.E. 1980 Métodos de Investigación Fitopatológica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 138 pp.

Golden, A.M. and Ellington, D.S. 1972. Redescriptions of *Heterodera rostochiensis* (Nemata: Heteroderidae) with key and notes on related species. *Proc. Helminthol. So. Wash* 39: 64-78 pp.

Green, C.D. 1971. Mating and Host Finding Behaviour of Plant Parasitic Nematodes. In: *Plant Parasitic Nematodes. Vol II.* (Eds). B.M. Zuckerman, W.F, Mai and R.A, Rohde. Academic Press. New York, San Francisco. London: 247-267 pp.

Guerrero, G.A. 1981. Cultivos Herbáceos Extensivos. 2^a, Edición. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. 25-30 pp.

Guiran, G. and Ritter M. 1979. Life Cycle of *Meloidogyne spp.* and Factores Influencing Their Development. In: F. Lamberti and C. Taylor. (Eds). *Root-Knot Nematodes Meloidogyne spp. Systematics Biology and Control.* Academic Press. New York, USA. 172-191 pp.

- Halfacre, G.R.** 1984. Horticultura. 1ª, Edición. Editorial AGT, S.A. México, D.F. 522-523 pp.
- Hawkes, J.C.** 1978. Biosystematics of the potato in: Harris P.M. (Ed) the Potato Crop Chapman & Hall. Ltd. 12-19 pp.
- Hirschmann, H.** 1982. Taxonomy of the Cyst and Root- Knot Nematodes in: Nematology in the Southern Region of the United States. Southern Cooperative Series. Bulletin 276. USA. 54 pp.
- Hirschmann, H.** 1985. The genus *Meloidogyne* and Morphological Characters Differentiating its Species In: Sasser J.N. and Carter C.C. (Eds). An advanced Treatise on *Meloidogyne* Project. Dep. Plant Pathol. North Carolina St. Univ, USA. 79-93 pp.
- Hooker, W.J.** 1986 Compendium of Potato Diseases. 3ª, ed. Amer. Phytopathol. Soc, St. Paul. Minn. USA. 125 pp.
- Horton, D.** 1988. Potatoes. Production Marketing Countries. London WCZE 8 HW. England. 8-15 pp.
- Huamán, Z.P.** 1986. Botánica Sistemática y Morfología de la Papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). No 6. Lima, Perú. 1-22 pp.
- Huamán, Z.P. and Wissar, R.** 1988. Los Recursos Genéticos de la Papa y su Conservación en el Centro Internacional de Mejoramiento de la Papa. Toluca, Edo. De México. 15-24 pp.
- Jenkins, W.R. and Taylor D.P.** 1967. Plant Nematology Reinhold. Publishing Corporation, New York, Amsterdam, London. 270 pp.
- Jones, F.G.W.** 1975. The Soil as an Environment for Plant Nematodes Ann. Appl. Biol. 79: 112-139 pp.

- Kirjanova, E.S. and Krall.** 1977. Parasitic Nematodes of Plants and their Control Measures. Indian National Scientific Documentation Center, New Delhi, India. 913 pp.
- Krusberg, L.R.** 1973. Plant Parasitic Nematodes in: Maryland and Their Control. Bull. University of Maryland Sheet, USA. 120 pp.
- Lucy, M. et al.** 1988. A Reappraisal of Tylenchina (Nemata). The Family Heteroderidae. Revue Nematol. 11 (2): 127 pp.
- Mai, W.F and Abawi G.S.** 1987. Interactions Among Root-Knot Nematodes and *Fusarium* Wilt Fungi on Host Plants Ann. Rev. Phytopathol. 25: 315-338 pp.
- Marban M. N. y Sosa M.C.** 1983. Primer Curso Internacional de Nematología Avanzada Chapingo, México. 2-18 pp.
- Mier, H.A.** 1986. Prueba de Comportamiento de diez Clones Avanzados de Papa. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 8 pp.
- Montaldo, A.** 1984. Cultivo y Mejoramiento de la Papa Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 23-26 pp.
- Montes, B.R.** 1988. Nematología Vegetal en México. Invest. Documental. Soc. Mex. Fitopatol. México. 158 pp.
- NAS.** 1984. National academy of Sciences. Control de Plagas de Plantas y animales. Control de Nemátodos Parásitos de Plantas. 2ª, Edición. Editorial LIMUSA, S.A. México, D.F. 23-33 pp.
- Ochoa, M.C.** 1991. Diversity. Revista Informativa Para la Comunicación Internacional de Recursos Fitogenéticos. Vol 7. Nos 1&2. 42 pp.
- Orton, K.W.** 1973. *Meloidogyne incognita*. Description of Plant Parasitic Nematodes. C.I.H. Williams Clowes and Sons. London. Set 2. No 18. England. 9-12 pp.

- Paredes, T.A.** 1983. Resultados de Investigación Agrícola del Cultivo de la Papa y Haba. SARH, INIA, CIAGOC, CAECOT. Campo Experimental Auxiliar. Perote, Ver. México, 47 pp.
- Rangel, C.R.M.** 1998. Hortalizas, Frutas y Flores. Revista. Editorial Año Dos Mil, S.A. México, D.F. 19 pp.
- Rich, E.A.** 1983. Potato Diseases. Academic Press. New York. 238 pp.
- Sasser, J.N.** 1977. Worldwide Dissemination and Importance of the Root-Knot nematodes *Meloidogyne* spp. J. Nematol. 9: 26-29 pp.
- SEP.** 1982. Papas. Manuales Para la Educación Agropecuaria, 1ª Edición, Editorial, Trillas S.A. de C.V. México, D.F. 5-18 pp.
- Scurrah, M.** 1981. Evaluación de la Resistencia en Papa a los Nemátodos del Quiste. Boletín de Información Técnica. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 15 pp.
- Siddiqui, M.R.** 1986. Family Heteroderidae (Cyst and Cystoid Nematodes). In: Tylenchida Parasites of Plants and Insects. Commonwealth Institute of Parasitology, St. Albans. United Kingdom. 323 pp.
- Stone, A.R.** 1983. Three Approaches to the Status of a Species Complex, With a revision of Some of *Globodera* spp. (Nematoda: Heteroderidae). in: Concepts in Nematode Systematics association. Special Vol. No 22. (Eds). A.R, Stone, H.M, Platt and L.F, Khalil Academic press. London and New York. 221 pp.
- Taylor, A.L. y Sasser J.N.** 1983. Biología y Control de los Nemátodos de Nódulos de la Raíz *Meloidogyne* spp. Centro Internacional de la Papa (CIP) Proyecto Internacional de *Meloidogyne* . Universidad del Estado Carolina del Norte. Raleigh. N.C, USA. 111 pp.

- Townshend, J.L.** 1975. Root-Lasion Nematode In: Ontario Orchards. Bull. Ministry of Agriculture. Canada. 4 pp.
- Triantaphyllou, A. C. And Hussey R.S.** 1973. Modern Aproaches in the Study of Relationships in the Genus *Meloidogyne* OEPP/EPPO. USA. 54 pp.
- Vásquez, S.L.M. et al.** 1992. Identificación del Nemátodo Dorado de la Papa. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Memorias. Buenavista Saltillo, Coahuila. México. 7 pp.
- Webster, M.J.** 1972. Economic Nematology Academic: Press Inc (London) New York, USA. 34-43 pp.
- Winslow, R.D. and Willis R.J.** 1972. Nematode Diseases of Potato. In: J.M, Webster (Eds) Economic Nematology Academic Press. New York, USA. 17.pp.
- Wyss, U. And Zunke, U.** 1985. Gnotubiology of Cyst Nematodes in: Nematodes (Eds). Lamberti F. and Taylor C.E. Plenum Press. New York and London. 147 pp.

APÉNDICE 1

Tabla de Datos

Variable: Segundo Estadío de *Meloidogyne incognita* raza 1

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
1	1180.0000	1210.0000	1220.0000	1190.0000
2	1145.0000	1150.0000	1155.0000	1150.0000
3	1205.0000	1195.0000	1189.0000	1211.0000
4	1290.0000	1310.0000	1298.0000	1302.0000
5	1245.0000	1255.0000	1248.0000	1252.0000
6	1250.0000	1240.0000	1243.0000	1247.0000
7	1190.0000	1195.0000	1205.0000	1210.0000

Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	56084.00	9347.333008	104.8953	0.000
Bloques	3	308.00	102.666664	1.1521	0.356
Error	18	1604.00	89.111115		
Total	27	57996.00			

C.V. = 0.773307 %

Tablas de Medias

Tratamiento	Media
1	1200.000000
2	1150.000000
3	1200.000000
4	1300.000000
5	1250.000000
6	1245.000000
7	1200.000000

Tabla de Datos

Variable: Segundo Estadío de *Meloidogyne* incognita raza 1

Número de Tratamientos= 7 Número de Repeticiones= 4 Cuadro Medio del Error= 89.11111450195312 Grados de Libertad del Error= 18

Tabla de Medias

Tratamiento	Media
4	1300.0000 A
5	1250.0000 B
6	1245.0000 B
3	1200.0000 C
1	1200.0000 C
7	1200.0000 C
2	1150.0000 D

Tukey = 22.0421

Valores de Tablas (0.05), (0.01) = 4.67, 5.75

APÉNDICE 2

Tabla de Datos

Variable: Número de Nódulos de *Meloidogyne incognita* raza 1.

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
1	80.0000	75.0000	85.0000	80.0000
2	57.0000	63.0000	61.0000	59.0000
3	27.0000	30.0000	28.0000	35.0000
4	2.0000	3.0000	4.0000	3.0000
5	3.0000	4.0000	3.0000	2.0000
6	4.0000	3.0000	3.0000	2.0000
7	94.0000	106.0000	98.0000	102.0000

Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	39227.429688	6537.904785	707.7137	0.000
Bloques	3	27.714844	9.238281	1.0000	0.417
Error	18	166.285156	9.238064		
Total	27	39421.429688			

C.V. = 7.625781%

Tabla de Medias

Tratamiento	Media
1	80.000000
2	60.000000
3	30.000000
4	3.000000
5	3.000000
6	3.000000
7	100.000000

Tabla de Datos

Variable: Número de Nódulos de *Meloidogyne incognita* raza 1.

Número de Tratamientos = 7 Número de repeticiones = 4 Cuadrado Medio del Error = 9.2380638122558559 Grados de Libertad del Error = 18
--

Tabla de Medias

Tratamiento	Media
7	100.0000 A
1	80.0000 B
2	60.0000 C
3	30.0000 D
5	3.0000 E
6	3.0000 E
4	3.0000 E

Tukey = 7.0970

Valores de Tablas = (0.05), (0.01) = 467, 5.79

APÉNDICE 3

Tabla de Datos

Variable: *Ditylenchus* spp. Antes de la siembra

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
1	19.0000	18.0000	20.0000	23.0000
2	22.0000	26.0000	24.0000	24.0000
3	32.0000	32.0000	28.0000	36.0000
4	17.0000	19.0000	18.0000	18.0000
5	28.0000	26.0000	28.0000	30.0000
6	29.0000	31.0000	27.0000	29.0000
7	25.0000	27.0000	23.0000	25.0000

Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	595.427734	99.237953	32.0612	0.000
Bloques	3	24.285156	8.095052	2.6153	0.082
Error	18	55.714844	3.095269		
Total	27	675.427734			

C.V. = 6.997366%

Tabla de Medias

Tratamiento	Media
1	20.000000
2	24.000000
3	32.000000
4	18.000000
5	28.000000
6	29.000000
7	25.000000

Tabla de Datos

Variable: *Ditylenchus* spp. Antes de la Siembra

Número de Tratamientos = 7 Número de Repeticiones = 4 Cuadrado Medio del Error = 3.095268964767456 Grados de Libertad del Error = 18

Tabla de Medias

Tratamiento	Media
3	32.0000 A
6	29.0000 AB
5	28.0000 ABC
7	25.0000 BC
2	24.0000 CD
1	20.0000 DE
4	18.0000 E

Tukey = 4.1081

Valores de Tablas (0.05), (0.01) = **4.67, 5.79**

APÉNDICE 4

Tabla de Datos

Variable: *Pratylenchus* spp. Antes de la Siembra.

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
1	44.0000	46.0000	43.0000	47.0000
2	46.0000	48.0000	49.0000	41.0000
3	84.0000	82.0000	86.0000	92.0000
4	50.0000	58.0000	54.0000	54.0000
5	70.0000	74.0000	72.0000	72.0000
6	65.0000	60.0000	70.0000	65.0000
7	60.0000	58.0000	70.0000	72.0000

Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	5211.429688	868.571594	56.7633	0.000
Bloques	3	66.570313	22.190104	1.4502	0.261
Error	18	275.429688	15.301649		
Total	27	5553.429688			

C.V. = 6.323817%

Tabla de Medias

Tratamiento	Media
1	45.000000
2	46.000000
3	86.000000
4	54.000000
5	72.000000
6	65.000000
7	65.000000

Tabla de Datos

Variable: *Pratylenchus* spp. Antes de la Siembra

Número de Tratamientos = 7 Número de Repeticiones = 4 Cuadrado Medio del Error = 15.30164909362793 Grados de Libertad del Error = 18

Tablas de Medias

Tratamiento	Media
3	86.0000 A
5	72.0000 B
6	65.0000 B
7	65.0000 B
4	54.0000 C
2	46.0000 C
1	45.0000 C

Tukey = 9.1339

Valores de Tablas (0.05), (0.01) = **4.67, 5.79**

APÉNDICE 5

Tabla de Datos

Variable: *Ditylenchus spp.* A la Cosecha.

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
1	16.0000	14.0000	16.0000	18.0000
2	14.0000	18.0000	18.0000	14.0000
3	14.0000	13.0000	18.0000	19.0000
4	2.0000	4.0000	6.0000	4.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	116.0000	110.0000	102.0000	112.0000

Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	36539.429688	6089.904785	700.1218	0.000
Bloques	3	5.428711	1.809570	0.2080	0.889
Error	18	156.570313	8.698351		
Total	27	36701.428711			

C.V. = 12.743875%

Tablas de Medias

Tratamiento	Media
1	16.000000
2	16.000000
3	16.000000
4	4.000000
5	0.000000
6	0.000000
7	110.000000

Tabla de Datos

Variable: *Ditylenchus* spp. A la Cosecha

Número de Tratamientos = 7 Número de Repeticiones = 4 Cuadrado Medio del Error = 8.69835090637207 Grados de Libertad del Error = 18
--

Tablas de Medias

Tratamiento	Media
7	110.0000 A
2	16.0000 B
3	16.0000 B
1	16.0000 B
4	4.0000 C
6	0.0000 C
5	0.0000 C

Tukey = 6.8866

Valores de Tablas (0.05), (0.01) = **4.67, 5.79**

APÉNDICE 6

Tabla de Datos

Variable: *Pratylenchus* spp. A la Cosecha.

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
1	34.0000	38.0000	35.0000	37.0000
2	30.0000	34.0000	36.0000	26.0000
3	43.0000	45.0000	43.0000	41.0000
4	7.0000	5.0000	7.0000	9.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	248.0000	252.0000	246.0000	254.0000

Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	189570.000000	31595.000000	4963.8511	0.000
Bloques	3	10.429688	3.476563	0.5462	0.661
Error	18	114.570313	6.365017		
Total	27	189695.000000			

C.V. = 4.805521%

Tabla de Medias

Tratamiento	Media
1	36.000000
2	31.000000
3	43.000000
4	7.000000
5	0.000000
6	0.000000
7	250.000000

Tabla de Datos

Variable: *Pratylenchus* spp. a la Cosecha

Número de Tratamientos = 7 Número de Repeticiones = 4 Cuadrado Medio del Error = 6.365016937255859 Grados de libertad del error = 18

Tabla de Medias

Tratamiento	Media
7	250.0000 A
3	43.0000 B
1	36.0000 C
2	31.0000 C
4	7.0000 D
6	0.0000 E
5	0.0000 E

Tukey = 5.8910

Valores de Tablas (0.05), (0.01) = **4.67, 5.79**

APÉNDICE 7

Tabla de Datos

Variable: Rendimiento en Media Aritmética/Tratamiento

Tratamiento	Bloques			
	1	2	3	4
1	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000
2	6.0000	6.0000	5.0000	6.0000
3	8.0000	8.0000	7.0000	8.0000
4	12.0000	11.0000	11.0000	12.0000
5	11.0000	12.0000	12.0000	11.0000
6	12.0000	13.0000	10.0000	11.0000
7	8.0000	8.0000	7.0000	8.0000

Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	214.857178	35.809528	102.5466	0.000
Bloques	3	3.714355	1.238119	3.5456	0.035
Error	18	6.285645	0.349202		
Total	27	224.857178			

C.V. = 6.894225%

Tablas de Medias

Tratamiento	Media
1	4.250000
2	5.750000
3	7.750000
4	11.500000
5	11.500000
6	11.500000
7	7.750000

Tabla de Datos

Variable: Rendimiento

Número de Tratamientos = 7 Número de Repeticiones = 4 Cuadrado Medio del Error = 0.3492020070552826 Grados de Libertad del Error = 18
--

Tabla de Medias

Tratamiento	Media
4	11.5000 A
5	11.5000 A
6	11.5000 A
3	7.7500 B
7	7.7500 B
2	5.7500 C
1	4.2500 D

Tukey = 1.3798

Valores de Tablas (0.05), (0.01) = 4.67, 5.79

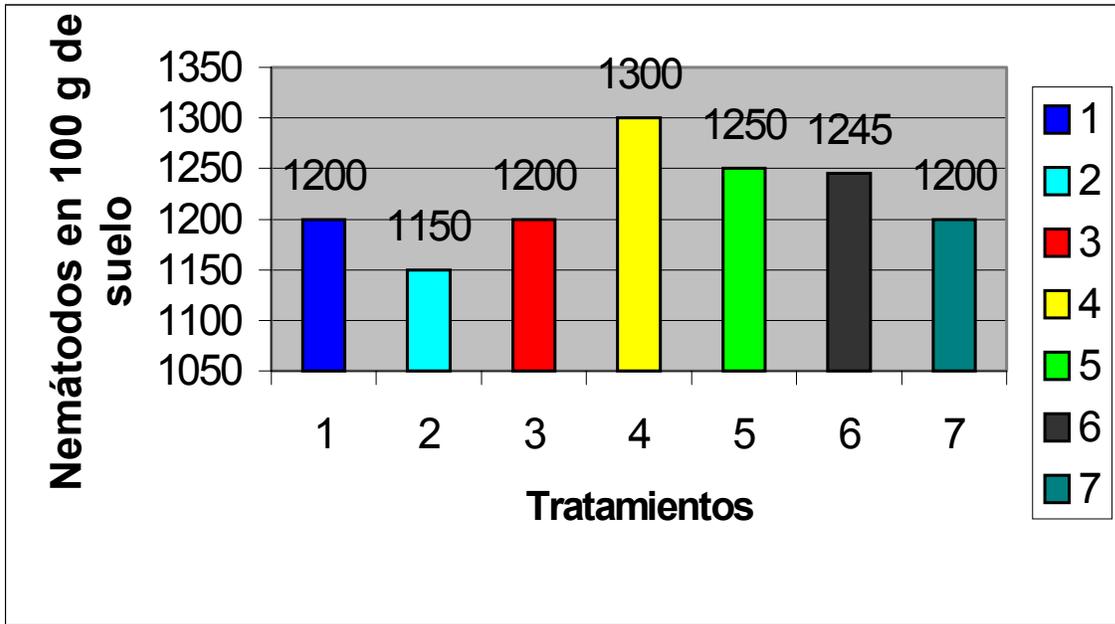


Figura 2. Población inicial de *Meloidogyne incognita* raza 1.

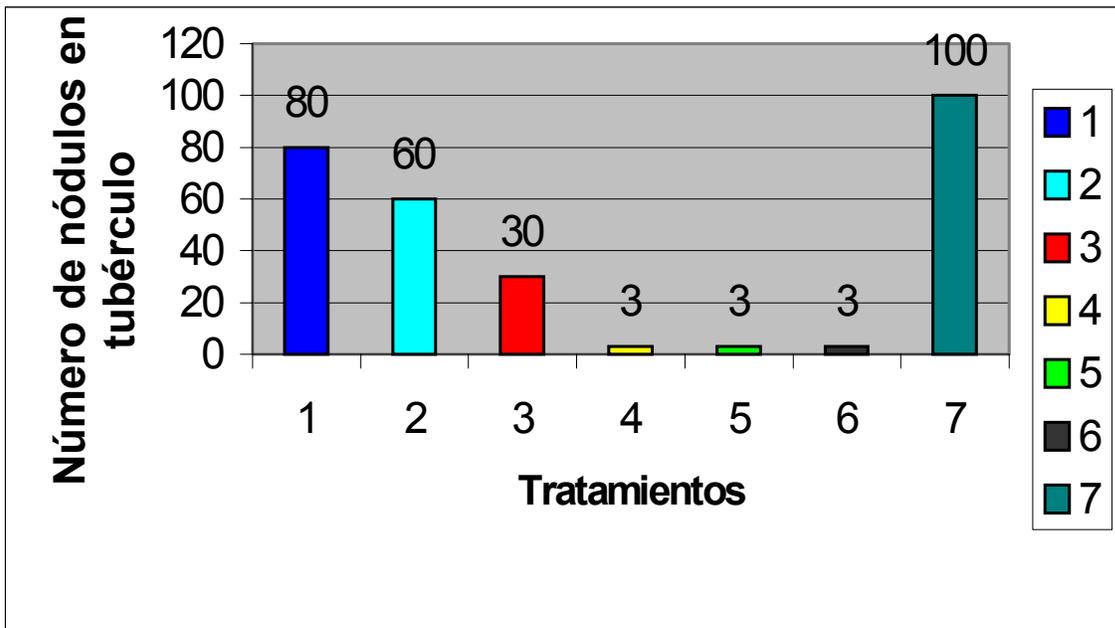


Figura 3. Población final de *Meloidogyne incognita* raza 1, en base al número de nódulos en tubérculo.

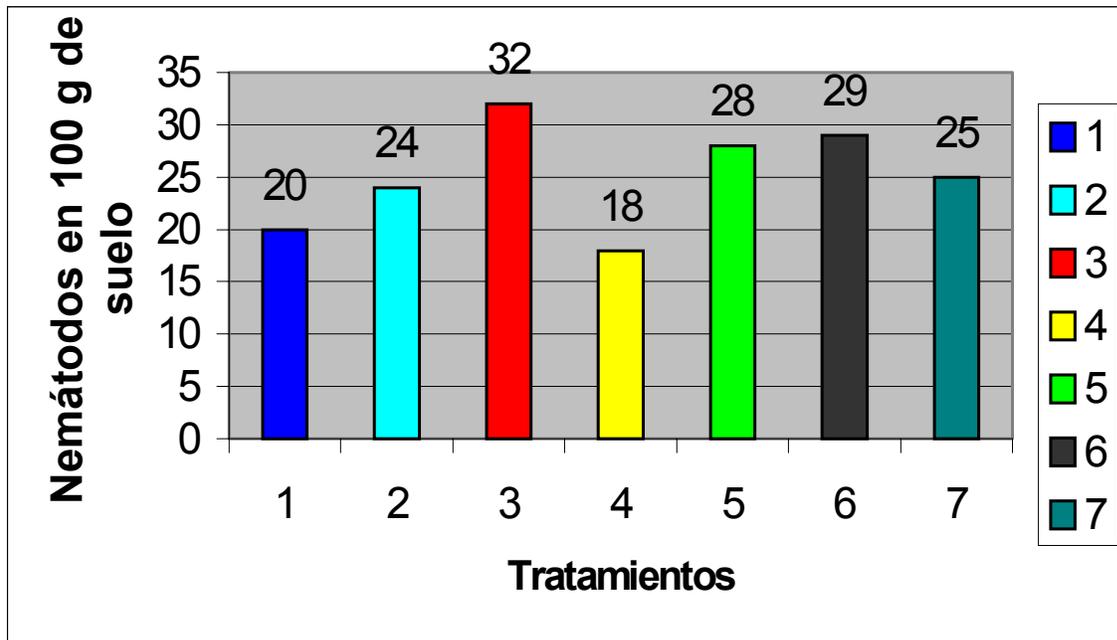


Figura 4. Población inicial de *Ditylenchus* spp.

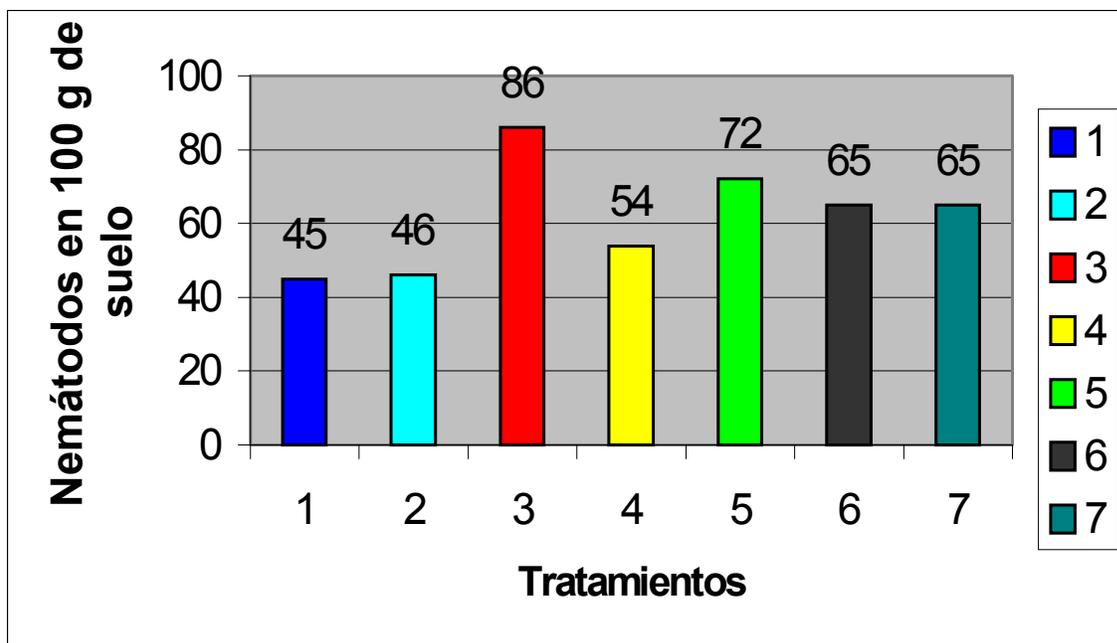


Figura 5. Población inicial de *Pratylenchus* spp.

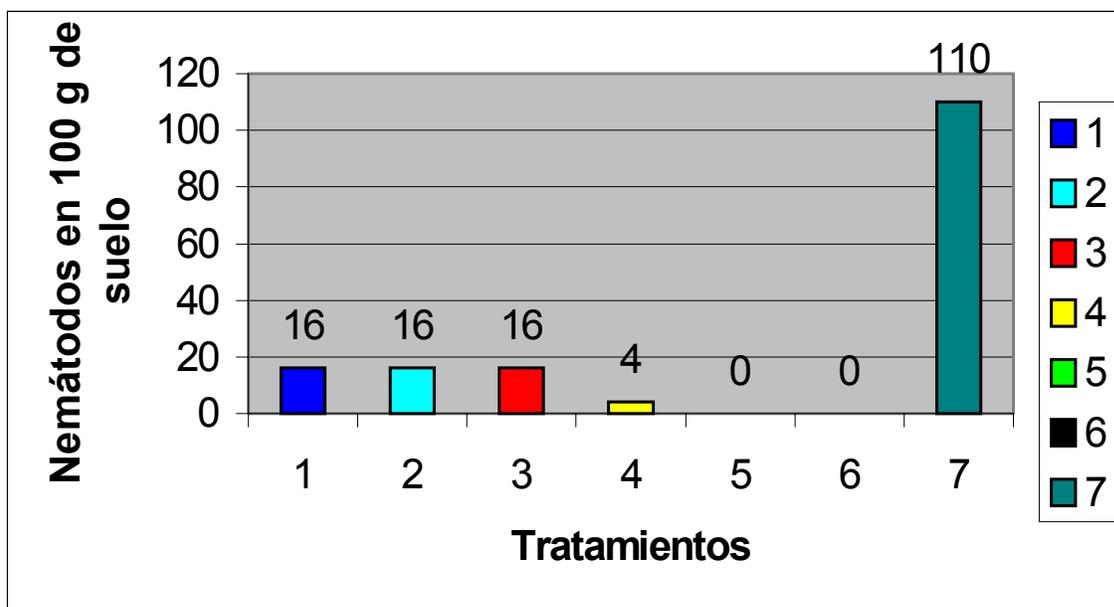


Figura 6. Población final de *Ditylenchus* spp.

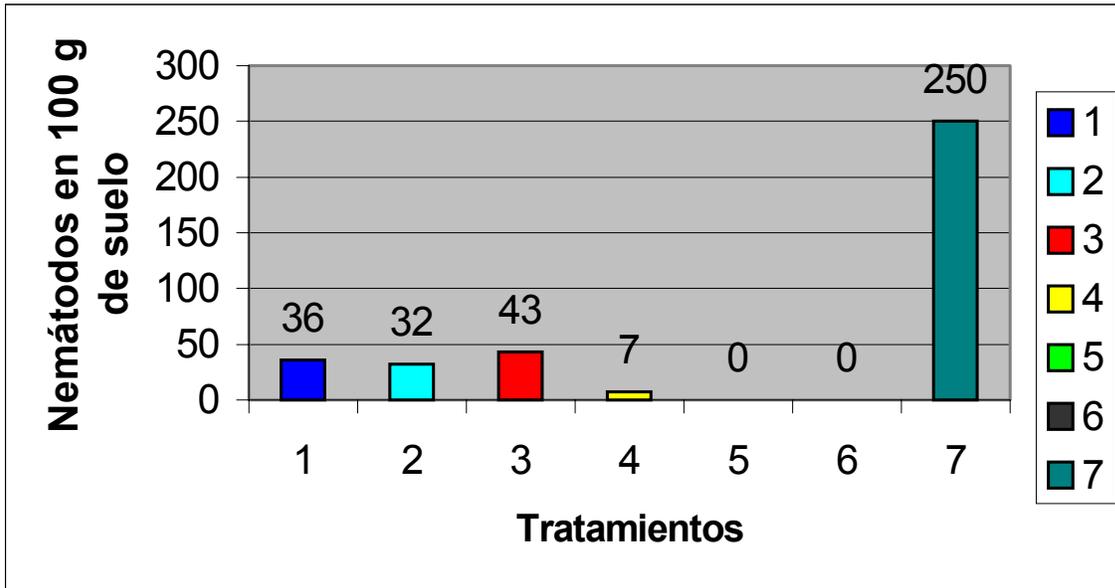


Figura 7. Población final de *Pratylenchus* spp.