

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DETERMINACION DE LA RELACION POBLACIONAL DE BIOTIPOS,
RESISTENCIA A FENAMIPHOS, REPRODUCCION Y PATOGENICIDAD
DE Radopholus similis, EN LA ZONA BANANERA DE IZABAL,



EN EL ACTO A CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

**TESIS DE REFERENCIA
NO**

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.



Guatemala, abril de 1988

DL
01
T(1108)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal B. Martínez Muñoz
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez G.
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL CUARTO	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO	T.U. Carlos E. Méndez M.
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



COMPAÑIA DE DESARROLLO BANANERO DE GUATEMALA, LIMITADA
(BANDEGUA)

7A AVENIDA 14-44, ZONA 9
EDIFICIO LA GALERIA 5o. NIVEL
GUATEMALA, GUATEMALA

TELEFONOS: 315168-315262
TELEX: 5165 BANDE GU

CABLE: BANDEGUA
APARTADO POSTAL 134 F

25 de abril de 1988

Ingeniero Agrónomo
Anibal B. Martínez M.
Decano de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos

Señor Decano:

Tengo el agrado de informarle que he concluido el asesoramiento y la revisión del documento final del trabajo de tesis titulado "DETERMINACION DE LA RELACION POBLACIONAL DE BIOTIPOS, RESISTENCIA A FENAMIPHOS, REPRODUCCION Y PATOGENICIDAD DE Radopholus similis EN LA ZONA BANANERA DE IZABAL, GUATEMALA". Desarrollado por el universitario Marco Antonio Durán Morales.

Considero que dicho trabajo de investigación es un valioso aporte al conocimiento de los nemátodos en el cultivo del banano. En tal sentido recomiendo su aprobación como trabajo de tesis, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. M.Sc. Lauriano Figueroa Q.
A S E S O R

Guatemala,
25 de abril de 1988

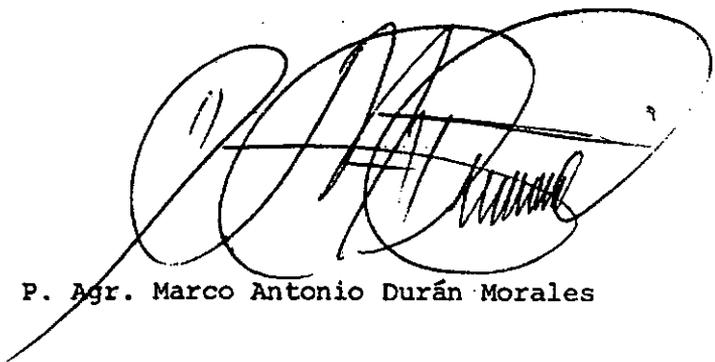
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Presente

Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "DETERMINACION DE LA RELACION POBLACIONAL DE BIOTIPOS, RESISTENCIA A FENAMIPHOS, REPRODUCCION Y PATOGENICIDAD DE Radopholus similis EN LA ZONA BANANERA DE IZABAL, GUATEMALA".

Como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,



P. Agr. Marco Antonio Durán Morales

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS: Fuente inagotable de sabiduría
- A MIS PADRES: Miguel Enrique Durán Galdámez
Elvira Morales de Durán
Como una mínima recompensa a los esfuerzos
y sacrificios realizados para mi superación.
- A MIS HERMANOS: Dora, Margarita, Rosa Elena, Manuel, Carlos,
Miguel y Fermín
Con amor fraternal
- A MI ESPOSA: Gilda Yadira
Con amor inherente
- A MIS SOBRINOS: Especialmente a Edgar Estuardo
- A: Mis familiares en general
- A: Todos mis amigos y compañeros de promoción.

DEDICO ESTA TESIS

- A: Mi patria Guatemala
- A: Zacapa
- A: Universidad de San Carlos de Guatemala
- A: La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- A: Instituto Técnico de Agricultura
- AL: Departamento de Investigaciones Agrícolas de la Cía. de Desarrollo Bananero Ltda. de Guatemala (BANDEGUA)
- A: Los trabajadores bananeros y agricultores de Guatemala.

AGRADECIMIENTOS

- A: Personeros de BANDEGUA, por haberme permitido realizar mi E.P.S. y trabajo de tesis en sus fincas y laboratorios.
- A: Ing. Mario O. Mena S.
- A: Ing. Agr. Luis Eduardo Pérez C.
- A: Ing. Agr. M.Sc. Lauriano Figueroa Quiñónez
- A: Ing. Agr. Teddy Jiménez
- A: Ing. Agr. Mario Roberto Bolaños M.
- A: Personal de campo y laboratorio del Departamento de Investigaciones Agrícolas de BANDEGUA.

CONTENIDO

	<u>Página No.</u>
RESUMEN	i
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISION DE LITERATURA	5
V. MATERIALES Y METODOS	9
1. Características generales del área de estudio	9
1.1 Localización	9
1.2 Clima	10
1.3 Suelo	10
2. Procedencia de las poblaciones de nemátodos	10
3. Muestreo de raíces	11
4. Procesamiento de muestras de raíz en el laboratorio	11
5. Determinación de la proporción de biotipos (cola pun- tiaguda/cola redonda) de <u>R. similis</u>	12
6. Determinación de la posible resistencia de los bioti- pos de <u>R. similis</u> al Fenamiphos	12
7. Determinación de la capacidad reproductiva y patogé- nica de <u>R. similis</u> en banano previamente expuestos a Fenamiphos	15
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	18
1. Determinación de la proporción de biotipos cola pun- tiaguda/cola redonda de <u>R. similis</u>	18
2. Resistencia de los biotipos de <u>R. similis</u> a Fenami- phos	18

3. Capacidad reproductiva y patogénica de <u>R. similis</u> en plantas procedentes del cultivo de meristemas previamente expuestos por 24 horas a diferentes concentraciones de Fenamiphos	23
VII. CONCLUSIONES	25
VIII. RECOMENDACIONES	26
IX. BIBLIOGRAFIA	27
X. ANEXO	29

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página No.</u>
1	Proporción de biotipos cola puntiaguda (C.P.)/ cola redonda (C.R.) de <u>R. similis</u> de las fincas bajo estudio	19
2	Porcentaje de nemátodos <u>R. similis</u> vivos después de estar expuestos 24 horas en diferentes concen- traciones de Fenamiphos procedente de la finca Eskimo, donde nunca se ha aplicado nematicida	20
3	Porcentaje de <u>R. similis</u> vivos después de estar expuestos 24 horas en diferentes concentraciones de Fenamiphos procedentes de la finca Choctaw donde se aplicó Fenamiphos durante cinco años con- secutivos y se dejó de aplicar en 1983	21
4	Porcentaje de <u>R. similis</u> vivos después de estar expuestos 24 horas en diferentes concentraciones de Fenamiphos procedentes de la finca Lanquín donde se ha venido aplicando Fenamiphos por sie- te años consecutivos a la fecha	22
5	ANDEVA para el porcentaje de nemátodos <u>Radopho- lus similis</u> vivos después de estar expuestos por 24 horas a diferentes concentraciones de Fenami- phos	30
6	Análisis de varianza para cantidad de <u>R. similis</u> previamente expuestos a diferentes concentracio- nes de Fenamiphos	31

Cuadro No.

Página No.

7	Prueba de Tukey para la cantidad de <u>R. similis</u> en miles/100 g de raíz previamente expuestos a diferentes concentraciones de Fenamiphos	32
8	ANDEVA para el peso de raíz funcional de plantas de banano inoculadas con <u>R. similis</u> previamente expuestos a diferentes concentraciones de Fenamiphos	33
9	Análisis de varianza para el peso de raíz muerta en plantas de banano inoculadas con <u>R. similis</u> previamente expuestos a diferentes concentraciones de Fenamiphos	34
10	Prueba de Tukey para el peso en g de raíz muerta en plantas de banano inoculadas con <u>R. similis</u> previamente expuestos a diferentes concentraciones de Fenamiphos	35

DETERMINACION DE LA RELACION POBLACIONAL DE BIOTIPOS, RESISTENCIA A FENAMI-
PHOS, REPRODUCCION Y PATOGENICIDAD DE Radopholus similis EN LA ZONA BANANERA
DE IZABAL, GUATEMALA.

Radopholus similis BIOTIPS ITS POPULATION RELATIONSHIP, RESISTANCE TO FENAMI-
PHOS, REPRODUCTION AND PATHONENICITY IN BANANA CROP REGION, IZABAL, GUATEMALA

R E S U M E N

El cultivo del banano es afectado por problemas fitosanitarios, desde el punto de vista económico, los nemátodos, después de la sigatoka, constituyen la plaga más costosa para su control, siendo R. similis el de mayor importancia. Se ha señalado la existencia de biotipos de R. similis, su posible resistencia a Fenamiphos y diferencias en la capacidad reproductiva y patogénica en las plantas de banano.

En la zona bananera de Izabal, no se había estudiado la proporción de biotipos de R. similis, su relación poblacional, resistencia a Fenamiphos después de siete años de uso consecutivo, capacidad reproductiva y patogénica previamente expuestos a diferentes concentraciones de Fenamiphos. Para dar respuesta a estas interrogantes, se hizo necesario efectuar el presente estudio, para el cual se utilizaron poblaciones de nemátodos procedentes de las fincas establecidas con banano de la variedad Grand Naine: Eskimo, donde nunca se ha aplicado Fenamiphos; Choctaw, donde se aplicó durante cinco años y se dejó de aplicar en 1983 y Lanquín donde se ha venido aplicando Fenamiphos durante siete años consecutivos hasta la fecha. Para la obtención de los nemátodos, las raíces fueron lavadas, cortadas y licuadas, luego una suspensión de los mismos fué colocada en embudos de Baermann con la finalidad de obtener únicamente especímenes vivos.

En las tres fincas estudiadas predominó la variante morfológica cola puntiaguda de un rango de 4:1 a 5.42:1 y se determinó un promedio del 3 % de raíz muerta.

Para la determinación de la resistencia de los biotipos de R. similis, se utilizó una solución stock de 1000 ppm de i.a. de la que se tomaron alícuotas para hacer las concentraciones de 15, 30 y 60 ppm de Fenamiphos evaluadas, como testigo se utilizó agua destilada. Los resultados indican que en todos los tratamientos, la variante morfológica cola redonda mostró un porcentaje de mortalidad más bajo, no importando su procedencia. La falta de significancia para la sobrevivencia de las poblaciones de R. similis procedentes de áreas tratadas con Fenamiphos por siete años consecutivos, comparadas con las áreas nunca expuestas a este producto, indican la ausencia de resistencia al mismo.

Para la determinación de la capacidad reproductiva y patogénica de R. similis, se utilizaron plantas de banano obtenidas a partir de cultivo de meristemos y macetas conteniendo suelo desinfestado con Bromuro de Metilo. Especímenes de R. similis (800 individuos/maceta) que habían sido expuestos por 24 horas a las concentraciones de 0, 15, 30 y 60 ppm de Fenamiphos fueron inoculados 120 días después del trasplante. Tres meses después de la inoculación se determinaron en cada maceta las poblaciones de R. similis, así como el porcentaje de raíz funcional y muerta. Los resultados muestran que en el testigo la población promedio de nemátodos obtenida correspondió a 17 veces la cantidad inoculada, asimismo, se obtuvo el promedio más bajo de raíz funcional, mientras que los otros tratamientos se comportaron estadísticamente iguales, con una tasa de reproducción de 0.38, 0.25 y cero veces con respecto a la cantidad de nemátodos inoculada.

I. INTRODUCCION

El cultivo de banano representa para el país una importante fuente de divisas derivadas de las exportaciones de la fruta a diferentes mercados. El cultivo tecnificado necesita gran cantidad de mano de obra permanente, lo que constituye una fuente de trabajo para el país. En el departamento de Izabal, es el cultivo de mayor importancia económica.

El cultivo de banano es afectado por problemas fitosanitarios, desde el punto de vista económico, los nemátodos, después de la sigatoka, constituyen la plaga más costosa para su control.

Dentro de las catorce especies de nemátodos parasíticos asociados al cultivo de banano y plátano en la zona atlántica del país, Radopholus similis es el que representa mayor importancia económica.

Edwards y Wehun en 1971 y Pinochet en 1978 (13), han sugerido la existencia de diferentes biotipos de Radopholus similis de la raza del banano en áreas productoras de América Central. En plantaciones bananeras de Honduras y Costa Rica se han encontrado diferentes proporciones de R. similis cola puntiaguda y cola redonda; sugiriendo la posibilidad de que podría ser el biotipo de hembra cola puntiaguda menos patogénica a banano que las hembras cola redonda.

En nuestro medio se desconocían los biotipos existentes y si existía relación alguna entre ellos, densidades de población y daño consignado donde predomina determinado biotipo, asimismo, se desconocía si en áreas bananeras de la zona después de siete años consecutivos de aplicación de Fenamiphos existían poblaciones de nemátodos que han desarrollado resistencia al mismo, debido a la disminución en la efectividad del producto en reducir las poblaciones de R. similis como lo demuestran las observaciones de campo; ésto vendría entonces a confirmar los hallazgos recientes de Yamashita, T. (18), quien encontró poblaciones de nemátodos resistentes a Fenamiphos, Carborufan

y Oxamyl; además el mismo autor indica que observaciones de campo muestran una disminución en la efectividad de Fenamiphos en reducir las poblaciones de R. similis.

Por lo antes expuesto, con la presente investigación se determinó la existencia y proporción de los biotipos de R. similis, la no resistencia de los mismos a Fenamiphos, así como el efecto del mismo en la capacidad reproductiva y patogenicidad de R. similis, para lo cual se utilizaron poblaciones de nemátodos procedentes de plantaciones establecidas de banano con la variedad Grand Naine.

II. OBJETIVOS

1. Determinar la proporción de biotipos (cola puntiaguda/cola redonda) de Radopholus similis en banano cultivado en la Costa Atlántica de Guatemala.
2. Determinar la posible resistencia de los biotipos de Radopholus similis al Fenamiphos.
3. Determinar la capacidad reproductiva y patogénica de Radopholus similis en banano previamente expuestos a diferentes concentraciones de Fenamiphos.

III. HIPOTESIS

1. En las áreas cultivadas con banano en la Costa Atlántica del país existen los biotipos cola puntiaguda y cola redonda de Radopholus similis en diferente proporción.
2. En áreas donde se ha aplicado Fenamiphos durante siete años consecutivos ya existen poblaciones de Radopholus similis resistentes al mismo.
3. Poblaciones de Radopholus similis al ser expuestas a diferentes concentraciones de Fenamiphos no mueren inmediatamente, sin embargo, se reduce su capacidad reproductiva y patogénica al inocularse en plantas de banano.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

En 1890-1891, Coob, citado por Pérez C., L. (8), detectó en Fiji, en el suelo alrededor de las raíces de banano y plátano, nemátodos machos, de una especie que nombró Tylenchus similis. Años más tarde encontró ambos sexos del mismo nemátodo en las raíces de caña de azúcar provenientes de Gross Michel procedentes de Jamaica. En 1949 Thorne lo identificó como Radopholus similis. Hoy se le considera el nemátodo de mayor importancia económica en las regiones bananeras del mundo.

Radopholus similis se le conoce comunmente como nemátodo "barrenador" o "perforador", provoca en plátano o banano la enfermedad conocida como cabeza negra, nombre que se le da a los cormos fuertemente infestados (8).

Stover, citado por Girón C., L. (3), señala que R. similis penetra al corno únicamente un centímetro, sin embargo, en cormos fuertemente atacados, especialmente en plantas tumbadas por el viento, con deficiente sistema radicular por el ataque del nemátodo, se observa que las lesiones profundizan hasta dos centímetros (8).

Una hembra de R. similis pone un promedio de cuatro huevos por día por un período de dos semanas, los cuales demoran un período de 20 a 25 días para incubar y llegar al estado adulto. Si hay condiciones ambientales favorables una población de R. similis se puede multiplicar hasta cinco veces en menos de un mes (7).

Los nematicidas sistémicos aparecieron al principio de la década del 70. El Fenamiphos, fensulfotión, ethoprop fueron rápidamente utilizados, puesto que su presentación granulada facilita su incorporación al suelo.

Recientemente se ha hecho uso de nematicidas organo-fosfatados no volátiles, así como del grupo de los carbomatos en formulaciones granuladas o líquidas (Aldicarb, Ethoprop, Fenamiphos, Carbofuran, Oxamyl, etc.) para erradicar o mantener las poblaciones de nemátodos a un nivel económico (14).

Tarté y Pinochet (14), indican que existe evidencia de que algunos productos químicos tienen efectos nematostático (paralizan la actividad del nemátodo) y ello no es cuantificable cuando se analizan las poblaciones después de la aplicación del producto. Por otra parte, consideran que la dosis óptima de un producto nematicida, es aquella que brinda no solamente un adecuado control de los nemátodos, sino que permita la obtención del mayor incremento económico en los rendimientos; sin que ocurra acumulación de residuos tóxicos en la fruta por encima de su nivel tolerable.

Las pérdidas causadas por R. similis podrían estar relacionadas con el clima, el tipo de suelo, vigor de las plantas y otras plagas. Una de las mayores preocupaciones de los productos de banano es la determinación del nivel crítico que justifica las medidas de combate contra nemátodos. Los índices de daño tienen mucha más significancia para el productor que el número de nemátodos por 100 gramos de raíz (14).

Figuroa, citado por Girón C., L. (3), indica que Radopholus similis, es el nemátodo de más amplia distribución en las plantaciones bananeras de la zona Atlántica de Costa Rica, y el que ocasiona los daños más severos al cultivo, con pérdidas entre 20 y 30%.

Figuroa, M. (2), indica que R. similis se adapta y reproduce en más de 250 especies de plantas cultivadas y silvestres. La presencia de razas fisiológicas extiende su amplitud de hospedantes y se constituye en otro medio de adaptación y diseminación. El estudio de los hospedantes indica que más de una raza de R. similis puede ocurrir en Centro América, sin embargo, se ha encontrado alta especificidad en la raza que ataca a las musaceas.

Es común y práctica general expresar las poblaciones de nemátodos por número de especímenes en 100 gramos de raíz (7); sin embargo, en la determinación del umbral económico de daño no se ha considerado la importancia de los biotipos de R. similis.

Edwards y Wehunt en 1971 y Pinochet en 1978, citados por Tarté, R. (13), han sugerido la existencia de diferentes biotipos de la raza del banano de

Radopholus similis en áreas productoras de América Central. Pinochet encontró que las poblaciones de Armuelles y Changuinola en Panamá y de Coto en Costa Rica, causaron un daño mayor a las raíces del banano, que la población procedente de Honduras. También encontró que la rata de incremento de la población de Honduras era considerablemente mayor que la del resto de las poblaciones. En todas las poblaciones se encontraron variantes morfológicas indicativas de la existencia de polimorfismo en R. similis. Aunque estas poblaciones habían sido mantenidas en cultivos monoxémicos en discos de Zanahoria durante varias generaciones, la frecuencia de las variantes encontradas eran diferentes en la población de Honduras, en comparación con el resto de las poblaciones. Un 30% de las hembras de R. similis de Honduras poseía el extremo caudal cónico o puntiagudo en comparación con un 10%, 14% y 10% de las de Costa Rica, Armuelles y Changuinola, respectivamente. Su patogenicidad, lo mismo que su preferencia en cuanto a hospedantes, debe ser estudiada para cada una de las variantes morfológicas de Radopholus similis (14).

Estudios realizados por Rivas, X. y Román, J. (11), en Puerto Rico, han demostrado que la cola de la hembra es la parte que más variación morfológica exhibía, encontrándose once tipos diferentes de colas agudas.

Observaciones morfológicas de las colas de hembras de R. similis revelaron diferencias en la frecuencia de colas agudas y redondeadas fluctuó de 1:3 a 82.33:1. Las poblaciones procedentes de Honduras, Guatemala y México, mostraron la frecuencia más alta de colas agudas. En áreas producidas de Centro y Sur América se reconocen dos biotipos de R. similis de la raza del banano.

Con el conocimiento de las variantes morfológicas y patogénicas de R. similis, da una importancia línea de investigación para el desarrollo y utilización de mejores medidas de control de nemátodos.

En aislamientos realizados de Honduras fué observado el número más alto de hembras cola redonda de R. similis. Observaciones hechas en muchas áreas de crecimiento de banano en Centro y Sur América, indican una frecuencia más

alta de hembras cola puntiaguda en áreas donde las pérdidas debido a nemátodos no son tan importantes comparadas con áreas donde el año por R. similis es severo.

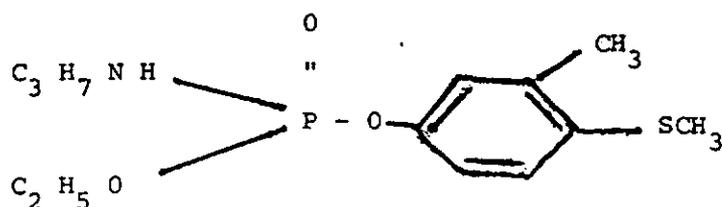
Yamashita, T. (18), encontró que al cuarto año consecutivo de aplicación con Carbofuran y Fenamiphos, viñedos presentaban poblaciones de Xiphinema index mucho más altas que los no tratados. El mismo autor, en ensayos *in vitro* indica que estas poblaciones de X. index procedentes de las parcelas expuestas durante tres años con Carbofuran y Fenamiphos presentaban aparentemente una resistencia más alta a estos nematocidas no-fumigantes comparado con poblaciones que nunca habían sido expuestas a los mismos.

En estudios recientes realizados por Anderson, J.P.; Read, D.C. y Tollefson, J. (1, 9 y 17), revelan que el uso continuado de ciertos nematocidas no fumigantes, tales como Fenamiphos (nemacur), Carbofuran (furadán) y Aldicarb (temik), resulta en una pérdida progresiva de su efectividad, como consecuencia de la actividad catabólica de microorganismos en el suelo que se adaptan específicamente a cada compuesto. La tasa de degradación microbiana dependerá de las características físico-químicas del suelo, cantidad aplicada, así como de la frecuencia y aplicaciones de los mismos.

La descripción del Fenamiphos es como sigue (1);

Nombre técnico = Fenamiphos
Nombre comercial = Nemacur
Fórmula química = O-etil--(3-metil-4-metiltio fenil)-isopropilamido-fosfato

Fórmula estructural =



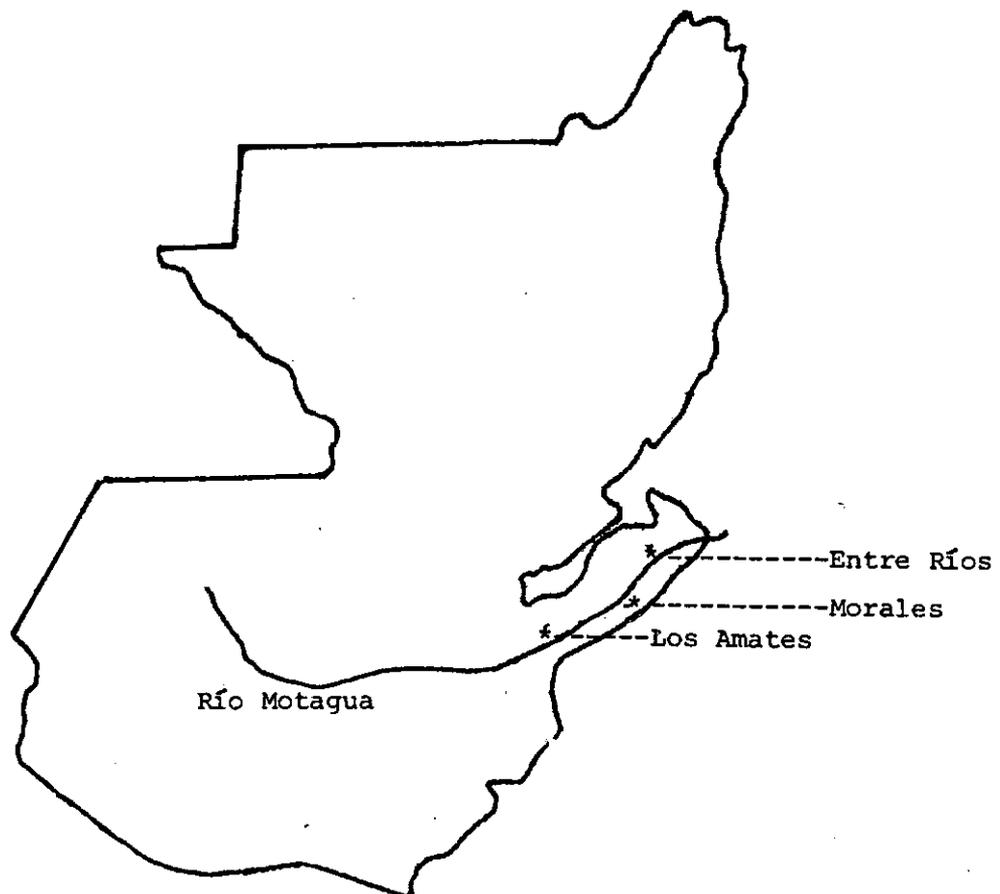
V. MATERIALES Y METODOS

1. CARACTERISCTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO.

1.1 Localización:

La investigación se llevó a cabo en las áreas bananeras de: Entre Ríos, municipio de Puerto Barrios, municipios de Morales y Los Amates en el departamento de Izabal (ver figura 1). Dichos municipios se encuentran ubicados entre 15 y 50 msnm y entre las coordenadas geográficas de 15°25' a 15°24' de Latitud Norte y 88°55' a 88°59' de Longitud Oeste (4).

Figura 1. Ubicación de las áreas bananeras de los municipios en el mapa de la república de Guatemala.



1.2 Clima:

La temperatura media anual es de 25°C., con una precipitación pluvial media al año de 2,500 milímetros. La humedad relativa es del 80% y los vientos alcanzan velocidades medias de 10.8 kilómetros por hora, provenientes del Norte (4).

En general, el clima es considerado por Thorntwhaite citado por el Atlas Geográfico Nacional (5), como cálido con lluvias benignas no muy húmedas, con vegetación selvática y sin estación seca bien definida.

1.3 Suelo:

La gran mayoría de los suelos del área se han formado sobre esquistos arcillosos y cenizas volcánicas a elevaciones medias (12); así como también de rocas metamórficas serpentinas y aluviones del período cuaternario (4). Pertenecen a la provincia geológica denominada Cordillera Centroamericana; el pH va de 4.5 a 7.0, con un promedio de 6.25.

2. PROCEDENCIA DE LAS POBLACIONES DE NEMATODOS.

El estudio se realizó con poblaciones de nemátodos procedentes de las fincas: Eskimo, Choctaw y Lanquín, establecidas con la variedad de banana Grand Naine; en la finca Eskimo del distrito de Productores Asociados ubicada en Entre Ríos, municipio de Puerto Barrios, se muestreó la sección C-5, donde nunca se ha aplicado Fenamiphos; en la finca Choctaw del distrito de Motagua, ubicada en el municipio de Los Amates, se muestreó la sección 30, donde se aplicó Fenamiphos durante cinco años y se dejó de aplicar desde 1983; mientras en la finca Lanquín del distrito de Bobos, ubicada en el municipio de Morales, se muestreó la sección B-11, donde se ha venido aplicando Fenamiphos durante siete años consec-

cutivos hasta la fecha.

3. MUESTREO DE RAICES.

Las raíces se extrajeron de plantas próximas a llegar a su inflorescencia y de la base de las mismas se extrajo un volumen de suelo de forma cilíndrica de 20 y 30 centímetros de diámetro y altura respectivamente, de donde se recogieron todas las raíces funcionales y muertas. Se tomaron tres muestras por hectárea, el número de muestras simples por muestra compuesta dependió del número de hectáreas que tenía la sección muestreada. Las muestras fueron tomadas en zig-zag.

Las muestras de raíces fueron debidamente identificadas y conducidas en bolsas plásticas a el laboratorio del Departamento de Investigaciones Agrícolas de BANDEGUÁ.

4. PROCESAMIENTO DE MUESTRAS DE RAIZ EN EL LABORATORIO.

Las raíces fueron lavadas con agua de chorro a presión para ser liberadas del suelo adherido. De la muestra compuesta se separaron las raíces funcionales y muertas, en cada caso se determinó el peso y porcentaje respectivo con una balanza de torsión. Este porcentaje da un índice numérico sobre el estado cualitativo del sistema radical.

De la muestra compuesta se procedió con una cuchilla a cortar las raíces funcionales lavadas en trozos de un centímetro de largo. Una vez agrupados todos estos trozos se agitaron vigorosamente en una bolsa plástica para lograr una adecuada homogenización. Se pesaron sub-muestras de 25 g. exactos de estos trozos de raíz fundional.

Cada sub-muestra se maceró en 200 cc de agua en una licuadora de altas revoluciones por espacio de diez segundos. Los nemátodos fueron extraí

dos de este material licuado de acuerdo al método directo de Loegering y Taylor con ciertas modificaciones, según A. Vilardebó (16). Se utilizó un juego de cuatro tamices tipo V.S. standard, números 30, 100 y dos de 325 mesh. Acorde al método, los nemátodos se obtuvieron del tamíz de 325 mesh. La suspensión de nemátodos se trasladó a una probeta de 500 cc, cuando la lectura no se hizo inmediatamente, se conectaba la probeta a una bomba de aireación; al momento de hacer la lectura, se aforó la suspensión a 500 cc, se agitó vigorosamente con las manos y se extrajo una alícuota de 2 cc que fué introducida a una camarita de vidrio acrílico con un volumen de 2 cc marcado, donde se contaron con la ayuda del microscopio los biotipos cola-redonda y cola puntiaguda de Rodopholus similis presentes en el volumen de 2 cc. Las poblaciones de biotipos de R. similis fueron expresadas en número de especímenes en 100 g de raíz.

5. DETERMINACION DE LA PROPORCION DE BIOTIPOS (COLA PUNTIAGUDA/COLA REDONDA) DE Rodopholus similis.

Una vez aforada a 500 cc y agitada la suspensión de nemátodos R. similis, se tomaron alícuotas de 2 cc, se extrajeron con la ayuda del estereoscopio especímenes hembras que, posteriormente se identificaron los respectivos biotipos al microscopio, determinando la proporción promedio de biotipos cola puntiaguda/cola redonda, realizando cinco lecturas por finca bajo estudio.

6. DETERMINACION DE LA POSIBLE RESISTENCIA DE LOS BIOTIPOS DE R. similis AL FENAMIPHOS.

Se considera que después de siete años consecutivos de aplicar Fenamiphos en plantaciones bananeras de la Costa Atlántica del país, los biotipos de R. semilis han desarrollado poblaciones resistentes al mismo; para poner a prueba esta hipótesis se siguió la metodología como sigue:

el diseño experimental utilizado fue un factorial 3 x 2 x 4 con arreglo de bloques al azar con tres repeticiones. Este se condujo en el laboratorio del Departamento de Investigaciones Agrícolas de BANDEGUA.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{(ijkl)} = U + B_{(i)} + A_{(j)} + B_{(k)} + C_{(l)} + AB_{(jk)} + AC_{(jl)} + BC_{(kl)} + ABC_{(jkl)} + E_{(ijkl)}.$$

i = 1, 2, 3. Bloque del 1 al 3.

j = 1, 2, 3. Tres niveles del factor A (fincas)

k = 1, 2. Dos niveles del factor B (biotipos).

l = 1, 2, 3, 4. Cuatro niveles del factor C (Fenamiphos).

Donde:

$Y_{(ijkl)}$ = Variable respuesta asociada a la jkl-esima unidad experimental.

U = Efecto de la media general.

$B_{(i)}$ = Efecto del i-esimo bloque

$A_{(j)}$ = Efecto del j-esimo nivel del factor A

$B_{(k)}$ = Efecto del k-esimo nivel del factor B

$C_{(l)}$ = Efecto del l-esimo nivel del factor C

$AB_{(jk)}$ = Interacción del j-esimo nivel del factor A con el K-esimo nivel del factor B

$AC_{(jl)}$ = Interacción del j-esimo nivel del factor A con el l-esimo nivel del factor C

$BC_{(kl)}$ = Interacción del k-esimo nivel del factor B con el l-esimo nivel del factor C

$ABC_{(jkl)}$ = Interacción del j-esimo nivel del factor A, con el k-esimo nivel del factor B, con el l-esimo nivel del factor C

$E_{(ijkl)}$ = Error experimental asociado a la ijkl-esima unidad experimental.

Los tratamientos evaluados se seleccionaron de la siguiente manera:

FACTORES		NIVELES
FINCAS	(A).....:.....	A_1 - Eskimo A_2 - Choctaw A_3 - Lanquín
BIOTIPOS	(B).....	B_1 - Cola puntiaguda B_2 - Cola redonda
FENAMIPHOS	(C).....	C_1 - 00 ppm de i.a. C_2 - 15 ppm de i.a. C_3 - 30 ppm de i.a. C_4 - 60 ppm de i.a.

La solución madre de 1,000 ppm de Fenamiphos se preparó como sigue: en un beaker de 100 cc se agregaron 10 g de Namacur 10 G que se disolvieron en 50 cc de ethanol al 96% durante 10 minutos para separar el material técnico (i.a.) de la materia inerte (piedra pómez). El ethanol más el material técnico de Fenamiphos se decantó en un erlenmeyer de

1,000 cc pasando a través de un disco de papel filtro Whatman No. 1. La piedra pómez se lavó cinco veces con agua destilada, utilizando cada vez 100 cc, agitando y decantando el erlenmeyer que contiene la solución ethanol más Fenamiphos. Después de lavar cinco veces la piedra pómez se descartó. En una matraz, el que se aforó a 1,000 cc, con lo que se obtuvo la solución madre final de 1,000 ppm de i.a.

La solución madre se fechó y guardó en refrigeración a 3 - 4°C. Para la preparación de las diluciones a 15, 30 y 60 ppm de i.a., se tomaron 1.5, 3 y 6 cc de la solución madre en 100 cc de agua destilada.

Cada unidad experimental estaba constituida por un erlenmeyer de 125 cc, conteniendo 100 cc de cada solución de Fenamiphos a evaluar.

Los especímenes de cada biotipo de R. similis se obtuvieron de una suspensión de nemátodos distribuida en embudos de Baermann para obtener los móviles, éstos se colocaron en número de 50 en 100 cc con la correspondiente concentración de Fenamiphos, donde permanecieron durante 24 horas bajo condiciones de temperatura ambiental. Después de este período de exposición, los nemátodos fueron observados al microscopio para realizar las correspondientes lecturas.

Las variables respuesta medidas fueron: número de especímenes muertos y vivos de cada biotipo.

7. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA Y PATOGENICA DE R. similis EN BANANO PREVIAMENTE EXPUESTOS A FENAMIPHOS.

Con el objeto de determinar la capacidad reproductiva y patogénica de R. similis en banano, previamente expuestos a diferentes concentraciones de Fenamiphos, se hizo un ensayo en el invernadero del Departamento de Investigaciones Agrícolas de BANDEGUA, utilizando para ello plantas de banano obtenidas a partir de cultivo de meristemos procedentes de

Costa Rica. El diseño experimental utilizado fué completamente al azar de cuatro tratamientos y con cinco repeticiones. El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{(ij)} = U + T_{(i)} + E_{(ij)}$$

$i = 1, 2, 3, 4$. Cuatro niveles del factor A (Fenamiphos)

$j = 1, 2, 3, 4, 5$. Cinco repeticiones.

Donde:

$Y_{(ij)}$ = Variable respuesta asociada a la ij -ésima unidad experimental.

U = Efecto de la media general

$T_{(i)}$ = Efecto del i -ésimo tratamiento

$E_{(ij)}$ = Efecto del error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

Los tratamientos evaluados fueron:

A_1 = 00 ppm de Fenamiphos

A_2 = 15 ppm de Fenamiphos

A_3 = 30 ppm de Fenamiphos

A_4 = 60 ppm de Fenamiphos

Se utilizaron macetas de forma cónica de 17 x 12 x 15 cm. de diámetros y altura respectivamente, cada maceta constituye una unidad experimental, el suelo de textura franca se desinfectó previamente con Bromuro de Metilo a razón de 0.45 Kg/m³ de suelo, con un período de exposición de 48 horas, después del cual se aireó por cinco días para eliminar los residuos del producto.

Con el objeto de obtener poblaciones de nemátodos que nunca hubiesen sido expuestas a Fenamiphos, se tomaron muestras de raíz de la Sección C-5 de finca Eskimo. Las raíces fueron lavadas, cortadas, licuadas y puestas en embudos de Baermann y 24 horas después fueron extraídos solo nemátodos activos y se efectuó el recuento. En un beaker de 100 cc se preparó una suspensión de 12,800 especímenes de R. similis de la cual se tomaron alícuotas con poblaciones distribuídas equitativamente en cuatro beakers, donde fueron expuestos durante 24 horas en las concentraciones de 15, 30 y 60 ppm de Fenamiphos. Para ello, al respectivo beaker se le agregó la cantidad necesaria de solución Stock a 1000 ppm de i.a. para lograr la concentración deseada; como tratamiento testigo se utilizó agua destilada. Después del tiempo de exposición se separaron los nemátodos de la solución de Fenamiphos utilizando el tamíz de 325 mesh donde se lavaron y se trasladaron a otro beaker. Las plantas de banano se inocularon 120 días después de haber sido transplantadas a las macetas con una densidad de inóculo de 800 especímenes de R. similis por unidad experimental. Noventa días después de la inoculación se extrajeron las plantas cuidadosamente de cada maceta a las que se les determinó la densidad de población de R. similis, así como el peso de raíz funcional y muerta.

Se efectuó análisis de varianza para los parámetros estudiados: densidad de población, peso de raíz funcional y muerta.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

1. DETERMINACION DE LA PROPORCION DE BIOTIPOS COLA PUNTIAGUDA/COLA REDONDA DE R. similis.

En las tres fincas estudiadas predomina la variante morfológica cola puntiaguda (cuadro 1), ésto coincide con los estudios realizados por Tarté, R. et al. (15), quienes reportan que poblaciones de nemátodos R. similis procedentes de Guatemala, Honduras y México mostraron la frecuencia más alta de cola puntiaguda, asimismo, está correlacionado con la sugerencia de Edwards y Wehun (13), quienes indican que la variante morfológica cola puntiaguda es menos patogénica que la cola redonda, puesto que en las fincas estudiadas se encontró un 3% de raíz muerta, valor que es sumamente bajo si se compara con el obtenido en países donde predomina el biotipo cola redonda, tal es el caso de la Costa Atlántica de Costa Rica, donde el porcentaje de raíz muerta llega hasta un 20%, con la misma población de nemátodos por unidad de peso de raíz.

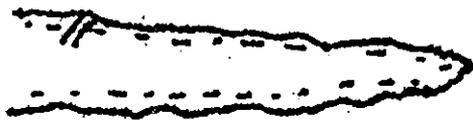
2. RESISTENCIA DE LOS BIOTIPOS DE R. similis A FENAMIPHOS.

Los cuadros 2, 3 y 4 muestran que en la variante morfológica cola redonda, el porcentaje de mortalidad casi siempre fué menor en todas las concentraciones, no importando la procedencia de los nemátodos.

En todos los tratamientos, a medida que se incrementó la concentración de Fenamiphos, disminuyó la actividad de los nemátodos, sin embargo, no siempre se incrementó el porcentaje de especímenes muertos. En el testigo, los nemátodos presentaron gran movilidad, mientras que en las concentraciones de 15, 30 y 60 ppm de Fenamiphos, los nemátodos mostraron un efecto nematostático, 24 horas después de haber estado expuesto a la concentración del producto nematicida, y que los mismos permanecían inmóviles y se activaron al recibir la luz del microscopio, así como con el estímulo táctil. Con lo anterior se aseguró que los especímenes estu

Cuadro 1. Proporción de biotipos cola puntiaguda (C.P.)/cola redonda (C.R.) de R. similis de las fincas bajo estudio.

FINCA	DISTRITO	PROPORCION C.P./C.R.
Eskimo	Productores Asociados	4.00 : 1
Choctaw	Motagua	4.29 : 1
Lanquín	Bobos	5.42 : 1



Cola redonda



Cola puntiaguda

Figura No. 2: Biotipos de nemátodos Rodopholus similis

Cuadro 2. Porcentaje de nemátodos R. similis vivos después de estar expuestos 24 horas en diferentes concentraciones de Fenamiphos procedentes de la finca Eskimo donde nunca se ha aplicado nematicida.

ppm (i.a.)	BIOTIPO	R E P E T I C I O N		
		I	II	III
00	C.P.	100	95	100
	C.R.	100	100	100
15	C.P.	92	92	100
	C.R.	100	83	100
30	C.P.	94	100	97
	C.R.	100	100	100
60	C.P.	88	92	97
	C.R.	100	100	93

Cuadro 3. Porcentaje de R. similis vivos después de estar espuestos 24 horas en diferentes concentraciones de Fenamiphos procedentes de la finca Choctaw donde se aplicó Fenamiphos durante cinco años consecutivos y se dejó de aplicar en 1983.

ppm (i.a.)	BIOTIPO	R E P E T I C I O N		
		I	II	II
00	C.P.	98	100	100
	C.R.	100	100	100
15	C.P.	100	97	92
	C.R.	100	100	100
30	C.P.	100	100	95
	C.R.	100	100	100
60	C.P.	96	94	100
	C.R.	100	100	100

Cuadro 4. Porcentaje de R. similis vivos después de estar expuestos 24 horas en diferentes concentraciones de Fenamiphos procedentes de la finca Lanquín donde se ha venido aplicando Fenamiphos por siete años consecutivos a la fecha.

ppm (i.a.)	BIOTIPO	R E P E T I C I O N		
		I	II	III
00	C.P.	100	96	97
	C.R.	100	100	100
15	C.P.	100	100	96
	C.R.	100	100	100
30	C.P.	97	97	97
	C.R.	100	100	100
60	C.P.	94	97	97
	C.R.	100	100	100

biesen muertos.

El análisis de varianza para el porcentaje de R. similis vivos luego de estar expuestos a diferentes concentraciones de Fenamiphos (cuadro 5), salió significativo para los biotipos, según los promedios de sobrevivencia obtenidos de 96,86% para cola puntiaguda y 99.33 para cola redonda, ésto significa que las poblaciones de Radopholus similis del biotipo cola redonda mostraron menos susceptibilidad a Fenamiphos bajo condiciones de laboratorio, independientemente de la procedencia de las poblaciones de nemátodos y concentración del producto.

La falta de significancia en la sobrevivencia de las poblaciones de R. similis procedentes de áreas tratadas con Fenamiphos por siete años consecutivos, comparadas con las procedentes de áreas nunca expuestas a este producto, indican la ausencia de resistencia al mismo. Por lo que la pérdida de eficacia de Fenamiphos en reducir las poblaciones de R. similis en el campo podría deberse a la biodegradación por poblaciones de microorganismos hacia los cuales se ha ejercido una presión de selección como consecuencia del uso continuado de este producto en esta zona bananera; esto coincide con lo reportado por Read, D.C. (9), quien ha encontrado resistencia de nemátodos al grupo de nematocidas no-fumigantes como Fenamiphos, Carbofuran y Oxamyl, asociado con la biodegradación de los productos.

3. CAPACIDAD REPRODUCTIVA Y PATOGENICIDAD DE R. similis EN PLANTAS PROCEDENTES DEL CULTIVO DE MARISTEMOS PREVIAMENTE EXPUÉSTOS POR 24 HORAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE FENAMIPHOS.

El ANDEVA para la densidad de población de R. similis (cuadro 6), indica que con el 95% de confianza hubo diferencia significativa entre los tratamientos estudiados y al hacer la prueba de comparación de medias se determinó que solamente en el testigo, sin Fenamiphos, los nemátodos se multiplicaron significativamente, puesto que la población promedio

TEMA
1

obtenida correspondió aproximadamente 17 veces a la cantidad inoculada. Este resultado que coincide con lo indicado por Murray, D.S. (7), quien manifiesta que una población de nemátodos bajo condiciones adecuadas se puede multiplicar hasta cinco veces en un mes. En el resto de tratamientos, en los que los nemátodos fueron expuestos a Fenamiphos, se comportaron estadísticamente iguales, con una tasa de reproducción de 0.38, 0.25 y cero veces con respecto a la cantidad de nemátodos inoculados, para los tratamientos de 15, 30 y 60 ppm de Fenamiphos respectivamente. Asimismo, los resultados del análisis de varianza para el peso de raíz funcional (cuadro 8), revelaron que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, sin embargo, el valor promedio de raíz funcional más bajo, se obtuvo en el testigo; en cambio el ANDEVA para el peso de raíz muerta (cuadro 9), indica que la diferencia del peso de raíz muerta es significativamente mayor en el testigo respecto a los tratados con Fenamiphos, como consecuencia del daño ocasionado por las altas poblaciones de nemátodos.

De los resultados anteriores se deriva que, los nemátodos no mueren, sino sólo reducen su movilidad y/o metabolismo al ser expuestos a las diferentes concentraciones de Fenamiphos y no se reproducen en la misma proporción, ya que las mayores poblaciones se obtuvieron cuando los nemátodos sólo se expusieron en agua.

VII. CONCLUSIONES

1. En las fincas estudiadas: Eskimo, Choctaw y Lanquín, predominó la variante morfológica cola puntiaguda y el rango proporcional fue de 4:1 a 5.42:1.
2. Bajo condiciones de laboratorio los biotipos cola redonda y cola puntiaguda mostraron el 99.33% y 96.86% de sobrevivencia respectivamente y el biotipo cola redonda mostró menos susceptibilidad a Fenamiphos.
3. Las poblaciones de Radopholus similis estudiadas no mostraron resistencia a Fenamiphos.
4. La capacidad reproductiva y patogénica de Radopholus similis se incrementó 17 veces en el testigo y se redujo a 0.38, 0.25 y 0 veces cuando fueron expuestos a las concentraciones de 15, 30 y 60 ppm de Fenamiphos respectivamente.

VIII. RECOMENDACION

Debido a la pérdida de eficacia de Fenamiphos (nemacur) para controlar las poblaciones de Radopholus similis, fenómeno que se está observando en plantaciones bananeras de la costa atlántica del país de Guatemala y ante la ausencia de resistencia de R. similis a Fenamiphos, hace suponer la existencia del fenómeno de biodegradación del producto en el suelo. Esto sugiere la conveniencia de evaluar la eficacia de otros nematicidas no fumigantes en el control de R. similis en banano; esta evaluación deberá incluir una estrategia de alternancia de estos productos, con el objeto de reducir la probabilidad de biodegradación, como consecuencia del uso continuado de un sólo producto.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, J.P. 1985. Que hacemos frente al problema de la biodegradación de nematocidas no fumigantes en el suelo. In Reunión Anual Acorbat (8., 1985, Santa Marta, Colombia). Informe. Colombia, Acorbat. p. 42-44.
2. FIGUEROA, M.A. 1978. Estado y alcance de la actividad investigativa en nemátodos fitoparásitos y su control. In Reunión Anual UPEB (1., 1978, Palmira, Colombia). Informe. Colombia, UPEB. p. 18-21.
3. GIRON CASTAÑEDA, L.H. 1979. Efecto de los nemátodos fitoparasíticos sobre la producción del plátano (Musa paradisiaca L.) en la zona de Cayuga Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 75 p.
4. GUATEMALA. INSTITUTO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. s.f. Tarjetas de control de estaciones meteorológicas, 1979-1984, Rebién Izabal. s.n.t.
5. _____ . INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1972. Atlas geográfico nacional. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1227 p.
6. MOLINA, C. 1984. Uniformidad de métodos de Research. Costa Rica, BANDECO, Sección de Nematología. 8 p.
7. MURRAY, D.S. 1984. Reproducción de nemátodos. Costa Rica, BANDECO, Sección de Nematología. 6 p.
8. PEREZ CONTRERAS, L.E. 1975. Identificación de las especies de nemátodos asociados al cultivo de banano (Musa sapientum L.) y otras musáceas en la zona de Morales y Entre Ríos departamento de Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
9. READ, D.C. 1987. Greatly accelerated microbial degradation of aldicarb re-treated field soil, in flooded soil, an in water. Journal Economical Entomological (EE.UU.) no. 80:156-163.
10. REYES C., P. 1984. Diseño de experimentos aplicados. México, Trillas. 344 p.
11. RIVAS, X.Y.; ROMAN, J. 1981. Caracterización de una población de R. similis de Puerto Rico mediante estudios biológicos, morfológicos y citológicos. Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico, Colegio de Ciencias Agrícolas. 112 p.

12. SIMMONS, C.; TARANO, J.; PINTO, J. 1959. Clasificación de reconocimien to de los suelos de la república de Guatemala. Traducción por Pedro Tiraño Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
13. TARTE, R. 1979. Morpholigal observations on some pathogenic variants of Rafopholus similis. In Reunión Anual Acorbat (2., 1979, Cali, Co lombia). Informe. Colombia, Acorbat. p. 184-188.
14. _____; PINOCHET, J. 1981. Problemas nematológicos del banano, con tribuciones recientes a su conocimiento y combate. In Reunión Anual UPEB (4., 1981, Panamá). Informe. Panamá, UPEB. p. 22-25.
15. _____; et al. 1981. Diferences in population increase, host prefe rences and frequency of morphological variants among isolates of the banana race of Radopholus similis. Nematrópica (EE.UU.) no. 80: 43-52.
16. TAYLOR, A.; LOEGERING, W. 1960. Nematodes associated with lessions of abaca. Turrialba, C.R. University of Costa Rica. Serial Agricul ture no. 5. 25 p.
17. TOLLEFSON, J. 1986. Why soil insecticidal immunity. Solutions (EE.UU.) Jan. 1986:48-55.
18. YAMASHITA, T. 1985. Field resistence to nonfumigant nematicides. Uni versity of California. Division of Nematology no. 12. 22 p.

Vo. Bo.

Pattuelle



X. ANEXO

BIBLIOTECA NACIONAL
Biblioteca Central

Cuadro 5. ANDEVA para el porcentaje de nemátodos Radopholus similis vivos después de estar expuestos por 24 horas a diferentes concentraciones de Fenamiphos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _C	F ₀₅
Bloques	2	8.11	4.06	0.43	3.23
Tratamientos	23	328.99	14.30	1.53	1.79
Fincas	2	53.58	26.79	2.86	3.23
Biotipos	1	110.01	110.01	11.74*	4.08
Concentraciones	3	57.82	19.27	2.06	2.84
Fincas X Biotipo	2	8.48	4.24	0.45	3.23
Fincas X Concentraciones	6	67.08	11.18	1.19	2.34
Biotipo X Concentraciones	3	21.38	7.13	0.76	2.84
Finca X Biotipo X Concentraciones	6	10.64	1.77	0.19	2.34
Error	46	431.22	9.37		
TOTAL	71	768.32	10.82		

Cuadro 6. Análisis de varianza para cantidad de R. similis previamente expuestos a diferentes concentraciones de Fenamiphos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F ₀₅
Tratamientos	3	707.54	253.84	8.71 *	3.24
Error	16	432.90	27.06		
TOTAL:	19	1140.44			

Cuadro 7. Prueba de Tukey para la cantidad de R. similis en miles/100 g de raíz previamente expuestos a diferentes concentraciones de Fenamiphos.

CONCENTRACIONES DE FENAMIPHOS (ppm)	\bar{X}
00	14.40 a
15	1.10 b
30	1.00 b
60	0.00 b

Tratamientos con la misma literal son iguales estadísticamente con el 5% de significancia.

Cuadro 8. ANDEVA para el peso de raíz funcional de plantas de banano inoculadas con R. similis previamente expuestas a diferentes concentraciones de Fenamiphos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F ₀₅
Tratamientos	3	96.31	32.44	1.40 ^{NS}	3.24
Error	16	370.77	23.17		
TOTAL	19	467.08			

Cuadro 9. Análisis de varianza para peso de raíz muerta en plantas de banano inoculadas con R. similis previamente expuestos a diferentes concentraciones de Fenamiphos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F ₀₅
Tratamientos	3	14.38	4.79	4.52*	3.24
Error	16	17.04	1.06		
TOTAL:	19	31.41			

Cuadro 10. Prueba de Tukey para el peso de g de raíz muerta en plantas de banano inoculadas con *R. similis* previamente expuestas a diferentes concentraciones de Fenamiphos.

CONCENTRACIONES DE FENAMIPHOS (ppm)	\bar{X}	
00	2.00	a
60	0.14	b
15	0.00	b
30	0.00	b

Tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales con el 5% de significancia.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Numero 28 de abril de 1928

"IMPRIMASE"



ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
DECANO