

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Efecto Fertilizante y Nematostático de un Producto Quitinoso en el
Cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)**

Por:

GABRIEL ALBARRÁN REYNAGA

TESIS

**Presentada como Requisito parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

Buenvista, Saltillo, Coahuila.

Mayo de 1998

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**

**EFFECTO FERTILIZANTE Y NEMATOSTÁTICO DE UN PRODUCTO QUITINOSO EN EL
CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.)**

**POR:
GABRIEL ALBARRÁN REYNAGA**

TESIS

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. CONSEJO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE :**

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

**ING. M.C. JESÚS GARCÍA CAMARGO
PRESIDENTE DEL JURADO**

**ING. M.C. ALEJANDRO MORENO NUÑEZ
SINODAL**

**ING. HÉCTOR HERNÁNDEZ HUERTA
SINODAL**

**ING. MAGDALENA RODRÍGUEZ VALDÉS
SUPLENTE**

**ING. M.C. MARIANO FLORES DAVILA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH.

MAYO DE 1998

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ing. M.C. Jesús García Camargo, por la oportunidad que me brindo al realizar el presente trabajo. por sus finas atenciones, valiosos y acertados consejos e invaluable apoyo en la conducción de la investigación y la elaboración del mismo.

Al Ing. M.C. Alejandro Moreno Nuñez, por su invaluable aportación de conocimientos estadísticos y técnicos para la realización del trabajo, por su honestidad y gran calidad humana.

Al Ing. Héctor Hernández Huerta, por su tiempo e interés mostrado en la revisión, así como sus acertadas sugerencias para la elaboración final del mismo.

A BIOCAMPO, por la ayuda que me brindo al proporcionarme el producto con que realice la investigación.

A Don David Cabello Valdés por permitirme realizar mi experimento y darnos las facilidades de sus terrenos.

Al Ing. M.C. Ricardo Cuellar Flores, por el gran apoyo que me brindo durante el trabajo de campo.

A los maestros del Departamento de Parasitología, por darme la formación profesional

Á mis compañeros de la generación LXXXIV de la especialidad de parasitología, por la amistad y los gratos momentos que pasamos juntos.

A mis compañeros de dormitorio por ser antes que compañeros grandes amigos.

En especialmente a mi Alma Mater, que me abrió sus puertas y por brindarme la oportunidad de finalizar una de mis metas y en causar otra.

DEDICATORIA

Con cariño y profundo respeto a mis padres.

Sr. Andrés Albarrán García

y

Sra. Adela Reynaga de Albarrán

A quienes dedico la presente investigación, como un humilde homenaje por el digno ejemplo de sencillez, honradez, calidad humana y trabajo, que supieron inculcarle a todos sus hijos, de lo cual debemos estar agradecidos, ya que teniendo tan poco, nos han dado todo sin esperar nada a cambio y agradecerle que me hayan dado la libertad de escoger el camino para mi formación profesional. Para ellos mi eterno agradecimiento.

A mis hermanos:

Juana

Manuel

Estela

Andrés

Josefina

Baltazar

Ma. Hilda

José Ángel

María

Juan Carlos

De quienes he recibido apoyo y comprensión en los momentos gratos y difíciles, en todo momento.

A mis sobrino:

Que con sus risas y juegos nos brindan la alegría de nuestra casa.

A mis tíos:

Por el apoyo brindado durante mis estudios.

A mis primos y esposas:

Por la unidad en que convivimos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|--------------------------|---------------|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |

| | |
|--|----|
| Objetivo | 3 |
| Hipótesis | 3 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| Aspectos Generales de los Nemátodos | 5 |
| Nemátodos Asociados al Cultivo de la Papa | 6 |
| Métodos de Control de Nemátodos | 11 |
| Prevención y control..... | 11 |
| Prevención y cuarentena..... | 11 |
| Control cultural..... | 11 |
| Control físico..... | 11 |
| Control genético..... | 11 |
| Control químico..... | 11 |
| Control biológico..... | 11 |
| Control con productos orgánicos..... | 11 |
| Información Técnica del Nematrol | 12 |
| Composición en un Kilogramo | 12 |
| Modo de acción..... | 13 |
| Compatibilidad..... | 13 |
| fitotoxicidad..... | 13 |
| Efecto del Uso de Quitina | 14 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 29 |
| Descripción del Lote Experimental | 29 |
| Tratamientos | 30 |
| Cosecha | 31 |
| Análisis Estadísticos | 31 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES | 34 |
| CONCLUSIONES | 38 |
| RESUMEN | 39 |

| | |
|---|-----------|
| LITERATURA CITADA..... | 40 |
| APÉNDICE..... | 44 |
| Toma de Muestras..... | 44 |
| Procesamiento y análisis de muertas..... | 44 |

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

| Cuadro | página |
|--|--------|
| 4.1 Análisis de varianza de rendimiento de papa variedad Gigant, | |

| | |
|---|----|
| bajo 5 tratamientos de “Nematrol” en campo, Rancho “el bayonero”, Municipio de Arteaga, Coah. 1997..... | 35 |
| 4.2 Medias de rendimiento (ton/ha) de papa variedad Gigant, bajo 5 tratamientos de “Nematrol” en campo. Rancho “El Bayonero”, Municipio de Arteaga, Coah. 1997..... | 36 |
| 4.1 Fig. Respuesta del rendimiento (ton/ha) de papa variedad Gigant, bajo 5 tratamientos de “Nematrol” en campo. Rancho “EL Bayonero”, Municipio de Arteaga, Coah. 1997..... | 37 |
| 7.1 Familia Rhabditidae..... | 46 |
| 7.2 Género <i>Tylencholaimellus</i> | 47 |
| 7.3 Familia Dorylaimidae..... | 48 |
| 7.4 Género <i>Ditylenchus</i> | 49 |
| 7.5 Familia Tylenchidae..... | 50 |
| 7.6 Género <i>Pratylenchus</i> | 51 |
| 7.7 Género <i>Aphelenchus</i> | 52 |

I.- INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) a nivel mundial es uno de los más importantes debido a su rendimiento y alto consumo en la alimentación humana. Este cultivo es una alternativa importante en los problemas de la alimentación; en la República Mexicana existen varias regiones agrícolas importantes donde se cultiva la papa presentando diversidad en suelo, clima y épocas de siembra, lo que permite que nuestro país disponga de este producto fresco todo el año. Los principales estados productores son: Puebla, México, Veracruz, Chihuahua, Chiapas, Tlaxcala, Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Nuevo León y Coahuila.

Una de las zonas más tecnificadas del país y con mejores rendimientos, pero que requiere mayor inversión por unidad de superficie, es la del sur de Nuevo León y Coahuila. El primer estado comprende el municipio de Galeana y últimamente Aramberri, mientras que los municipios productores de Coahuila son Arteaga, Saltillo y Parras. Se destinan anualmente más de 3,000 hectáreas para la producción de este tubérculo, con una inversión que rebasa los 40,000 pesos por hectárea, que cada año aumenta, pero es fuente de trabajo para muchos mexicanos. Por estar localizada en una zona semiárida, esta región presenta características

particulares y una problemática muy especial en cuanto a suelos, clima, y aspectos parasitológicos, que requieren de los agricultores una gran cantidad de labores para obtener cosechas rentables.

Ultimamente la región de Arteaga, Coahuila se ha visto seriamente afectada por nemátodos de diferentes géneros; algunos han llegado a causar pérdidas cuantiosas por falta de buen manejo y control de sus poblaciones,

En la actualidad los productos derivados de animales en el control de los nemátodos han sido poco investigados y mucho menos utilizados; por lo anterior, es necesario probar productos orgánicos que tengan resultados favorables al bajar las poblaciones de los nemátodos, lo cual fue el motivo de llevar a cabo la presente investigación.

Objetivo.

Determinar la dosis óptima de un nematicida orgánico que sea más eficaz para obtener mayor producción de tubérculo.

Hipótesis.

Alguna dosis de “Nematrol” permite producir altos rendimientos de tubérculos de papa.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

La papa es un cultivo con muchos problemas fitosanitarios, dentro de los cuales se pueden encontrar plagas de insectos como el pulgón verde (*Myzus persicae*) transmisor de virus y la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) que es una de las más importantes por ser transmisora de virus, además de que su control actual es muy difícil, por lo cual se utilizan convencionalmente productos químicos (Valadez, 1997). En la región en estudio la plaga insectil más peligrosa es la palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), dadas las condiciones semiáridas, que predominan.

Por otro lado, las enfermedades más comunes y más dañinas para este cultivo son los tizones, tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y tizón temprano (*Alternaria solani*). Para estas enfermedades es necesario llevar una calendarización de uso de fungicidas de contacto y sistémicos, además de verificar si se cuenta con los medios apropiados de predicción de incidencia por cálculos de condiciones climatológicas. Otros problemas son los virus, cuyo control se requiere utilizar semilla libre de ellos (Valadez, 1997).

Los nemátodos pertenecen al reino animal; en ocasiones llamados anguilulas, tienen un aspecto vermiforme; la mayoría vive tanto en agua

salada como en agua dulce y algunos en el suelo; estos últimos se alimentan de plantas y animales (Agrios, 1995).

Aspectos Generales de los Nemátodos

Los nemátodos del suelo son organismos pequeños de 300 a 1000 micras, pero algunos alcanzan más de cuatro mm de longitud y 15 a 35 micras de diámetro. Sus dimensiones hacen que no se puedan observar a simple vista, pero sí se pueden ver con facilidad en el microscopio. Presentan cuerpos lisos no segmentados y carecen de patas u otros apéndices. El cuerpo es más o menos transparente, cubierto por una cutícula incolora que a menudo presenta estrías; la mayoría en la parte de la cabeza presentan un estilete por el cual toman sus alimentos (Agrios, 1995).

Los nemátodos parásitos de plantas son de gran importancia en la agricultura por que se alimentan de los tejidos de las plantas y existen cinco géneros que actúan como vectores de enfermedades virosas. De hecho, estos microscópicos animales causan pérdidas anuales en la agricultura estimadas en un 10 por ciento.

El movimiento del nemátodo a través del suelo es una respuesta a la temperatura y humedad. Si no existe suficiente humedad en un suelo dado, el nemátodo no estaría apto para moverse. El nemátodo se mueve por las contracciones de sus músculos dorsales y ventrales, causando que adopte una forma sinuosa y se desplace como serpiente. Los diferentes tipos de nemátodos muestran distintos estilos de movimientos. La mayoría nadan con un movimiento ondulatorio, pero otros se deslizan en forma rectilínea. Para obtener el suministro alimenticio el nemátodo utiliza su estilete, que inserta en el interior de una de las células de la planta; entonces los contenidos de la célula son mecánicamente succionados y llevados al interior del nemátodo vía estilete y lumen esofágico (Escobedo, 1979).

Nemátodos Asociados al Cultivo de Papa

Aunque son más de 40 las especies de nemátodos que atacan al cultivo de papa, son pocas las de verdadera importancia económica; la mayoría de estos nemátodos que causan daños están distribuidos en todo el mundo teniendo una gama relativamente amplia de hospederos puesto que únicamente los nemátodos enquistados (*Globodera rostochiensis* y *G. pallida*), son específicos de la papa. En México existen problemas con nemátodos agalladores, principalmente *Meloidogyne incógnita* que es la especie más común en todo el mundo con gran número de hospederos de

hoja ancha. En 1985 se detectó *M. chitwoodi* a partir de semilla llevada de Chihuahua al estado de Tlaxcala; actualmente se encuentra distribuido en algunas regiones de Puebla y Guanajuato, con la particularidad de que afecta a gramíneas además de plantas latifoliadas (García, 1995).

Los nemátodos de los nódulos radicales del género *Meloidogyne* presentan una distribución mundial. Esencialmente son organismos de climas cálidos, por lo que son más importantes en las regiones donde son largos los veranos y los inviernos. Sin embargo, estos parásitos no se encuentran limitados a las zonas tropicales y subtropicales (Christie, 1982).

(*Globodera rostochiensis*) causa daños severos en la regiones serranas de los estados de México, Tlaxcala, Puebla y Veracruz principalmente; en otros estados donde se ha reportado esta especie, como Guanajuato, Nuevo León y Coahuila no es tan importante el daño (García, 1995). Este nemátodo no causa síntomas visibles de inmediato en las plantas infectadas; los primeros síntomas se manifiestan por un pobre crecimiento en manchones, decoloración, achaparramiento y marchitez rápida en períodos cálidos, tubérculos de poca calidad, desarrollo radical pobre y las raíces laterales no crecen tanto como las principales (Cepeda, 1996).

Otro, llamado lesionador, es del género *Pratylenchus*, seguramente representado con varias especies. A pesar de que los síntomas que causa son notorios por las lesiones necróticas que deja en los tubérculos, no se le ha prestado atención al daño que ocasiona sobre todo en post-cosecha, debido a las pudriciones ocasionadas por bacterias y hongos; el Centro Internacional de la Papa lo consigna entre los principales nemátodos fitoparásitos. Las plantas atacadas muestran achaparramiento y clorosis como si tuvieran deficiencias nutricionales o falta de agua. A medida de que la infección avanza el achaparramiento es más evidente, el follaje se marchita en días cálidos y adquiere un color café claro amarillo. La producción de plantas afectadas disminuye y si la infección es severa la planta muere (Cepeda, 1996).

El nemátodo llamado falso agallador (*Nacobbus aberrans*) es el de mayor importancia en Sudamérica. El peligro potencial de este nemátodo radica en el hecho de que se empieza a sembrar papa en zonas infestadas y, por la diversidad de clones, algunos pudieran resultar susceptibles, como ya se ha observado con una población de *Nacobbus aberrans* de Zacatecas y la variedad Alpha. Las raíces intensamente infestadas presentan extensa necrosis, que les imparte un color anormalmente oscuro, las

ramificaciones de raíces son algo más cortas y enchinadas, con una apariencia tosca e irregular; cuando las raíces se extraen del suelo, la tierra tiende a adherirse a ellas en capa delgada (Christie, 1982).

Otros nemátodos que atacan a la papa son las especies de *Ditylenchus*; de este género no se tienen evaluaciones de daños en México. No obstante, es muy probable que estén jugando algún papel en el complejo fitoparasítico del suelo. El nemátodo del tallo (*Ditylenchus dipsaci*) es un endoparásito que invade todos los tejidos parenquimosos, con excepción de las raíces. Es probable que solo sea capaz de una ligera lesión mecánica y que la mayor parte del daño se deba a los efectos de las secreciones salivales sobre los tejidos vecinos.

Otros nemátodos que actúan como ectoparásitos pero se consideran de menor importancia, distribuidos en algunas zonas paperas son *Xiphinema* spp., *Longidorus* spp. y *Paratrichodorus* spp. Por fortuna estos nemátodos rara vez ocasionan los daños causados por los endoparásitos (García, 1995).

Métodos de Control de Nemátodos

Prevención y control

Según las condiciones locales hay varias medidas de prevención y

control que se pueden considerar efectivas y son las siguientes:

- Prevención y cuarentena.** (Jatala, 1986).
- Control cultural.** (Franco, 1986).
- Control físico.** (Evans, 1991).
- Control genético.** (Franco, 1986).
- Control químico.** (Winslow y Willis, 1972).
- Control biológico.** (Jatala, 1985).

Control con productos orgánicos

Al igual que lo que viene ocurriendo con otros plaguicidas, la nueva generación de nematicidas que va empujando fuerte es de naturaleza orgánica, así como algunos productos enzimáticos u oxidantes que prometen mucho sin afectar el medio ambiente. Comercialmente ya existen formulaciones a base de quitina de caparzones de crustáceos y está en desarrollo por parte de algunas empresas mexicanas otras preparaciones netamente orgánicas (García, 1995).

Información Técnica del Nematrol ⁽¹⁾

Es uno de los pocos nematicidas orgánicos con acción biológica y enzimática más seguros, diseñado para proteger a las plantas contra los nemátodos a través de una acción específica. Es estable y eficaz en suelos ácidos, neutros y alcalinos de acuerdo con la dosis y la forma de aplicación.

Es un producto con presentación en polvo y no deja residuos contaminantes ni primarios ni secundarios para el medio ambiente; se recomienda no contaminar cualquier fuente de agua; y reciclar los envases después de ser aplicado el producto.

Composición en un Kilogramo

| | |
|--|--------------|
| Materia orgánica proveniente de crustáceos como fuente de quitina y quitinasa----- | 620g |
| Nitrógeno orgánico----- | 90g |
| Anhidro fosfórico----- | 50g |
| Carbón orgánico----- | 240g |
| Total----- | 1000g |

(1) Proporcionada por BIOCAMPO, S.A. de C.V.

Modo de acción

La hidrolización de la urea orgánica y la descomposición de la quitina induce la liberación del amonio, el cual mata a los nemátodos en sus primeros estados de desarrollo.

Este producto actúa estimulando el desarrollo de microorganismos presentes en el suelo (actinomicetos, hongos y bacterias), los cuales producen quitinasa que degradan la quitina de los nemátodos y sus

huevecillos. Los anteriores mecanismos bioquímicos y enzimáticos no permiten el desarrollo de cualquier tipo de resistencia por parte de los nemátodos.

Compatibilidad

Es compatible con la mayoría de los agroquímicos y fertilizantes granulados para su aplicación en banda.

Fitotoxicidad

No es fitotóxico en los cultivos en las dosis recomendadas.

Efecto del Uso de Quitina.

Los siguientes trabajos o artículos son una fundamentación del uso de la quitina en su papel como una alternativa orgánica para el control de los nemátodos fitoparasitos.

El uso de la quitina para el control de patógenos que se encuentran en el suelo fue sugerido primeramente por Mitchell y Alexander desde 1961. Esto se fundamenta en que la adición de pequeñas cantidades de quitina al suelo reduciría la severidad de las pudriciones de la raíces en frijol

causadas por *Fusarium solani*, *F. phaseoli*, y el marchitamiento vascular causado por *F. oxysporum* y *F. conglutinans*.

Mankau y Sitanath (1969), estudiaron los efectos específicos de enmiendas orgánicas tales como celulosa, almidón, quitina y dextrosa en la dinámica poblacional en suelos infestados por el nemátodo agallador de las raíces, tanto en laboratorio, como en invernadero y en microparcels experimentales. Todos los materiales fueron mezclados con el suelo infestado de 1,000 a 10,000 ppm. La quitina resultó particularmente efectiva en la reducción de recuentos de larvas del nemátodo *M. incognita* en suelos enmendados y en la reducción o eliminación de la formación de agallas en las raíces de plantas. En el laboratorio las plantas fueron mantenidas a temperatura ambiente durante 90 días. Las mediciones del CO₂ y las poblaciones microbianas indicaron que la quitina fue degradada en su mayor parte a los quince días. Bacterias y actinomicetos, especialmente quitinolíticos, fueron marcadamente estimulados en su desarrollo. Especies de bacterias y hongos aumentaron su población, pero después de 30 días comenzaron un descenso, siendo bajas después de 60 días; esto ocurrió así porque aparentemente al degradarse toda la quitina empezaron a bajar todas las poblaciones, pero aun así las larvas fueron completamente eliminadas de estos suelos. Los suelos enmendados con

quitina resultaron fitotóxicos para las plantas de tomate que fueron replantadas. Además en este experimento se evaluó quitina pura y quitina cruda siendo aparentemente más eficiente la primera para el control de nemátodos. Los otros materiales enmendantes, celulosa, almidón y dextrosa, produjeron un alto crecimiento de organismos micrófagos.

Main (1982), interpretó el modo de acción de la quitina como resultado del desprendimiento de nitrógeno amoniacal dentro del suelo, debido a la descomposición del polímero y la estimulación quitinógena de la microflora del suelo, capaz de parasitar huevecillos.

Godoy *et al.* (1983), llevaron a cabo un experimento para combatir *Meloidogyne arenaria* en suelos infestados, mediante enmiendas con quitina, así como ver la población microbiana del suelo. Para su estudio instalaron un ensayo con microparcels, usando suelo arenoso infestado con el nemátodo colectado de campos de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) en Headland, Alabama. La quitina previamente triturada se añadió al suelo a concentraciones que iban de 0 a 4 por ciento (p/p); cada microparcels estaba representada por 5 kilogramos de suelo; una vez mezclado el suelo se dejó reposar durante 10 semanas, muestreando cada 15 días. Después se transfirió al invernadero donde se sembraron 5 semillas de calabacita por

maceta dejándolas crecer durante 5 semanas; después se examinaron para determinar el grado de agallamiento del nemátodo. Las concentraciones arriba de 0.4 por ciento redujeron el número de agallas; sin embargo, las concentraciones arriba de 0.8 por ciento resultaron fitotóxicas para la calabacita. Las enmiendas de quitina a concentraciones de uno por ciento ó más dieron lugar a incrementos en el pH, conductividad, nitratos, amoníaco y actividad quitinolítica. La microflora o población microbiana se determinó con un muestreo al suelo. La población bacteriana se incrementó en aplicaciones de 0.4 a 3.0 por ciento durante las primeras dos semanas. Los actinomicetos fueron más numerosos en enmiendas de 0.2 a 1 por ciento, mientras que las bacterias y actinomicetos fueron bajos generalmente a 3.0 y 4.0 por ciento. La microflora muestreada fue aumentando a partir de 0.4 por ciento; los hongos se incrementaron después de la sexta semana y su máximo fue con una dosis de 2 por ciento de quitina. Los aislamientos se llevaron a cabo por medio de la disolución de 10 gramos de suelo de cada una de las enmiendas en un frasco Erlenmeyer de 500 mililitros que contenía 400 mililitros de agua destilada estéril, transfiriéndolos con una pipeta estéril a los medios de cultivo. Para las poblaciones de hongos se usó agar-quitina con un pH de 5.5 y para bacterias y para ascomicetos un pH de 7.0; una vez que crecieron fueron transferidos a PDA para ser identificados.

Ownley *et al.* (1983), realizaron un estudio con quistes de *Heterodera glycines* tomados en la superficie de raíces y hembras parcialmente emergidas de la raíz, que reveló la presencia de hongos patógenos del nemátodo; los hongos aislados más frecuentemente fueron *Chaetomium cochliodes*, *Exophiala pisciphila*, *Fusarium* spp. y *Trichosporon beigeli*. Aunque el 50 por ciento de los quistes estaban infectados por hongos, sólo lo estuvieron el 20 por ciento de las hembras vivas. Otras observaciones con hembras sacciformes dentro de las raíces y de los quistes pardo oscuro obtenidos directamente del suelo, indicaron que el 70 por ciento respectivamente de estas dos etapas de desarrollo del nemátodo estaban invadidas por hongos. Los resultados señalan que existe aumento progresivo en la colonización por hongos del nemátodo a medida que éste se desarrolla. También se encontraron especies fungosas en todas las etapas de desarrollo del nemátodo *H. glycines*. Las especies que se encontraron en números significativos fueron: *Cylindrocarpon tokinensis*, *Neocosmospora vasinfecta*, *Paecilomyces lilacinus*, *P. variotii*, *Phoma terrestris*, *Scybalidium fulvum* y *Verticillium chlamydosporium*. Algunos de los hongos obtenidos en este estudio como: *C. cochliodes*, *Paecilomyces lilacinus*, *Phoma terrestris*, *Phytophthora cinnamomi*, *Pythium* spp., *V. chlamydosporium* y *V. lacanii* demostraron ser quitinolíticas al

desarrollarse en agar con quitina.

Godoy *et al.* (1983), realizaron un examen de los parásitos fungosos de huevecillos de *M. arenaria* provenientes de un campo de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) en Alabama. Los huevecillos y hembras del nemátodo se extrajeron de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.); los huevos extraídos se lavaron repetidamente con agua esterilizada, en seguida se colocaron en PDA y en agar-quitina. Al efectuar el aislamiento de los hongos se detectaron cuatro géneros los cuales fueron; *Paecilomyces lilacinus* (47 por ciento huevecillos parasitados), *Verticillium chlamydosporium* (18 por ciento), *Fusarium oxysporum* (18 por ciento) y el resto *Pseudopapulaspora cendrickii*. Dos de estas especies de hongos en el medio de agar-quitina indicaron que tienen capacidad quitinolítica y fueron *P. lilacinus* y *V. chlamydosporium*.

Rodríguez *et al.* (1984), hicieron un experimento similar en el cultivo de soya (*Glycine max* L.) para determinar los efectos de quitina en rangos de 0.5 a 4 por ciento en un suelo infestado con los nemátodos *Heterodera glycines*, *Helicotylenchus dihystra*, *Meloidogyne incognita* y *Pratylenchus brachyurus*. Obtuvieron como resultado que la quitina redujo las poblaciones de los nemátodos fitoparásitos desde la dosis de 0.5 por

ciento, excepto en *Helicotylenchus dihystera* el cual solo desapareció por completo hasta la dosis de 2 por ciento. Las poblaciones de nemátodos no fitoparásitos no fueron afectadas por ninguno de los tratamientos de quitina. Las poblaciones de hongos y actinomicetos quitinolíticos fueron aumentando en forma lineal en las dosis de 0 a 3 por ciento de quitina; pero las bacterias sólo de 0 a 2 por ciento de quitina: después de estas dosis las poblaciones comenzaron a bajar. Por otro lado se detectó que todos los tratamientos de quitina resultaron fitotóxicos para la soya.

Spiegel *et al.* (1986), estudiaron el control de nemátodos fitoparásitos con productos a base de quitina evaluando dos productos comerciales, “Clandosan” producto hecho con polvo de quitina de crustáceos (OKEGI, Columbia, MO, USA), y quitina (SIGMA, St. Louis, MO, USA), a concentraciones de 0, 0.05, 0.1, 0.2 y 0.3 por ciento (p/p); además en un experimento separado pero con idéntica metodología se adicionó también ácido fosfórico H_3PO_4 en los riegos (3 mililitros por maceta) esto con la finalidad de intentar convertir el amoníaco liberado (NH_3) por la quitina descompuesta en el suelo a ión amonio (NH_4^+). Los suelos fueron infestados con aproximadamente 3,000 juveniles de segundo estadio y huevecillos de *Meloidogyne javanica*. Los cultivos usados en este experimento fueron frijol y tomate los cuales se dejaron crecer 35 días;

después se extrajeron las plantas para analizar el número de agallas y la fitotoxicidad. Las macetas fueron replantadas con semillas de la misma especie con que estaban plantadas anteriormente, a estas plantas se les dejó crecer 35 días; después también se analizaron. Obtuvieron como resultado en el primer ciclo que el “Clandosan” causó una baja en el número de agallas por raíz, pero hubo fitotoxicidad, y cuando el suelo fue replantado hubo un aumento en el peso fresco de brote y la formación de agallas en el frijol fue excluida casi en su totalidad. La quitina por sí misma se comportó menos fitotóxica y más eficiente contra *M. javanica* que los tratamientos con “Clandosan” en el primer ciclo, pero en el segundo ciclo las diferencias tanto en las plantas como en nemátodos fueron negativas. En el primer ciclo el H_3PO_4 incrementó el peso fresco de las raíces en plantas infestadas o no con nemátodos. Donde hubo quitina mas H_3PO_4 el peso fresco de la raíz se incrementó hasta 122 por ciento; hubo índices de agallamiento altos donde solo se aplicó $H_3 PO_4$.

Spiegel *et al.* (1987), hicieron otros trabajos con quitina en el control de nemátodos. Para esto plantaron semillas de frijol y tomate en suelos arenosos mezclados con “Clandosan” (0.2 p/p), agregando aproximadamente 4,000 juveniles de segundo estadio y huevecillos de *Meloidogyne javanica*, se adicionó hidróxido de amonio (NH_4OH) a razón

de 34, 68 y 85 mililitros por maceta. Se fertilizó con “nitricol 2” (4 por ciento N; 2 por ciento P_2O_5 ; 8 por ciento K_2O ; 3 por ciento de microelementos). Después de 35 días de crecimiento se analizaron las plantas para ver el sistema radical, brotes e índice de agallamiento. Posteriormente se pusieron nuevas plántulas de la misma especie que había anteriormente sin tratamiento adicional de las macetas y se dejaron otros 35 días y esto se consideró como el segundo ciclo; se estableció en un factorial $2 \times 5 \times 7$ con 3 repeticiones. Los efectos de la quitina en el crecimiento de las plantas y en el ataque de los nemátodos fueron comparados tanto en el suelo tratado como en los suelos no tratados. Obtuvieron los siguientes resultados: en el primer ciclo el índice de agallamiento en las plantas tratadas con quitina fue similar a las plantas que se mantenían sin tratar. En el segundo ciclo los tratamientos de quitina redujeron el índice de agallamiento en ambos suelos, irradiado y no irradiado especialmente en este último, donde el índice decreció mucho en comparación con las plantas no tratadas. La diferencia en el peso fresco en el brote en las plantas enmendadas con quitina fue muy bajo en las no irradiadas más que en las irradiadas, especialmente en el segundo ciclo. En los suelos no irradiados hubo un alto nivel de microorganismos quitinolíticos, particularmente actinomicetos; esto se observó en el segundo ciclo. El amonio resultó ser fitotóxico a medida que iban aumentando las dosis en especial en el primer

ciclo, pero por otro lado bajaron las poblaciones de nemátodos en los suelos donde se adicionó la dosis de 68 mililitros por maceta tanto en el primer ciclo como en el segundo ciclo.

Rodríguez *et al.* (1989), en un experimento de invernadero observaron la efectividad de dos materiales quitinosos (“Clandosan 601” y “Clandosan 719”), obtenidos de caparazones y otros desechos del cangrejo azul (*Callinectes sapidus*), para combatir *Meloidogyne arenaria*. Ambos materiales redujeron la incidencia del nemátodo cuando se incorporaron al suelo a razón de ≥ 10 gramos por kilogramo de suelo tanto en la calabacita (*Cucúrbita pepo*) como en el tomate (*Lycopersicon esculentum*) plantado como segundo cultivo después de la calabacita. Se estudiaron también en el segundo experimento con suelo de la misma procedencia, la efectividad nematicida de mezclas de urea con “Clandosan 601”. El número de agallas en la raíz de la calabacita o del tomate disminuyó agudamente en relación directa al aumento de la dosis tanto en la urea 1 a 10 gramos por kilogramo de suelo, como de “Clandosan 601” 1-10 gramos por kilogramo de suelo. Los tratamientos con urea solo en dosis > 0.5 gramos por kilogramo de suelo resultaron ser fitotóxicos, pero no así los combinados de urea + “Clandosan 601”. Los tratamientos con urea sola o con “Clandosan 601” solo produjeron aumento en el peso húmedo de los tallos proporcionales a

la dosis utilizada de estos materiales siendo siempre las plantas más pesadas las correspondientes a suelos tratados con la combinación urea + “Clandosan 601”. Se observó una correlación entre las actividades de ureasa del suelo después de sacar el tomate y el número de agallas por gramo de raíz húmeda de esa planta, cuya relación no se demostró con las actividades de la fosfatasa ó de la quitinasa.

Rodríguez *et al.* (1990), en un experimento de invernadero estudiaron la eficiencia de mezclas de harinas de torta de soya (HTS) con urea y un material quitinoso de desecho (“clandosan 601”) derivado del cangrejo azul, para combatir a *Meloidogyne arenaria*. La incorporación de la HTS a razón de 2 a 4 gramos por kilogramo de suelo resultó ser más eficaz para reducir el agallamiento causado por el nemátodo en las raíces de la calabacita cuando la HTS se añadió al suelo en conjunto con un gramo de “Clandosan 601” y 0.5 gramos de urea por kilogramo de suelo. La incorporación de estos materiales en el suelo estimuló a las poblaciones microbianas, evidenciadas por el aumento en las actividades enzimáticas del suelo. La actividad de quitinasa del suelo aumentó proporcionalmente con la cantidad de la HTS añadida al suelo y esta actividad estuvo inversamente correlacionada con el número de agallas causadas por el nemátodo. Estudios con micro-parcelas demostraron que la incorporación

al suelo de 8 toneladas por hectárea de una mezcla que contenía por peso 50 por ciento de HTS, 25 por ciento urea y 25 por ciento de “Clandosan 601”, redujo la incidencia del nemátodo y aumentó la producción. Pero en algunos cultivos como el camote no aumentó la producción.

Rich y Hodge (1993), llevaron a cabo tres experimentos de invernadero para evaluar el efecto de una enmienda constituida por una mezcla de desecho de cangrejo azul y aserrín de ciprés (*Taxodium distichum*) sobre la reproducción del nemátodo agallador *M. javanica*. La enmienda del cangrejo fue mezclada con arena fina, colocada en macetas e inoculada con huevos del nemátodo. Se transplantaron en cada maceta una mata de tomate; después de 8 semanas se determinó el agallamiento en las raíces y la reproducción del nemátodo. En el segundo compararon varias concentraciones de la enmienda de cangrejo, se requirió de un 10 a 20 por ciento (p/p) para incrementar significativamente los pesos de las raíces y follaje, y disminuir el índice de agallamiento así como el número de masas de huevos por planta, en relación al testigo. En un tercer experimento, desechos de cangrejo fresco (sin reposar) de un 0.05 por ciento (p/p) fueron más eficaces que la enmienda de cangrejo de un 20 por ciento para disminuir el agallamiento y la reproducción del nemátodo.

Ruíz y García (1996), realizaron un experimento para evaluar la eficiencia de un producto a base de quitina para el control de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de papa. Para esto se instaló un lote de 6 tratamientos con 4 repeticiones; los tratamientos fueron: un testigo absoluto (no se aplicó nematicida), un testigo comercial (Furadan 5G) y cuatro dosis de un producto quitinoso (“Nematrol”) a razón de 100, 200, 300 y 400 kilogramos por hectárea. Los distintos muestreos se realizaron al azar para cada repetición y se colocaron muestras representativas en embudos de Baermann para la extracción de los nemátodos; posteriormente se cuantificaron las poblaciones y se identificaron los géneros. Los resultados obtenidos no fueron estadísticamente significativos desde el punto de vista del rendimiento de papa, pero se pudo observar que el producto quitinoso controló más eficientemente las poblaciones de nemátodos fitoparásitos que el nematicida químico, especialmente en las dosis de 200 y 300 kilogramos por hectárea. Las poblaciones de nemátodos no fitoparásitos no fueron muy afectadas por el nematicida orgánico, sino que proporcionalmente fueron superiores a los fitoparásitos de principio a final del cultivo.

Trujillo y García (1996), en una investigación llevada a cabo durante el ciclo primavera verano en el municipio de Arteaga Coah., tuvo como objetivos: 1) Evaluar el efecto que tiene un extracto de algas marinas

(“Algaenzims”), que se considera un potencializador ecológico, y 2) Observar el posible sinergismo del extracto de algas con un producto a base de quitina en su acción nematostática. Dentro de los seis tratamientos utilizados solo uno tuvo efecto contra los nematodos, que fue donde se aplicó “Algaenzims” a la dosis de 400 mililitros por hectárea + el producto quitinoso a la dosis de 200 kilogramos por hectárea.

III.- MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el municipio de Arteaga, Coahuila, en un rancho privado llamado “El Bayonero”, el cual se encuentra situado en el km 215 de la carretera federal N° 57 en el tramo Matehuala-Saltillo.

La siembra se realizó el día 7 de Mayo de 1997, con la variedad Gigant, la cual es de ciclo corto; el cultivo se estableció en el ciclo primavera-verano.

Descripción del Lote Experimental.

El lote se instaló al lado izquierdo de la carretera, teniéndose 5 tratamientos con 5 repeticiones cada una; la repetición constó de 10 metros de largo con 10 surcos separados a 90 centímetros, considerando como parcela útil 8 surcos, ya que por cada repetición se tuvieron surcos orilleros a ambos lados de la parcela; lo anterior significa que el lote en el que se trabajó fue una franja de 250 metros de largo y 10 surcos, teniéndose una superficie total de 2,250 m², dado que las parcelas en cada repetición fueron de 90 m².

Tratamientos

Tratamiento 1 (TN-0) = Testigo absoluto.

Tratamiento 2 (TN-50) = “Nematrol” a 50 kg/ha.

Tratamiento 3 (TN-100) = “Nematrol” a 100 kg/ha.

Tratamiento 4 (TN-200) = “Nematrol” a 200 kg/ha.

Tratamiento 5 (TN-400) = “Nematrol” a 400 kg/ha.

Para sacar cada una de las dosis por parcela experimental se hicieron los siguientes cálculos.

$$50 \text{ kg} \text{-----} 10,000 \text{ m}^2$$

$$x \text{-----} 90 \text{ m}^2$$

por lo tanto:

$$x \text{-----} 0.45 \text{ kg}$$

$$100 \text{ kg} \text{-----} 10,000 \text{ m}^2$$

$$x \text{-----} 90 \text{ m}^2$$

por lo tanto:

$$x \text{-----} 0.90 \text{ kg}$$

$$200 \text{ kg} \text{-----} 10,000 \text{ m}^2$$

$$x \text{-----} 90 \text{ m}^2$$

por lo tanto:

$$x \text{-----} 1.80 \text{ kg}$$

$$400 \text{ kg} \text{-----} 10,000 \text{ m}^2$$

$$x \text{-----} 90 \text{ m}^2$$

por lo tanto:

$$x \text{-----} 3.60 \text{ kg}$$

La “x” nos indica cuál es la dosis que se utilizó en los diferentes tratamientos por cada una de las parcelas.

Cosecha.

La cosecha fue el día 21 de octubre de 1997, la cual se hizo mecánicamente con un tractor y la cosechadora de papa; se tomó de la cosecha nada más la correspondiente a los dos surcos centrales de las repeticiones y tratamientos; ya teniéndola sobre el suelo se procedió a encostalar, se pesaron en una bascula de plataforma por repeticiones y así obtener los rendimientos de cada una, para hacerse un ANVA y obtener el rendimiento por tratamiento.

Análisis Estadístico

Antes de realizar los análisis de varianza correspondientes a rendimiento, los resultados obtenidos por repetición se transformaron a rendimiento por hectárea.

De acuerdo al diseño de bloques al azar tenemos el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta de la variable del i-ésima,
tratamiento en la j-ésima repetición.

μ = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i-ésima tratamiento.

E_{ij} = Efecto del error experimental.

i = 1, 2,5 t (Tratamientos)

j = 1, 2,.....5 r (repeticiones)

En el modelo estadístico mencionado anteriormente, permite probar la significancia del siguiente sistema de hipótesis:

$H_0: T_1 = T_2 = \dots T_i$

$H_a: T_1 \neq T_2 = \dots T_i$

Donde:

H_0 : = Hipótesis nula.

H_a : = Hipótesis alterna.

T_i : = Denota los efectos del i-ésimo tratamiento.

Con la finalidad de conocer las diferencias entre medias de tratamientos se realizó una prueba de rango múltiple TUKEY con un $\alpha=0.05$ (Stelli y Torrie, 1980).

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza realizado a la variable rendimiento de

tubérculo mostró diferencia altamente significativas para la fuente de variación de tratamientos, no así para la de bloques, por lo que se puede decir que los tratamientos causaron un efecto en la producción de papa, rendimientos que los bloques no detectaron en el experimento. En relación al coeficiente de variación que fue de 3.88 por ciento, éste es considerado bajo para las condiciones en que fue realizado el experimento.

Cuadro 4.1. Análisis de varianza de rendimiento de papa variedad

Gigant, bajo 5 tratamientos de “Nematrol” en campo.

Rancho “El Bayonero”, municipio de Arteaga, Coah.

1997.

| <u>Fv</u> | <u>GL</u> | <u>SC</u> | <u>CM</u> | <u>FC</u> | <u>Ft0.10</u> |
|------------------|-----------|----------------|-----------|-----------|---------------|
| Trat. | 4 | 48.0625 | 12.0156 | | 4.9354 ** |
| 0.0090 | | | | | |
| bloques | 4 | 2.3789 | 0.5947 | | 0.2443 NS |
| 0.0908 | | | | | |
| Error | 16 | 38.9531 | 2.4345 | | |
| <u>Total</u> | <u>24</u> | <u>89.3945</u> | | | |
| <u>C.V.%3.88</u> | | | | | |

Donde: (NS) No significancia y (**) altamente significativo con α de 0.05 y 0.01 respectivamente.

En el cuadro 4.2 se presentan las diferencias entre medias de tratamientos, observándose que los valores más altos de producción de tubérculo corresponden a los tratamientos con dosis de “Nematrol” de 400 y 200 kilogramos por hectárea. Sin embargo, para el tratamiento testigo que no incluyó nada de producto orgánico, mostró un valor de rendimiento de tubérculo más bajo.

Cuadro 4.2. Medias de rendimientos (ton/ha) de papa variedad Gigant bajo 5 tratamientos de “Nematrol” en campo. Rancho “El Bayonero”, Municipio de Arteaga, Coah. 1997.

| TRATAMIENTO. | MEDIA. |
|---|-------------------|
| TN-400 | 42.1600 A |
| TN-200 | 41.1600 A |
| TN-50 | 40.3000 AB |
| TN-100 | 39.6000 AB |
| <u>TN-0</u> | <u>38.08000 B</u> |
| <u>Tukey ($\alpha=0.05$)</u> | <u>3.0214</u> |

En la figura 4.1 se aprecia más claramente la tendencia de algunos de los tratamientos con dosis de “Nematrol” sobre el rendimiento de tubérculo y nuevamente se muestran con más rendimiento los tratamientos 400 y 200 kilogramos por hectárea.

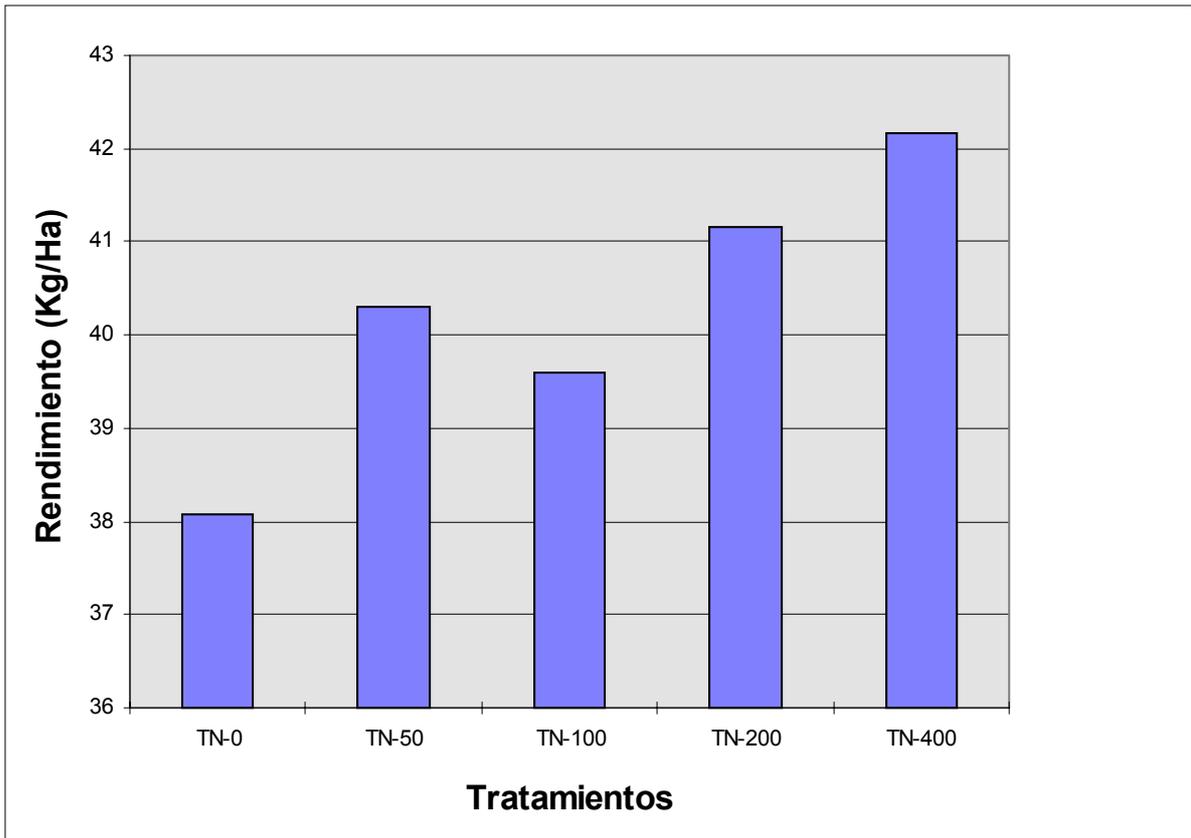


Figura:4.1.- Respuesta del rendimiento Ton/Ha de papa variedad Gigant bajo 5 tratamientos de “Nematrol” en campo. Rancho “El Bayonero”, Arteaga, Coah. 1997.

V.- CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación y de acuerdo a los objetivos e hipótesis planteados, se llegó a las siguientes conclusiones:

Sí existe efecto del “Nematrol” sobre el rendimiento de tubérculo de papa.

Las mejores dosis empleadas en el experimento fueron 200 y 400 kilogramos por hectárea.

La dosis óptima es la de 200 kilogramos por hectárea de “Nematrol”.

VI.- RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de observar el efecto fertilizante y nematostático de un producto a base de quitina (“Nematrol”)

para obtener un mayor rendimiento en el cultivo de la papa. El experimento se llevó a cabo durante el ciclo primavera-verano de 1997, en un rancho privado denominado “El Bayonero”, localizado en el municipio de Arteaga, Coah. Instalándose para esto un lote con 5 tratamientos y 5 repeticiones; los tratamientos fueron: testigo absoluto, donde no se aplicó nematocida y 4 dosis de “Nematrol”: 50, 100, 200 y 400 kilogramos por hectárea. La siembra se llevó a cabo el día 7 de Mayo de 1997, Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar; además, se realizó la comparación de medias por el método de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 por ciento.

Los resultados obtenidos estadísticamente fueron diferentes por lo cual se pudo observar que las dosis del “Nematrol” más eficiente fueron las de 200 y 400 kilogramos por hectárea, que permitieron obtener mayor rendimiento de tubérculo. Se considera dosis óptima de “Nematrol” la de 200 kilogramos por hectárea.

VII.- LITERATURA CITADA

- Agrios, G. 1995, Fitopatología. Editorial LIMUSA, México. 703 p.
- Cepeda, C.M. 1996. Nematología Agrícola. Editorial Trillas. México, D.F. 305 p.
- Christie, J. R. 1982. Nemátodos de los vegetales, su Ecología y Control. 3ª reimpresión. LIMUSA, México. 275 p.
- Escobedo, A. J. 1979. Nematología General. Escuela Superior de Agricultura. Ejido Venecia, Gómez Palacio, Dgo. U.J.E.D.136 p.
- Evans, K. 1991. Lethal Temperatures for Eggs of *Globodera rostochiensis* Determined by Staining with Blue R. *Nematologica* 37:225-229.
- Franco, J. 1986. Nemátodos del Quiste de la Papa en Climas Templados en la Región Andina. *Nematropica* 24:179-193.
- García, C. J. 1995. Problemas Nematológicos en la Producción de Papa en México. VI Congreso Nacional de Productores de Papa, (CONPAPA). Memorias. Saltillo, Coah. U.A.A.A.N. pp. 18-27.
- Godoy, G., R. Rodríguez-Kábana, and G. Morgan-Jones. 1983. Fungal Parasites of *Meloidogyne* Eggs in an Alabama Soil: A Mycological Survey and Greenhouse Studies. *Nematropica*

13:201-213.

Godoy, G., R. Rodríguez-Kábana, R. A. Sherlby, and G. Morgan-Jones. 1983. Chitin Amendments for Control of *Meloidogyne arenaria* in infested Soil. II. Effects on Microbial Population. *Nematropica* 13:63-74.

Hooker, W. 1980. Compendio de Enfermedades de la Papa. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. pp. 4-6,131-141.

Jatala, P. 1985. Biological Control of Nematodes. pp.303-308 in. Sasser, N. J. An Advanced Treatise on *Meloidogyne*; Vol.2. Dept. of Plant Pathology. North Carolina State Univ. Raleigh, NC, U.S.A.

Jatala, P. 1986. Nemátodos Parásitos de Papa. Boletín de Información Técnica. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 20 p.

Main, I. H. 1982. Chitin Amendments for Control of *Meloidogyne arenaria* in Infested Soil. *Nematropica* 12:71-74.

Mankau, R. and D. Sitanath. 1969. The influence of Chitin Amendments on *Meloidogyne incognita*. *J. Nematol.* 1:15-16.

Mitchell, R. and M. Alexander. 1961. Chitin and Biological Control of *Fusarium* Diseases. *Plant Dis. Repr.* 45:487-490.

Ownley, G. B., G.Morgan-Jones and R. Rodríguez-Kabana. 1983. Fungi

Associated with Several Developmental Stages of *Heterodera glycines* from an Alabama Soybean Field Soil. *Nematropica* 13:181-200.

Rich, J. R. and C. H. Hodge. 1993. Utilization of Blue Crab Compost to Suppress *Meloidogyne javanica* on Tomato. *Nematropica* 23:1-5.

Rodríguez-Kábana, R., D. Boube and R. W. Young. 1989. Chitinous Materials from blue Crab for Control of Root-Knot Nematode. I. Effect of Urea and Enzymatic Studies. *Nematropica* 19:53-74.

Rodríguez-Kábana, R., D. Boube and R. W. Young. 1990. Chitinous Materials from Blue Crab for Control of Root-Knot Nematode. II. Effects of Soybean Meal. *Nematropica* 20:153-168

Rodríguez-Kábana, R., G. Morgan-Jones and G. B. Ownley. 1984. Effects of Chitin Amendments to Soil on *Heterodera glycines*, Microbial populations and Colonization of Cysts by Fungi. *Nematropica* 14:10-25.

Ruíz, J. R. 1996. Evaluación de un Producto a Base de Quitina para Combatir Nematodos parásitos de la Papa (*Solanum tuberosum*). Tesis Profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 69 p.

- Spiegel, Y., *et al.* 1986. Use of Chitin for Controlling Plant-Parasitic Nematodes. I. Direct Effects on Nematode Reproduction and Plant Performance. *Plant and Soil* 95:87-95.
- Spiegel, Y. *et al.* 1987. Use of Chitin for Controlling Plant-Parasitic Nematodes. II. Mode of Action. *Plant and Soil* 98:337-345.
- Trujillo, S. E. 1996. Efecto de Extracto de Algas y un Nematicida Orgánico en el Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis Profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 65 p.
- Valadez, L. A. 1987. Producción de Hortalizas. 5ª Reimpresión. LIMUSA. México. D.F. 278 p.
- Winslow, R. D. and R. J. Willis. 1972. Nematode Diseases of Potato. Economic Press. London. 563 p.

VII.- APENDICE

Toma de muestras.

Las muestras de suelo para el análisis nematológico se hicieron a una profundidad de 15 a 20 cm; se tomaron lo más cerca posible del sistema

radical de la planta, ya que es donde se encuentra la mayor población de nemátodos fitoparásitos, obteniendo submuestras al azar en 5 puntos distintos por parcela.

El primer muestreo se realizó antes de la siembra para determinar géneros existentes al inicio; no se dirigió a muestrear las parcelas donde se iba a realizar el experimento, sino a toda la superficie a sembrar. Los siguientes muestreos se tomaron en diferentes fechas.

Primer muestreo se tomó el día anterior a la siembra.

Segundo muestreo se tomó el 28 de Junio de 1997.

Tercer muestreo se tomó el 12 de Agosto de 1997.

Cuarto muestreo se tomó el 13 de Septiembre de 1997.

Quinto y último muestreo se tomó el 21 de Octubre de 1997, día de la cosecha

Procesamiento y análisis de muestra

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Nematología del Departamento de Parasitología de la U.A.A.A.N.; para la extracción de los nemátodos de cada una de las muestras de suelo, se puso en el embudo de Baermann una porción representativa por muestra; se dejó reposar de 24 a 48 horas para así tener extracciones de los nematodos existentes.

Una vez extraídos los nematodos se procedió a la identificación, utilizando el microscopio estereoscópico para el montaje y el microscopio compuesto para la observación a muchos diámetros que permitieran ver las características distintivas en los niveles de género o familia. Para esto se hicieron las siguientes cuadros por grupos taxonómicos:

Tabla: 7.1.- Familia Rhabditidae.

28 de junio de 1997

| TRAT. | REPETICIONES | | | | | Suma |
|--------|--------------|----|-----|----|---|------|
| | I | II | III | IV | V | |
| TN-O | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 16 |
| TN-50 | 2 | 5 | 3 | 5 | 4 | 19 |
| TN-100 | 5 | 4 | 2 | 5 | 1 | 17 |
| TN-200 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 21 |
| TN-400 | 4 | 3 | 5 | 4 | 5 | 21 |

12 de Agosto de 1997
REPETICIONES

| TRAT. | I | II | III | IV | V | Suma |
|--------|---|----|-----|----|---|------|
| TN-O | 0 | 1 | 5 | 2 | 1 | 9 |
| TN-50 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 9 |
| TN-100 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 |
| TN-200 | 0 | 4 | 4 | 6 | 4 | 12 |
| TN-400 | 0 | 2 | 5 | 6 | 4 | 17 |

13 de Septiembre de 1997
REPETICIONES

| TRAT. | I | II | III | IV | V | Suma |
|--------|---|----|-----|----|---|------|
| TN-O | 5 | 2 | 1 | 3 | 4 | 15 |
| TN-50 | 3 | 2 | 5 | 4 | 2 | 16 |
| TN-100 | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 17 |
| TN-200 | 5 | 1 | 4 | 2 | 5 | 17 |
| TN-400 | 0 | 3 | 5 | 3 | 1 | 12 |

21 de Octubre de 1997
REPETICIONES

| TRAT. | I | II | III | IV | V | Suma |
|--------|---|----|-----|----|---|------|
| TN-O | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 17 |
| TN-50 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 14 |
| TN-100 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 15 |
| TN-200 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 13 |
| TN-400 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 14 |

Tabla: 7.2.- Género *Tylencholaimellus*

28 de Junio de 1997

REPETICIONES

| TRAT. | I | II | III | IV | V | Suma |
|--------|---|----|-----|----|---|------|
| TN-O | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| TN-50 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| TN-100 | 1 | 3 | 5 | 0 | 0 | 9 |
| TN-200 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| TN-400 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |

12 de Agosto de 1997
REPETICIONES

| TRAT. | 1 | II | III | IV | V | Suma |
|--------|---|----|-----|----|---|------|
| TN-O | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 5 |
| TN-50 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 11 |
| TN-100 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 8 |
| TN-200 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| TN-400 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 11 |

13 de Septiembre de 1997
REPETICIONES

| TRAT. | 1 | II | III | IV | V | Suma |
|----------|---|----|-----|----|----|------|
| TN-O | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 6 |
| TN-50 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 9 |
| TN-100 | 0 | 3 | 2 | 3 | 0 | 8 |
| TN-200 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 5 |
| TN-400 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 11 | |

21 de Octubre de 1997
REPETICIONES

| TRAT. | 1 | II | III | IV | V | Suma |
|--------|---|----|-----|----|---|------|
| TN-O | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 4 |
| TN-50 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| TN-100 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| TN-200 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 9 |
| TN-400 | 3 | 0 | 2 | 3 | 2 | 10 |

Tabla: 7.3.- Familia Dorylaimidae

28 de Junio de 1997

REPETICIONES

| TRAT. | 1 | II | III | IV | V | Suma |
|--------|---|----|-----|----|---|------|
| TN-O | 1 | 2 | 0 | 3 | 2 | 8 |
| TN-50 | 6 | 1 | 1 | 0 | 3 | 11 |
| TN-100 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| TN-200 | 4 | 0 | 2 | 2 | 1 | 9 |

| | | | | | | |
|--------|---|---|---|---|---|---|
| TN-400 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 5 |
|--------|---|---|---|---|---|---|

12 de Agosto de 1997
REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>1</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 |
| TN-50 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| TN-100 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 6 |
| TN-200 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 5 |
| TN-400 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

13 de Septiembre de 1997
REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>1</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| TN-50 | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| TN-100 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| TN-200 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| TN-400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

21 de Octubre de 1997
REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>1</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| TN-50 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 7 |
| TN-100 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| TN-200 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 5 |
| TN-400 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |

Tabla: 7.4.- Género *Ditylenchus*

8 de Junio de 1997

REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>1</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| TN-50 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| TN-100 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| TN-200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|--------|---|---|---|---|---|---|
| TN-400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|--------|---|---|---|---|---|---|

12 de Agosto de 1997
REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>1</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| TN-50 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| TN-100 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| TN-200 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 4 |
| TN-400 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |

13 de Septiembre de 1997
REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>1</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| TN-50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TN-100 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| TN-200 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| TN-400 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | |

21 de Octubre de 1997
REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>1</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 10 |
| TN-50 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 6 |
| TN-100 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| TN-200 | 2 | 3 | 0 | 1 | 1 | 7 |
| TN-400 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 4 |

Tabla: 7.5.- Familia Tylenchidae

28 de Junio de 1997

REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>1</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |

| | | | | | | |
|--------|---|---|---|---|---|---|
| TN-50 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| TN-100 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 8 |
| TN-200 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 8 |
| TN-400 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |

12 de Agosto de 1997
REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>I</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| TN-50 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| TN-100 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| TN-200 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 |
| TN-400 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |

13 de Septiembre de 1997
REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>I</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 |
| TN-50 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| TN-100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| TN-200 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| TN-400 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 |

21 de Octubre de 1997
REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>I</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TN-50 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| TN-100 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 |
| TN-200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TN-400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla: 7.6.- Género *Pratylenchus*

28 de Junio de 1997

REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>I</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TN-50 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| TN-100 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |

| | | | | | | |
|--------|---|---|---|---|---|---|
| TN-200 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| TN-400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

12 de Agosto de 1997
REPETICIONES

| TRAT. | 1 | II | III | IV | V | Suma |
|--------|---|----|-----|----|---|------|
| TN-O | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| TN-50 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| TN-100 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| TN-200 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 |
| TN-400 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |

13 de Septiembre de 1997
REPETICIONES

| TRAT. | 1 | II | III | IV | V | Suma |
|--------|---|----|-----|----|---|------|
| TN-O | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| TN-50 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| TN-100 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 6 |
| TN-200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TN-400 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |

21 de Octubre de 1997
REPETICIONES

| TRAT. | 1 | II | III | IV | V | Suma |
|--------|---|----|-----|----|---|------|
| TN-O | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| TN-50 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 8 |
| TN-100 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| TN-200 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 6 |
| TN-400 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 6 |

Tabla: 7.7.- Género *Aphelenchus*

28 de Junio de 1997

REPETICIONES

| TRAT. | 1 | II | III | IV | V | Suma |
|--------|---|----|-----|----|---|------|
| TN-O | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| TN-50 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| TN-100 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| TN-200 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 5 |

| | | | | | | |
|--------|---|---|---|---|---|---|
| TN-400 | 0 | 1 | 5 | 3 | 0 | 9 |
|--------|---|---|---|---|---|---|

12 de Agosto de 1997
REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>1</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 4 |
| TN-50 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 |
| TN-100 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| TN-200 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| TN-400 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |

13 de Septiembre de 1997
REPETICIONES

| <u>TRATA.</u> | <u>1</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|---------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| TN-50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TN-100 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| TN-200 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| TN-400 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

21 de Octubre de 1997
REPETICIONES

| <u>TRAT.</u> | <u>1</u> | <u>II</u> | <u>III</u> | <u>IV</u> | <u>V</u> | <u>Suma</u> |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------------|
| TN-O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TN-50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TN-100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TN-200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TN-4000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |