

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)
SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE
ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION Y FRECUENCIA DE
FITONEMATODOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE MELON
(Cucumis melo L) Y EVALUACION DE TACTICAS
PARA COMBATIR Meloidogyne incognita (KOFOID & WHITE)
(CHITWOOD) EN LA REGION DE AZUERO, PANAMA.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico
Académico del Programa de Estudios de Posgrado en
Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del
Centro Agronómico Tropical de Investigación y
Enseñanza, para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

POR

JUAN MANUEL POVEDA GUEVARA

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica

1991

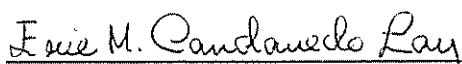
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:



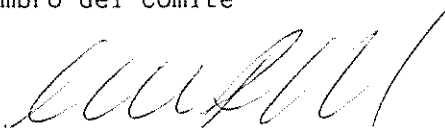
Nahúm Marbán M., PhD.
Profesor Consejero



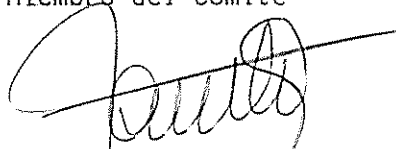
Eric Candanedo L., PhD.
Miembro del Comité



Nidia Morera, MSc.
Miembro del Comité



Carlos Ramírez, PhD.
Miembro del Comité



Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.
Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado

Dr. José Luis Parisí
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Candidato

DEDICATORIA

A los queridos autores de mis días	Elvecia Guevara Juan N. Poveda Por haberme inducido a la instrucción
A mi abuela	Ana María Guevara (q.e.p.d.) Por su ejemplo y apoyo
A mi adorable esposa	Rebeca Por su amor y solidaridad
A mi futuro hijo	Por inspirarme superación
A mis hermanos	Martha Isaura Por el cariño brindado
A mis tíos	Nivia Hilda Elsy Ruth Rafael (q.e.p.d.) Armando Tomasa Isaura Eleuterio Magna Eduardo Por su fraternidad permanente
A mi país	Que anhela una verdadera soberanía
A Jesús Nazareno de Atalaya	Por guiarme por los senderos del bien
A mis amigos verdaderos	Por brindarme su valiosa y desinteresada amistad.

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos:

Al Profesor Consejero, Dr. Nahúm Marbán M., por su gran colaboración.

A los miembros del Comité Asesor: Dr. Carlos Ramírez, MSc. Nidia Morera y en especial al Dr. Eric Candanedo por sus valiosos consejos y recomendaciones.

Al Gobierno de Panamá por haber apoyado mi superación técnica, en especial al Ministerio de Desarrollo Agropecuario por el apoyo presentado en la realización del presente trabajo.

Al Gobierno de Inglaterra que por intermedio de la Agencia O.D.A. (Overseas Development Administration) financió mis estudios.

Al CATIE por haberme permitido el ingreso al Programa de Estudios de Maestría y adquirir nuevos conocimientos.

Al IDIAP por su excelente cooperación, en especial a la Unidad de Cómputo y al personal del Laboratorio de Toxicología por el oportuno apoyo brindado.

A todas aquellas personas e instituciones que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo.

BIOGRAFIA

El autor nació el 22 de octubre de 1960, en la ciudad de Santiago de Veraguas, Panamá.

Cursó estudios secundarios en el Instituto Urracá, obteniendo el título de Bachiller en Ciencias en 1978.

En 1979 ingresa a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Panamá, en la Provincia de Chiriquí, obteniendo el título de Licenciado en Ingeniería Agronómica en marzo de 1984.

En 1985 empieza a laborar en el Ministerio de Desarrollo Agropecuario, logrando desempeñarse como Jefe del Programa Nacional de Leguminosas, Jefe del Programa Nacional de Granos Básicos y Coordinador Nacional de Sanidad Vegetal en el cual labora actualmente.

En septiembre de 1988 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado y Capacitación del CATIE, y obtuvo en febrero de 1991 el grado de Magister Scientiae con especialización en fitoprotección.

INDICE

	Pág.
RESUMEN.....	vi
SUMMARY.....	vii
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
ANEXOS.....	x
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos.....	2
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades del cultivo de melón.....	3
2.2. Generalidades del género <i>Meloidogyne</i>	5
2.2.1. Historia y distribución.....	5
2.2.2. Clasificación.....	6
2.2.3. Biología.....	7
2.2.4. Hospederos.....	7
2.3. Antecedentes.....	8
2.4. Problemática del uso de nematicidas.....	15
2.4.1. Determinación de residuos de nematicidas...17	
3. MATERIALES Y METODOS	19
3.1. Descripción y localización del experimento.....	19
3.2. Evaluación de diferentes tácticas para el combate. del nematodo agallador <i>Meloidogyne incognita</i> en el cultivo de melón.....	21
3.2.1. Establecimiento del experimento.....	21
3.2.2. Descripción de los tratamientos.....	23
3.2.3. Descripción de la unidad experimental.....	25
3.2.4. Diseño experimental.....	25
3.2.5. Siembra del experimento.....	26
3.2.6. Manejo del experimento.....	26
3.2.7. Variables evaluadas.....	28
3.2.7.1. Población de nematodos en el suelo.....	28

3.2.7.2. Índice de agallamiento.....	29
3.2.7.3. Calidad de fruta.....	30
3.3. Análisis de residuos de productos nematicidas de acción sistémica.....	30
3.4. Determinación de la distribución y frecuencia de nematodos, asociados al cultivo de melón en la Región de Azuero, Panamá.....	31
4. RESULTADOS Y DISCUSION	33
4.1. Evaluación de diferentes tácticas para el combate del nematodo agallador <u>Meloidogyne incognita</u> en el cultivo de Melón.....	33
4.1.1. Población de nematodos en el suelo.....	33
4.1.2. Índice de agallamiento.....	36
4.1.3. Calidad de fruto.....	39
4.1.4. Rendimiento.....	40
4.1.5. Análisis económico.....	44
4.1.5.1. Análisis de presupuesto parcial.....	46
4.1.5.2. Análisis de retorno marginal.....	47
4.2. Análisis de residuos de productos nematicidas de acción sistémica.....	48
4.3. Determinación de la distribución y frecuencia de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de melón en la región de Azuero, Panamá.....	50
5. CONCLUSIONES	55
5.1. Conclusiones 1.....	55
5.2. Conclusiones 2.....	56
5.3. Conclusiones 3.....	56
6. RECOMENDACIONES.....	58
7. BIBLIOGRAFIA	60
8. ANEXOS.....	65

POVEDA, J.M. 1991. Determinación de la distribución y frecuencia de fitonematodos asociados al cultivo de melón (Cucumis melo L.) y evaluación de tácticas para combatir a Meloidogyne incognita (KOFOID & WHITE,) (CHITWOOD,) en la Región de Azuero. Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 79 p.

Palabras Claves: Frecuencia, distribución, nematodos, melón, enmiendas, nematicidas, acolchado, solarización, análisis de residuos.

RESUMEN

Se evaluaron alternativas químicas y no químicas para el combate de Meloidogyne incognita en el cultivo de melón, en un suelo arcilloso infestado naturalmente. Se evaluó el efecto de la incorporación de residuos orgánicos, nematicidas granulados y coberturas plásticas negras y transparentes, como acolchado y solarización. Los resultados mostraron que todos los tratamientos de una manera u otra afectaron el libre establecimiento del nematodo. El índice de agallamiento fué reducido principalmente por la cachaza (10 TN/ha), los acolchados oscuros y el terbufos (2 Kg ia/ha). En cuanto al rendimiento, el acolchado con plástico negro fué el mejor tratamiento (1590 cajas/ha), seguido de plástico negro acolchado más gallinaza (1458 cajas/ha), plástico claro acolchado (1425 cajas/ha) y el terbufos (965 cajas/ha), siendo este último el tratamiento económicamente más rentable. El rendimiento resultó estar correlacionado negativamente con el índice de agallamiento.

Los frutos procedentes de los tratamientos químicos sistémicos (terbufos y carbofuran) fueron sometidos a análisis de residuos bajo el método de Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia ("HPLC"), no encontrándose niveles significativos en ambos casos.

Además, se muestrearon 25 localidades de la Región de Azuero, donde 12 géneros de nematodos fitoparásitos se encontraban asociados al cultivo de melón. Los géneros de nematodos (Meloidogyne spp, Pratylenchus spp, Helicotylenchus spp, Tylenchus spp, Xiphinema spp, Ditylenchus spp y Trichodorus spp fueron los más ampliamente distribuidos en la zona; siendo Meloidogyne spp el que se presentó con mayor frecuencia (84%). Los géneros de los nematodos menos frecuentes fueron Criconemoides spp, Rotylenchus spp, Aphelenchus spp, Aphelenchoides spp y Paratylenchus spp. Teniendo conocimiento de la Biología de Meloidogyne spp y observando su amplia distribución y frecuencia en la zona muestreada, se considera que es el nematodo más problemático en la zona.

POVEDA, J.M. 1991. Determination of the distribution and frequency of Plant nematodes associated to muskmelon (Cucumis melo L.) and evaluation of tactics for the control of Meloidogyne incognita (KOFOID & WHITE) (CHITWOOD) in the region of Azuero. Panamá. MSc Thesis, Turrialba, C.R. CATIE. 79 p.

Keywords: Frequency, distribution, nematodes, muskmelon, amendments, nematicides, quilt, solarization, chemical residual analysis.

ABSTRACT

We evaluated chemical and non-chemical alternatives for the control of Meloidogyne incognita in muskmelon, at a naturally infected clay soil. The effect of the incorporation of organic residues, granulated nematicides, black and clear plastic covers as quilt and solarization were evaluated. The results showed that all the treatments affected the establishment of the nematode. The gall index was reduced principally by the "Cachaza" (sugar cane residues) (10 tn/ha), the black quilt and terbufos (2 kg ia/ha). In relation to yield, black quilt was the best treatment (1590 boxes/ha), followed by black quilt plus hen residues (1458 boxes/ha), clear plastic quilt (1425 boxes/ha) and terbufos (965 boxes/ha), being the last one the most profitable treatment. The yield was negatively related to the gall index.

Melons obtained from treatments with systemic chemical (terbufos and carbofuran) were subjected to residual analysis by High Power Liquid Chromatography (HPLC). No significant level were found in either case. We also sampled 25 localities in Azuero region. Twelve genera of plant nematodes were found associated with muskmelon. The most common genera were: (Meloidogyne, Pratylenchus, Helicotylenchus, Tylenchus, Xiphinema, Ditylenchus and Trichodorus). The most frequent was Meloidogyne (84%). The less frequent genera were: Criconemoides, Rotylenchus, Aphelenchus, Aphelenchoides and Paratylenchus. Knowing Meloidogyne biology and showing its wide distribution in the zone, we consider that this is the most problematic nematode of the regions.

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1	Demanda en Kg de nematicidas en Panamá.....15
Cuadro 2	Tratamientos evaluados para el control de <u>Meloidogyne incognita</u> en el cultivo del melón Honey Dew de exportación, en El Torno, Santa María, Panamá, 1990.....22
Cuadro 3	Sistema del índice de agallamiento para <u>M. incognita</u> , propuesto por Taylor y Sasser, 1978.....29
Cuadro 4	Distritos, comunidades y número de productores muestreados en la región de Azuero, Panamá, 1990.....32
Cuadro 5.	Efecto de tratamientos sobre la fluctuación poblacional de segundos estadios juveniles (Por 100 g de suelo) de <u>M. incognita</u> en el cultivo de melón cv "Honey-Dew", en El Torno, Santa María, Panamá, 1990.....34
Cuadro 6.	Efecto de los tratamientos sobre el índice de agallamiento en raíces de melón "Honey-Dew" inducidos por <u>M. incognita</u> en el Torno, Santa María, Panamá, 1990.....37
Cuadro 7.	Rendimientos medios (frutos/ha) por categoría de frutos de Melón (Var. Honey-Dew, sembrados en un suelo infestado con <u>M. incognita</u> , bajo diferentes tratamientos en Azuero, Panamá. 1990.....40
Cuadro 8.	Efecto de tratamientos en el rendimiento del cultivo de melón (Var. Honey-Dew) cultivado en un terreno infestado de <u>M. incognita</u> en El Torno, Santa Marta, Panamá. 1990.....42
Cuadro 9	Presupuesto parcial para tratamientos evaluados en el control <u>M. incognita</u> en el cultivo de melón en El Torno, Santa María, Panamá, 1990.....45
Cuadro 10	Análisis de dominancia de tratamientos evaluados para el control de <u>M. incognita</u> en el cultivo de melón, en El Torno, Santa María, Panamá, 1990.....47
Cuadro 11	Análisis marginal de beneficios netos de los tratamientos evaluados para el control de <u>M. incognita</u> en el cultivo de melón, en El Torno, Santa María, Panamá, 1990.....48
Cuadro 12	Distribución, frecuencia y densidad máxima poblacional de fitonematodos en muestras de suelos de 9 distritos de la región de Azuero, Panamá.....53

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura #1 Posición geográfica de la región de Azuero, en la República de Panamá.....	20
Figura #2 Efecto de los tratamientos sobre el índice de agallamiento en el cultivo de melón.....	38
Figura #3 Efecto de los tratamientos sobre la producción (No./Ha) de frutos totales y de diferentes categorías.....	41
Figura #4 Posición geográfica de los distritos de la región de Azuero y distribución de los sitios de muestreo.....	51

ANEXOS

	Pág.
A1. Toxicidad aguda de los nematicidas empleados en Panamá.....	66
A2. Composición química de la cachaza, utilizada para combatir <u>Meloidogyne incognita</u> en el cultivo de melón en Panamá 1991.....	67
A3. Componentes químicos de la Gallinaza de pollos de engorde, utilizada para el combate de <u>M. incognita</u> en el cultivo del melón. Santa María, Panamá.....	67
A4. Análisis de suelo, El Torno (El Rincón), Santa María-Herrera, Panamá. 1990.....	68
A5. Número de productores, superficie y producción de melón en la Región de Azuero en el año agrícola 1989-1990.....	68
A6. Análisis de varianza de la población inicial de <u>M. incognita</u> asociada al melón, en El Torno, Santa María, Panamá ¹	69
A7. Análisis de varianza de la población de <u>M. incognita</u> , asociada al cultivo de melón, 37 días después de la siembra en El Torno, Santa María, Panamá ¹	69
A 8. Análisis de varianza de la población de <u>M. incognita</u> asociada al cultivo de melón, 71 días después de la siembra, en El Torno, Santa María, Panamá. ¹	70
A9. Efecto de los tratamientos sobre la fluctuación poblacional (Por 100 gr de suelo) de otros nematodos fitoparásitos en el cultivo de melón, en El Torno, Santa María, Panamá, 1990.	70
A10. Análisis de varianza del índice de agallamiento en el cultivo de melón, 82 días después de la siembra, en El Torno, Santa María, Panamá, 1990.....	71
A11. Análisis de varianza para la calidad óptima de frutos de melón, en El Torno, Santa María, Panamá.....	71
A12. Análisis de varianza para la buena calidad de frutos de melón, en El Torno, Santa María, Panamá.....	72
A13. Análisis de varianza para la calidad regular de frutas de melón, en El Torno, Santa María, Panamá.....	72

- A14. Análisis de varianza para efecto de tratamientos sobre el rendimiento del cultivar de melón Honey Dew, en El Torno, Santa María, Panamá.....73
- A15. Porcentaje de rechazo de melones por tratamiento (En base al número total de frutos).....73
- A16. Presupuesto parcial para tratamientos evaluados en el control de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del melón, El Torno, Santa María, Panamá, 1990. Análisis de sensibilidad precio máximo pagado por caja exportable.....74
- A17. Presupuesto parcial para tratamientos evaluados en el control de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del melón, El Torno, Santa María, Panamá, 1990. Análisis de sensibilidad precio mínimo pagado por caja exportable.....75
- A18. Análisis marginal de beneficios netos de los tratamientos evaluados para el control de *M. incognita* en el cultivo de melón, con un precio máximo. El Torno, Santa María, Panamá. 1990.....76
- A19. Análisis marginal de beneficios netos de los tratamientos evaluados para el control de *M. incognita* en el cultivo de melón, con un precio mínimo. El Torno, Santa María, Panamá. 1990.....76
- A20. Géneros de nematodos encontrados en 100 grs por localidades en la Región de Azuero, Panamá, 1990.....77
- A21. Costo de producción de 1 Ha de melón, El Torno, Santa María, Panamá. 1990.....78
- A22. Composición química de la cachaza. Promedio de 13 empresas azucareras en La Habana, Cuba.....79

1. INTRODUCCION

El melón (Cucumis melo L.) es la cucurbitácea de mayor importancia económica en Panamá, por su alto potencial como rubro de exportación. Para 1988, se sembraron 1619 hectáreas que generaron cerca de 120,000 empleos y entradas al país en concepto de divisas por un valor aproximado de cuatro millones de dólares (36). Existen varios factores limitantes en la producción del cultivo; entre otras destacan las plagas y enfermedades que ocasionan grandes pérdidas en campo e incrementan los costos de producción. De las enfermedades poco conocidas, pero no menos importantes destacan los nematodos fitoparásitos, particularmente cuando estos se encuentran asociados a otros microorganismos del suelo.

El nematodo agallador (Meloidogyne spp.) es conocido a nivel mundial como el que mayor daño ocasiona, sin embargo se desconoce la magnitud de pérdidas que en lo particular causa al cultivo del melón en Panamá.

Las medidas de combate comúnmente utilizadas, dependen fundamentalmente de la aplicación de nematicidas, sin que exista ningún fundamento previo sobre nematodos asociados al cultivo y soslayando el impacto en los consumidores y el medio ecológico. Por otro lado, es importante destacar que todos los nematicidas granulados no fumigantes disponibles en el mercado son de uso restringido y que bien podría prohibirse su venta en el mediano

plazo; tampoco se esperan nuevos nematicidas por lo extremadamente costoso de su desarrollo.

Debido a esto, se ha orientado la investigación a la búsqueda de alternativas para el manejo de enfermedades, tomando como base la manipulación del medio ecológico y las condiciones adversas a los patógenos, así como también el uso de productos de origen orgánico, cuya fuente la constituyen por lo general los desperdicios de procesos agroindustriales de gran disponibilidad en la mayoría de los países en vías de desarrollo.

El presente trabajo pretende conocer los fitonematodos asociados al cultivo de melón, así como también la búsqueda de posibles alternativas de combate, ante el alto costo de productos empleados (nematicidas) y la prohibición de los más eficaces.

Debido a lo expuesto anteriormente, se realizó la presente investigación que tuvo como objetivos:

1.1. OBJETIVOS

I. Comparar la eficacia relativa de tácticas, para combatir el nematodo agallador (Meloidogyne spp.) asociado al cultivo del melón en la región de Azuero.

II. Determinar residuos de nematicidas en la fruta del melón.

III. Determinar frecuencia y distribución de fitonematodos asociados al cultivo del melón, en la región de Azuero, Panamá.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DEL MELON

Se considera que el melón es originario de la India o de los desiertos Iraníes donde ya era conocido al comienzo de la era cristiana (28). Otros consideran su origen en las regiones tropicales y sub-tropicales de Africa (32, 2).

El género Cucumis pertenece a la subclase Dicotiledonea, orden cucurbitales y a la familia cucurbitácea.

Es una planta herbácea, tendida, provista de zarcillos, con los cuales se pueden hacer trepadoras. Las hojas son de tamaño variable, ásperas, redondeadas. La planta es monoica, o sea que tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta. Las flores femeninas sólo aparecen en las ramificaciones terciarias, en una planta que crece libremente (32).

Existen diferentes variedades botánicas las cuales se han clasificado de la siguiente manera:

ESPECIE	VARIEDAD	CARACTERISTICA
<u>Cucumis melo</u>	Cantalupensis	Cantalupe de Europa, melón con costillas prominentes y sin retículo
	Inodorus	Melón casaba o de invierno
	Flexucus	Melón serpiente
	Reticulatus	Falso cantaloupe Estados Unidos, melón reticulado
	Conomon	Melón oriental
	Chito	Melón mango o de jardín
	Dudaim	Melón Ovee Anne's Pocket

Entre las variedades existen diferencias en tamaño, forma y color del fruto (2).

En Panamá sólo dos de estas variedades son de importancia comercial, C. melo variedad reticulatus y los C. melo variedad inodorus, la cual incluye los cultivares "Honey Dew", "Casaba", "Crenshaw" y Persian entre otros.

El cultivar "Tam-Dew", tipo "Honey-Dew" es el que mejor se ha comportado bajo nuestras condiciones, por lo que constituye cerca del 95% del melón dedicado a la exportación (38).

Los melones son de color blanco y cambian a una tonalidad cremosa cuando maduran, lo que ocurre aproximadamente a los 72 días. Sin embargo la determinación de la madurez en este tipo de melón es más difícil que en otras variedades, y su calidad está sustancialmente determinada por su contenido de azúcar, el cual no debe ser menor del 10% (33).

Son muchas las plagas y enfermedades que lo atacan, siendo las más comunes en la zona: Gusano del fruto (Diaphania hyalinata), Afido del melón (Aphis gossypii), Moscas minadoras (familia agromyzidae), Añublo lanoso (Pseudoperonospora cubensis), Añublo polvoriento (Oidium spp), Mancha foliar por alternaria (Alternaria spp), Marchitez por fusarium (Fusarium spp), Virus del mosaico del pepino (VMP), nematodo agallador (Meloidogyne incognita) (32 y 2).

La producción de melones en el país, se ubica en las zonas costeras de las provincias de Panamá, Coclé, Herrera y Los Santos. Estas dos provincias (Región de Azuero) producen más del 50% del

melón dedicado a la exportación (36). Estas zonas se caracterizan por poseer las condiciones ideales para la producción de este rubro, a saber: suelos profundos y bien drenados, con pH cercano a neutro, clima seco, con temperaturas medias de 18 a 24°C.

2.2. GENERALIDADES DEL GENERO MELOIDOGYNE

2.2.1. Historia y distribución

Los nematodos de este género se encuentran en todo el mundo, pero con mayor frecuencia y abundancia en regiones con climas cálidos y tórridos e inviernos cortos y moderados (4).

El noventa y ocho por ciento de los nematodos agalladores de la raíz encontrados en diversos suelos agrícolas, pertenecen a una de cuatro especies: Meloidogyne incognita, M. arenaria, M. javanica ó M. hapla; responsables de las mayores pérdidas agrícolas a nivel mundial (51). M. hapla es considerada como una especie criófila por desarrollarse en suelos con temperaturas de 0°C; las otras tres no pueden sobrevivir por debajo de 10°C; M. incognita es la que predomina en los cultivos de clima tropical. Berkeley, descubrió en un invernadero de Inglaterra (1855), cuando estudiaba las vesículas de las plantas de pepino (Cucumis sativus L.), que la enfermedad de las plantas conocida como nódulo radical era producida por un nematodo (4).

Según Christie (4), desde su descubrimiento hasta 1949, lo que ahora llamamos "nematodos de los nódulos radicales" se consideró como una sola especie. El nombre de esta especie cambió repetidas veces por varias razones. Debido a esto y a la importancia progresiva que

adquirían, Chitwood en 1949, correlacionó los caracteres morfométricos de las hembras con sus hospederos, lo que llevó a conformar el género *Meloidogyne*.

Hirschmann (17) indica que en 1968, Whitehead propuso la diferencia de 23 especies hasta entonces reconocidas; en 1976, Franklin aumentó el número a 36 especies; basando su identificación en hembras adultas, juveniles y machos. Sasser en 1984, incluyó 54 especies con dos subespecies dentro del género. Actualmente, según Cid del Prado citado por Salgado (49) manifiesta que Rasky y Luc reconocen 86 especies válidas para este género.

Los resultados de observaciones en el campo y de experimentos realizados durante muchos años indican que no todas las poblaciones del denominado "nematodo de nódulos" se comportan analogamente, pues existen razas biológicas dentro de cada especie. Taylor (55) define una raza biológica como un sector de una especie del nematodo que se diferencia del resto de la especie por alguna característica fisiológica.

2.2.2. CLASIFICACION:

La presente clasificación esta basada en los planteamientos de Maggenti (21):

Reino: Animal

Phylum: Nemata

Clase: Secernentea

Sub-clase: Diplogasteria

Orden: Tylenchida

Sub-orden: Tylenchina

Super familia: Tylenchoidea

Familia: Meloidogynae

Sub-familia: Meloidogynidae

Género: Meloidogyne

Especies: incognita, arenaria, javanica, salasi.

Pinochet (41) considera que las especies antes mencionadas son las más comunes en Panamá; siendo la primera la que más predomina.

2.2.3. BIOLOGIA.

El ciclo de vida de las especies de *Meloidogyne*, comienza con un huevo en estado de una célula, depositado por una hembra, en una masa de huevos, la cual puede estar parcial o completamente metida en la raíz de una planta hospedante. El desarrollo del huevo comienza pocas horas después de su deposición, resultando en dos células 4, 8 y así sucesivamente hasta la formación del primer estadio juvenil con su estilete completamente visible. La primera muda tiene lugar en el huevo para pasar a su segundo estado juvenil. En este segundo estado sale del huevo para penetrar las raíces del hospedante e iniciar su proceso parasítico. Los siguientes estados J3, J4 y hembra adulta ocurren en el tejido del hospedante (58).

2.2.4. HOSPEDEROS.

Este género es considerado como un polífago de plantas; ataca a más de 2,000 especies, incluyendo a la mayoría de las plantas cultivadas.

Según Netcher (29) la gama de familias hospederas de Meloidogyne spp es muy amplia, mencionando entre otras: Compositae, Cruciferae, Euphorbiaceae, Graminaceae, Leguminosae, Solanaceae, Cucurbitaceae, etc.

En Panamá se ha informado su presencia en los cultivos de: melón, sandía (Citrullus lanatus Thunb), maíz (Zea mays L.), pimentón (Capsicum annuum L.), piña (Ananas comosus L.), café (Coffea arabica L.), zapallo (Cucurbita moschata L.), cebolla (Allium cepa L.), berenjena (Solanum melongena L.), zanahoria (Daucus carota L.), arroz (Oryza sativa L.), maní (Arachis hypogea L.), tabaco (Nicotiana tabacum L.), frijol (Vigna sinensis L.) y otros.

2.3. ANTECEDENTES.

En nuestro país la importancia nematológica solo ha sido determinada para cultivos altamente tecnificados como banano (Musa sapientum), plátano (Musa paradisiaca), papa (Solanum tuberosum L.), caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) y otros. Además, la investigación se ha concentrado en áreas específicas, por lo que se hace necesario expandirlas a otras zonas.

Carranza et. al. (2), consideran que el nematodo agallador Meloidogyne spp. es el que mayor daño ocasiona al cultivo de melón. Causa daños severos mediante la formación de agallas o nudosidades que atrofian las raíces e interfieren con su buen funcionamiento. El efecto de esta infección se refleja en las partes aéreas de las plantas, causándoles un amarillamiento, marchitez y crecimiento

retardado, que puede ocasionar reducción de los rendimientos, dependiendo de las poblaciones iniciales (57).

Heald et. al. realizaron estimaciones de niveles de daño de Meloidogyne incognita y Rotylenchulus reniformis, bajo condiciones de invernadero, en dos tipos de suelo: "Delmita", una arena limosa fina e "Hidalgo", un limo arenoso. Encontraron que densidades iniciales de cinco estadios juveniles /cm³ de suelo de Meloidogyne incognita y 53 juveniles y hembras preinfectivas de Rotylenchulus reniformis, actuando solas o en combinación, suprimieron el crecimiento e indujeron clorosis de la hoja de melón c.v. "Perlita", de manera similar (15).

Los nematodos de mayor importancia económica en el cultivo de las hortalizas especialmente cucurbitáceas, son: Meloidogyne spp., Pratylenchus spp, Radopholus spp., Belonolaimus spp., Rotylenchus spp., cuyas poblaciones llegan a aumentar grandemente afectando la economía de países agrícolas (24, 31, 47, 56).

Fassuliotis considera que M. incognita limita la producción comercial de cucurbitáceas (47).

Generalmente, los problemas de nematodos han sido manejados a través de métodos químicos en los que se utiliza sustancias nematicidas en forma preventiva (11).

En otras latitudes se han evaluado ciertos métodos no químicos de combate, que bajo nuestras condiciones tropicales podrían ser una alternativa bastante promisoría para el manejo de estos fitoparásitos. Entre estos se destacan: las enmiendas orgánicas

(Gallinaza, Cachaza, etc.), el cubrimiento de los suelos con plástico en forma continua ("Acolchado") o discontinua ("Solarización") y el uso de sustancias repelentes.

Existen algunas plantas que contienen sustancias con efectos tóxicos a los fitonematodos. Sangwan y colaboradores (50) encontraron que los aceites de 3 pastos del género Cymbopogon spp. poseían propiedades nematicidas. Encontraron resultados similares al utilizar los aceites de maíz, algodón (Gossypium hirsutum L.), Cacahuete o maní y soya (Glycine max L.).

Zavaleta (59) utilizó extractos de 29 plantas con posibles propiedades nematicidas sobre juveniles infectivos de M. incognita in vitro. Logró el 100% de mortalidad de estos cuando empleó infusiones de ajo (Allium sp), piña, aguacate (Persea americana) y Maguey (Agave atrovirens).

Según Marbán (23), la Cannaivalia ensiforme disminuye la incidencia de Meloidogyne spp. a través de la liberación de lectinas, que actúan como repelentes del parásito.

Los posibles mecanismos involucrados en el control parcial de nematodos al adicionar productos orgánicos al suelo han sido clasificados por varios autores en: a) los productos de descomposición de la materia orgánica son directamente tóxicos para algunos nematodos; b) la abundancia de estos productos incrementan y estimulan a los enemigos naturales de los fitonematodos; c) existen cambios físico-químicos en las condiciones del suelo que alteran la relación hospedante parásito (60).

Los efectos benéficos de las enmiendas orgánicas sobre los cultivos atacados por fitonematodos fueron considerados por primera vez por Linford en 1938 (20). Encontró que los residuos de piña, pasta y bagazo de caña de azúcar redujeron el número de agallas producidas por M. incognita en el cultivo de piña y demostró que el uso de estos productos incorporados al suelo, incrementaban las poblaciones de hongos nematófagos y ácaros predadores de nematodos.

Según Taylor (55), el efecto de la materia orgánica sobre los nematodos, es directo, ya que fomenta el crecimiento de los nematodos saprofiticos, los cuales, a su vez, estimulan la multiplicación de nematodos predadores, hongos capturadores de nematodos y otros enemigos naturales que disminuyen la población de las especies fitoparásitas.

Egunjobi y Olaitan (8) probaron que suelos enmendados con cáscara de mazorca de cacao (Theobroma cacao L.), son tan efectivos como la aplicación del nematicida Carbofuran en la reducción de las poblaciones de M. incognita, el índice de nódulos en las raíces y el daño a la cosecha, en las pruebas de campo con el Chicharo de vaca (Vigna spp.).

Rhoades y Farbes (44) llevaron a cabo experimentos para evaluar la eficiencia de cultivos de cobertura de verano, barbecho, enmiendas orgánicas y Phenamiphos para el manejo de poblaciones de nematodos fitoparásitos. Encontraron que tres meses de barbecho, enmiendas con recorte de paja Bahía (Paspalum notatum) o con Vigna unguiculata y los cultivos de cobertura Indigofera hirsuta y Aeschynomene

americana, sembradas conjuntamente, fueron efectivos en mantener bajas las poblaciones de Belonolaimus longicaudatus y Meloidogyne incognita.

La gallinaza tiene un efecto lineal y directo proporcional a la cantidad incorporada al suelo. Según Mian y Kabana (26), Badua et. al. (1879) reportaron que los ácidos grasos, fenoles, gases, etc., producidos durante la descomposición de la gallinaza tienen efecto nematicida.

La gallinaza no sólo protege las plantas de tomate del ataque de M. incognita, sino que también induce una reducción en el índice de agallamiento y una mejoría en el rendimiento (48). En pepino (Cucumis sativus L.) se observó que la incorporación de gallinaza a tasas mayores de 1.0% indujo reducciones significativas en el índice de agallamiento así como el desarrollo de las poblaciones de Meloidogyne arenaria (26). Muller y Gooch (27) afirman que el tratamiento pre-siembra con gallinaza (1 kg/m²) produjo reducciones de las poblaciones de Meloidogyne spp del orden del 50% más que en otras épocas de aplicación.

Rodríguez - Kabana y King (46) manifiestan que la incorporación de urea al suelo en concentraciones de 0.4g/kg ó superiores, resultó en reducciones significativas en el número de nódulos por gramo de raíz de calabacín (Cucurbita pepo L.), causado por Meloidogyne arenaria. Pero los tratamientos resultaron en acumulaciones significativas de nitratos y de nitrógeno amoniacal en el suelo, los cuales causaban fitotoxicidad pronunciada a las plantas. Al mezclar

la urea con melaza de caña al suelo se encontró un mayor control de M. arenaria sin acumulación de nitratos ó nitrogeno amoniacal y sin fitotoxicidad. La combinación urea-melaza causa aumentos en el número de nematodos microbívoros en aquellos tratamientos con concentraciones de urea de 0.4 y 0.8/kg de suelo.

El uso de plásticos en la agricultura, se está intensificando en diferentes partes del mundo. Las coberturas muertas generalmente cambian la temperatura del suelo, incrementan la humedad, influyen en el control de malezas, suprimen las plagas de insectos y enfermedades y tienen un efecto benéfico en la producción del cultivo (43).

Brown et. al. (18), indican que los rendimientos del cultivo de melón se ven incrementados (de 60-92%) cuando se utilizan coberturas plásticas, en comparación cuando se trasplanta en suelo desnudo; y los costos de producción se reducen ya que disminuyen los costos del control de malezas (18) (13).

González (13) al trabajar con tomate, evaluó diferentes colores de polietileno, grana de arroz y aserrín como coberturas, encontrando que las coberturas plásticas ejercieron un efecto positivo tanto en calidad de fruta como en rendimiento, atribuyéndolo a su mejor contenido de humedad, menor pérdida de fertilizantes y a la mejor sanidad de las raíces y frutos de la planta.

Stapleton y Cataw, 1982, citados por Salgado (49), manifiestan que el efecto de la solarización del suelo en las poblaciones de hongos y bacterias afecta seriamente a estas, volviéndose muchas veces selectivo y eliminando en su gran mayoría a patógenos de

algunos cultivos. El empleo de estos materiales en el control de nematodos produce ciertos efectos. Las altas temperaturas logran un efecto significativo en la disminución de la infectividad y desarrollo de Rotylenchulus reniformis en el cultivo de soya.

La eficacia de la solarización del suelo, con polietileno transparente durante nueve semanas fue comparada por McSorley y Parrado (25) con otras prácticas de manejo de verano (cobertura con polietileno blanco-sobre-negro, aradura por rotación del suelo y mantenimiento de la cobertura de malezas) en los suelos de la serie Rockdale del sur de la Florida. La solarización del suelo produjo temperaturas significativamente más altas durante el verano, con poblaciones de Rotylenchulus reniformis más bajas al final del verano y poblaciones de Cyperus spp más bajas que en los lotes testigos.

Según Marbán (23), la efectividad de los plásticos (negro y transparente) varía de una zona a otra, debido a las condiciones climatológicas prevalecientes. Experimentos realizados por él en Turrialba, Costa Rica, indican que el plástico negro tiene mayor efecto que el transparente, notándose que éste último solo brinda un efecto de invernadero.

La Mondia y Brodie (19) indican que las coberturas de plástico transparente son más efectivas que las negras en la reducción de las poblaciones de Globodera rostochiensis en las capas superficiales del suelo, ya que eliminan la sobrevivencia de los quistes a profundidades de 5 cms. A los 10 y 15 cms de profundidad no hay diferencias significativas entre ambas.

2.4. PROBLEMATICA DEL USO DE NEMATICIDAS:

Los nematicidas son sustancias químicas que poseen un amplio espectro de actividad biológica y que se emplean para controlar nematodos fitopatógenos. En la actualidad, se considera que los nematicidas comparten aproximadamente del 5 al 7% del mercado mundial de plaguicidas, volúmen cuyo valor es del orden de varios cientos de millones de dólares por año (22).

Según Espinoza (11), la agricultura en nuestro país aparentemente ha empleado productos fumigantes con efectos nematicidas en forma similar a los países con tecnología avanzada. En los años setenta se presentó una expansión del uso de nematicidas que se incrementa hasta la actualidad. En el Cuadro 1 se aprecia la demanda de nematicidas en el país.

Cuadro 1. Demanda en Kg de nematicidas en Panamá

Nematicida	Años 1970-78	Prom. Anual	Año 1986
Aldicarb	10,000 (3.1%)	1,000	1,000(1.8%)
Bromuro de metilo y dibromoetileno	114,450 (35%)	12,717	1,000
Carbofurano	34,465 (10.8%)	3,940	2,122(3.8%)
DBCP	No disponible		
Dibromoetileno + bromuro de metilo	114,450 (35%)	12,717	1,000
Dicloropropeno + cloropicrina	10,000	1,000	1,000
Ethoprop	72,632 (22.1%)	8,070	6.253(11.3%)
Femamifós	64,874 (19.7%)	7,208	41,160(74.1%)
Mit	10,000	1,000	1,000
Oxamilo	10,000	1,000	1,000

*Datos: Contraloría General de la República 1970-86

Los nematicidas pertenecen en su mayoría a los plaguicidas de alta toxicidad (DL50, oral aguda menor de 50 mg/kg) (12). A pesar de

ser eficaces, estos también han causado los mayores problemas de manejo en el país, probablemente debido a la falta de entrenamiento en el manejo adecuado durante su fase introductoria (11).

En el Anexo 1, se observa la toxicidad aguda de los diferentes nematicidas usados en Panamá.

Por muchos años los nematicidas fueron aceptados para su uso sin gran consternación; simplemente se aplicaban y hasta pocos créditos se les daba en cuanto a su eficacia para controlar los nematodos; tampoco llamaban la atención en cuanto a los riesgos de su empleo tanto para la salud de los consumidores como para la calidad del medio ecológico (19).

Espinoza (11, 9) describe los mayores problemas acarreados por el uso de nematicidas:

- Aparición de organismos indeseables resistentes a los productos químicos.
- Persistencia o residualidad.
- Gran número de toxicosis ocasionadas a humanos y seres benéficos.
- La elevada residualidad de algunos y el carácter sistémico de otros traen en consecuencia la presencia de restos de los mismos en los frutos consumidos por el hombre o sus animales domésticos.
- Pérdida de dinero.
- Contaminación ambiental.

Marbán (22) considera que esta situación ha cambiado dramáticamente en la última década y ahora se hacen serios cuestionamientos en torno a ello. Una consecuencia afortunada de este cambio de actitud ha sido el incremento en las investigaciones básicas sobre estos productos para entender mejor la manera como se comportan en los suelos, agua y plantas; su modo de acción a diferentes niveles; (molecular, submolecular, etc.). El retiro de algunos productos del mercado ha reducido el número disponible en el mercado internacional y simultáneamente se buscan afanosamente otras alternativas de control para contender eficazmente contra estos microorganismos deletéreos para la producción agrícola.

2.4.1. DETERMINACION DE RESIDUOS DE NEMATICIDAS

Como se mencionó anteriormente, el uso de plaguicidas en la agricultura puede conllevar la presencia de residuos tóxicos en los frutos y alimentos, sobre todo cuando se trata de cultivos de ciclo corto o cuando no se guardan los periodos de espera necesarios después de la aplicación de un químico.

En todos los países desarrollados, los gobiernos han regulado legalmente los niveles permitidos de residuos en los diferentes cultivos. Esos valores son el resultado de las consideraciones de datos toxicológicos existentes, en humanos y animales experimentales. Ellos son obtenidos por administración de pequeñas cantidades del principio activo a roedores a través del alimento, durante un periodo prolongado (dos años). Esos valores son considerados representativos para la forma nutricional de los humanos (10).

Según Hilge et. al. (16) la OMS (Organización Mundial de la Salud) utiliza el IDA (Ingestión Diaria Admisible), que es la cantidad de plaguicida en mg/kg de peso corporal/día que puede ingerir una persona, sin ninguna manifestación de toxicidad; este límite puede variar con nuevos estudios realizados. Panamá no cuenta con normas ni reglamentación en ese sentido; sin embargo, son varios los estudios que demuestran la presencia de residuos de plaguicidas en alimentos consumidos por los panameños.

3. MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en los meses de enero-septiembre de 1990, en la Región de Azuero, Panamá.

La investigación consistió básicamente de tres partes, las cuales se desarrollaron paralelamente. Primeramente, se evaluaron diferentes tácticas para el combate del nemátodo agallador (Meloidogyne spp.), luego se realizaron análisis de residuos de nematicidas sistémicos en la fruta de melón y finalmente se analizaron muestras de suelo, para la determinación de la distribución y frecuencia de géneros de nematodos asociados al cultivo de melón en la Región de Azuero.

3.1. DESCRIPCION Y LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El área total de las dos provincias que componen la región de Azuero (Herrera y Los Santos) es de 6,292 Km², lo que equivale aproximadamente a 62,900 Has. Su localización geográfica está entre los 7° 18' y 8° 07' de latitud norte y entre los 80° 01' y 80° 50' de longitud oeste (35). En la figura 1 se observa la posición geográfica de la región de Azuero, en la República de Panamá.

La elevación promedio es de aproximadamente 200msnm, encontrándose zonas de vida como bosque húmedo premontano, bosque húmedo tropical, bosque seco premontano y bosque seco tropical (38).

FAO (38) considera que el clima de esta zona se clasifica como de sabanas calurosas, donde su uniformidad y elevada temperatura media son características notables.

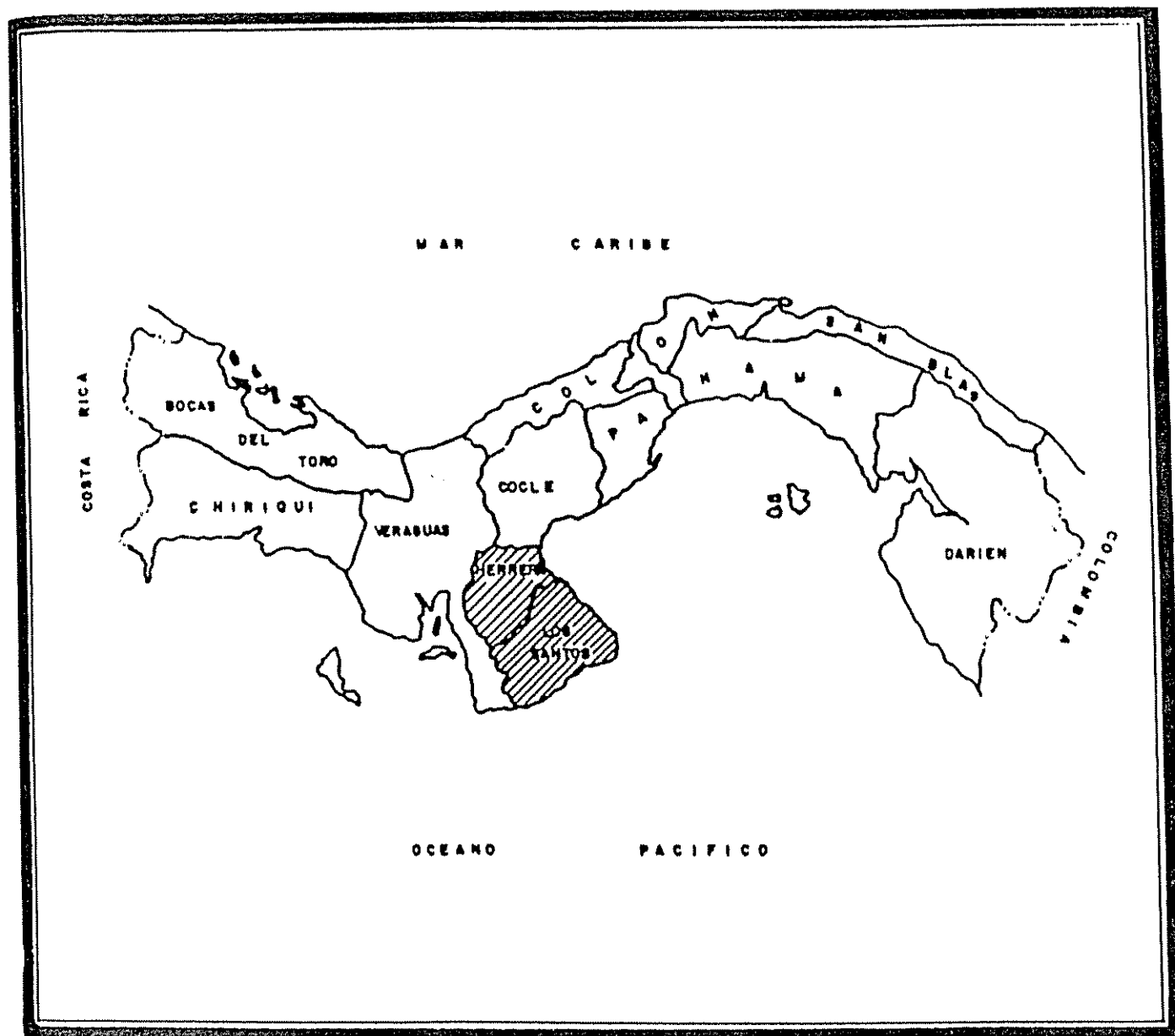


FIG.1. UBICACION GEOGRAFICA DE LA REGION DE AZUERO
EN LA REPUBLICA DE PANAMA.

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agropecuario
Dirección Nacional de Ingeniería 1990

La precipitación promedio anual oscila de 500-1000 mm y la temperatura media anual es aproximadamente de 27.1°C (35).

Las lluvias o falta de ellas determinan dos estaciones a saber: a) La estación lluviosa, localmente llamada invierno, desde principios de mayo hasta fines de diciembre; donde los cultivos característicos son el maíz y el arroz. b) La estación seca, localmente llamada verano, desde fines de diciembre hasta principios de mayo, donde predominan cultivos con riego tales como: Tomate (Lycopersicon esculentum Mill), pimentón y cucurbitáceas (42).

La estación lluviosa es más húmeda y de escasas brisas, mientras que en la seca disminuye sensiblemente la humedad relativa y se producen vientos casi permanentes.

3.2. EVALUACION DE DIFERENTES TACTICAS PARA EL COMBATE DEL NEMATODO AGALLADOR, MELOIDOGYNE INCOGNITA EN EL CULTIVO DEL MELON.

3.2.1. ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO.

El experimento se estableció en un lote donde tradicionalmente se siembra melón para exportación, el cual está infestado naturalmente por M. incognita. Se evaluaron diez tratamientos con cuatro repeticiones, formando un total de 40 parcelas experimentales. En el cuadro 2 se ilustran los tratamientos evaluados.

Los tratamientos químicos (carbofuran, ethoprop, terbufos) fueron aplicados 9 días después de la siembra, o sea, cuando el melón había germinado. A cada planta se le aplicó la dosis

Cuadro 2. Tratamientos evaluados para el control de Meloidogyne incognita en el cultivo del melón c.v. Honey-Dew de exportación en el Torno, Santa María, Panamá, 1990.

Tratamientos	Nombre Comercial	Dosis
Ethoprop	Mocap 10G	40 Kg/Ha P.C.
Terbufos	Counter 10G	20 Kg/Ha P.C.
Carbofuran	Furadan 10G	18.2 kg/Ha P.C.
Gallinaza		8 tn/Ha
Cachaza		10 tn/Ha
Plástico negro acolchado		
Plástico negro acolchado + Gallinaza		8 tn/Ha
Plástico claro acolchado		
Solarización		
Testigo sin tratar		

P.C. = Producto comercial

correspondiente que luego se incorporó al suelo durante la deshierba, junto con el aporque.

Las enmiendas orgánicas (cachaza y gallinaza), ya secas se incorporaron al suelo con un monocultor 28 días antes de la siembra.

Para el tratamiento de solarización se utilizó polietileno transparente (0.6 mm de diámetro), el cual fue colocado sobre las camas de siembra por un periodo de 30 días, siendo retirado el día antes de la siembra. El mismo tipo de polietileno fue utilizado para los tratamientos de plástico negro acolchado, plástico claro acolchado y plástico negro acolchado más gallinaza, con la diferencia de que el polietileno se colocó antes de sembrar y se mantuvo hasta la cosecha; haciéndose necesario abrir agujeros de aproximadamente 10 cms de diámetro para colocar la semilla y evitar que la planta se quemara al germinar.

3.2.2. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS:

-ETHOPROP (Mocap 10G)

Es un insecticida-nematicida del grupo de los organofosforados que actúa por contacto y carece de acción sistémica. Su acción va dirigida a inhibir la acetil-colinesterasa, aunque no es un poderoso inhibidor; por lo tanto es menos tóxico que los demás productos nematicidas. Posee una solubilidad baja (750 mg/l a 25°C) y sus residuos no permanecen tanto en el suelo. Este producto es ideal para hortalizas de ciclo corto ya que no se trasloca a las partes comestibles. Es distribuido por Rhône Poulenc (45).

-CARBOFURAN (Furadan 10G)

Es un insecticida-nematicida del grupo de los carbamatos, el cual posee acción sistémica, de contacto y estomacal. Ejerce su acción tóxica tanto sobre mamíferos como insectos, por inhibición de la enzima acetil-colinesterasa. En sus formulaciones comerciales no tiene pérdida de materia activa por volatilización porque tiene una presión de vapor muy baja. Mantiene su efectividad por largos periodos después de las aplicaciones.

Este producto no se recomienda para ser empleado en cultivos cuyas partes verdes (hojas) son consumidas sin proceso previo y especialmente en aquellos cultivos de ciclo vegetativo corto (menos de dos meses). Su descomposición en suelos livianos permite una penetración mejor y más rápida que en suelos arcillosos; la liberación de la materia activa está relacionada con la penetración de la humedad (12).

-Terbufos (Counter 10G)

Es un insecticida-nematicida sistémico y de contacto que pertenece al grupo químico de los fosforados. Posee residualidad excelente debido a su estabilidad en el suelo y su efecto sistémico. Posee un DL50 de 5 mg/kg de peso; en experimentos realizados no hubo efecto en ratas y en cultivos no hay tolerancia establecida (7).

-Cachaza:

Se puede definir como el residuo en forma de torta eliminado en el proceso de clarificación del jugo de caña, durante la fabricación de azúcar crudo. El residuo obtenido por sedimentación del jugo suspendido y posteriormente es sometido a filtración se denomina cachaza primaria; cachaza final en el residuo que se descarga de los filtros para ser desechado. Su constitución depende de varios factores: tipo de suelo, variedad de caña, tipo de cosecha, grado de extracción del jugo, cantidad de cal y otros productos usados en la clarificación y los métodos de filtración empleados (6).

La composición química de la cachaza se observa en el Anexo (2).

La utilización más difundida es como fertilizante, a causa de la gran cantidad de nitrógeno, fósforo, calcio y materia orgánica en general que aporta al suelo. También se usa en la alimentación del ganado, previo secado al sol, aún cuando posee un bajo valor alimenticio. Otras de las aplicaciones es la extracción de cera, aceite, resinas y productos esteroidales (14).

Ultimamente se está utilizando en investigaciones para el combate de nematodos, a nivel de laboratorio y de campo (23).

-Gallinaza:

Esta enmienda es la mezcla de residuos de la alimentación de gallinas más sus excrementos y cascarrilla de arroz. El contenido de materia nutritiva en la gallinaza, oscila mucho en dependencia de la composición de los alimentos utilizados.

Los componentes químicos de la gallinaza se pueden observar en el Anexo 3.

El mayor uso que se le ha dado es como fertilizante, sin embargo también tiene potencial como sustancia nematicida.

3.2.3. DESCRIPCION DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.

La Unidad Experimental estuvo constituida por parcelas de cuatro surcos de 6 metros de largo. Una distancia de 2.10 m entre surco (ancho de la cama) y 30 cms entre plantas, resultando un área total de 50.40 m² y un total de 80 plantas. En las evaluaciones solamente se consideraron los dos surcos centrales (parcela útil), con un área efectiva de 25.20 m². Los bloques estuvieron separados por calles de 2 metros de ancho.

3.2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Los tratamientos se ubicaron en el campo de acuerdo a un diseño de bloques completamente al azar, con 4 repeticiones. Se seleccionó este diseño debido al tamaño relativamente grande de las unidades experimentales y el área total que ocupaba el ensayo (2530 m²), a fin de considerar fuentes de variación que

podieran causar diferencias en el gradiente de humedad, la pendiente y tipo de suelo entre los bloques.

3.2.5. SIEMBRA DEL EXPERIMENTO.

El área del Torno, es la zona que aglutina al mayor número de productores de melón, cultivo que junto a la sandía y el maíz constituyen el sustento de los agricultores. En invierno se siembran dos "coas" de maíz para cosecharlo nuevo; luego hay una época de semi-descanso, debido a que el río Santa María que rodea el área del experimento, se desborda. Finalmente se siembran las cucurbitáceas a la entrada del verano (noviembre-diciembre).

El suelo donde se sembró el experimento posee una textura arcillosa (Anexo 4) y estaba infestado naturalmente de Meloidogyne incognita.

Se utilizó el cultivar Honey-Dew, de consumo fresco, que se siembra exclusivamente para exportación. La siembra se realizó en seco el día 21 de abril y al día siguiente se efectuó un riego de sello. Se sembró en hileras, sobre camas de 2.10 m de ancho y aproximadamente 15 cms de alto, a una distancia entre plantas de 30 cm. Se colocaron de 2 a 3 semillas por hueco para ralear posteriormente y dejar una planta.

3.2.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO.

La preparación del suelo, consistió en dos pases de semi-roma pesada, seguidos por la construcción de las camas con el surcador.

El experimento se fertilizó con una fórmula 15-30-8-6 a razón de 545 kg/ha, dividido en dos aplicaciones iguales a los 5

y 10 días después de la germinación. También se realizó una aplicación fraccionada de 136 kg/ha a los 26 y 34 días después de la siembra a razón de 91 y 45 kilogramos, respectivamente.

Los riegos se realizaron por gravedad, inmediatamente después de la siembra hasta aproximadamente los 50 días de crecimiento vegetativo, debido a que empezó a llover en forma continua.

Se efectuaron varias resiembras durante los primeros días, debido a la falta de germinación o a la pérdida de muchas "plántulas" por "ahogamiento" (Phytium spp).

Debido a la alta infestación de malezas, en especial la "Pimientilla", Cyperus rotundus, se realizaron siete (7) limpiezas en los tratamientos sin plástico, dos (2) con Gramoxone y cinco (5) manuales (machete y azada) desde el momento de la siembra. Para evitar daños de insectos, principalmente el vector de virus Aphis gossypii, se realizaron aplicaciones de fosfomidón (Dimecrón), cypermetrina (Ripcord), metomilo (Lannate) y monocrotophos (Azodrin). Todos se aplicaron de acuerdo a las exigencias del programa de exportación. Cabe destacar que, actualmente ésta plaga, es uno de los problemas claves del cultivo, debido al desequilibrio ecológico que ha originado su combate. El insecto atacó desde la germinación hasta los 50 días, cuando bajó su población debido a la presencia de las lluvias, condición desfavorable para su biología.

La aplicación de fungicidas, se inició pocos días después de la germinación, con aplicaciones de Orthocide a la base de las plantas para el combate del "ahogamiento" por Phytium spp.

Para el combate de las enfermedades fungosas más importantes del melón, "Mildew lanoso" y "Mildew polvoriento", se aplicaron fungicidas a partir de los 24 días después de la siembra, con aplicaciones preventivas de Dithane M-45 y posteriormente Ridomil. Cabe destacar que este último producto se aplicó más de lo indicado en el programa, debido al ataque severo del Mildew lanoso, como resultado de las excesivas lluvias.

3.2.7. VARIABLES EVALUADAS.

Las variables consideradas para evaluar la magnitud del daño causado por el nematodo, así como la interacción melón-nematodo por efecto de los tratamientos fueron:

- Población de nematodos en el suelo
- Índice de agallamiento
- Calidad de la fruta
- Rendimiento

3.2.7.1. NIVEL POBLACIONAL EN EL SUELO.

Se efectuaron 3 recuentos de nematodos en el suelo con el objeto de determinar la fluctuación poblacional del nematodo en el tiempo, en función de los tratamientos. El primer muestreo se realizó 38 días antes de la siembra, el segundo y el último a los 37 y 71 días después de la siembra, respectivamente. Se tomaron 12 submuestras de cada tratamiento por repetición para conformar una muestra compuesta por parcela experimental. Las muestras se homogeneizaban para procesar una alícuota de 100 gramos de suelo por tratamiento. La extracción de nematodos del suelo se hizo mediante la técnica de tamizado-centrifugado en solución azucarada descrita por Niblack y Hussey (30). Con la

suspensión obtenida se determinó el número de nematodos del género *Meloidogyne* y otros, por separado. Esto se hizo determinando el número promedio de nematodos en tres (3) alícuotas de la suspensión madre, de 2 ml cada una, para cada parcela experimental.

3.2.7.2. INDICE DE AGALLAMIENTO.

Después de realizar la tercera cosecha (82 días después de la siembra), se procedió a estimar el índice de agallamiento, en 4 plantas por repetición. Se utilizó el sistema propuesto por Taylor y Sasser, recomendado cuando se emplean nematocidas como es el presente caso. Este índice posee una escala de cero a cinco, donde cero corresponde a un sistema radical sin presencia de agallas (0%) y cinco el máximo agallamiento alcanzado (100%); quedando entre éstos extremos, los demás índices con un porcentaje de agallamiento intermedio como se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 3. Sistema del índice de agallamiento para *M. incognita* propuesto por Taylor y Sasser, 1978.

INDICE DE AGALLAMIENTO	NUMERO DE AGALLAS
0	0
1	1 - 2
2	3 - 10
3	11 - 30
4	31 - 100
5	>100

3.2.7.3. CALIDAD DE LA FRUTA.

Todas las frutas cosechadas fueron medidas y categorizadas por tamaño de acuerdo al número que entraban en una caja de exportación estándar.

La siguiente escala fué utilizada:

<u>No. melones/caja</u>	<u>Categoría</u>
3	Regular
4	

5	Optima
6	
7	

8	Buena
9	
10	

Los frutos de mayor demanda y por ende de mejor categoría para exportación son los de 5, 6 y 7 melones por caja (38).

3.3. ANALISIS DE RESIDUOS DE PRODUCTOS NEMATICIDAS DE ACCION SISTEMICA

Los tratamientos químicos de acción sistémica, se sometieron a pruebas de análisis de residuos, para determinar si sus metabolitos se encontraban presentes o no en la fruta de melón. Para esto se seleccionaron 2 frutas fisiológicamente maduras de cada tratamiento por repetición y se procedió a realizar las pruebas en el laboratorio de toxicología del IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá).

3.4. DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION Y FRECUENCIA DE NEMATODOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE MELON EN LA REGION DE AZUERO.

Originalmente se trató de determinar cuales distritos dentro de las dos provincias que conforman la región, son los mayores productores de melón.

Luego se identificaron las comunidades de mayor producción dentro de los distritos que aglutinaran la mayoría de los agricultores, para obtener una buena representatividad, ya que la zona es extensa y los recursos disponibles así como la movilización, eran escasos.

La información fue recopilada mediante pláticas con los gerentes de las dos grandes compañías exportadoras de la fruta y con los técnicos del Ministerio de Desarrollo Agropecuario.

Se determinaron los distritos y sus comunidades más importantes desde el punto de vista de producción en la región, los cuales se aprecian en el Cuadro 4.

Se muestreó un mínimo de dos productores por comunidad, logrando recolectar 25 muestras, que involucraron a 68 productores y 98 Has de melón, lo que representa un 58.12% y 36.38%, respectivamente, del total de productores y hectáreas sembradas en la región de Azuero (Anexo 5). Se tomaron 30 submuestras por hectárea, aproximadamente de cada finca seleccionada.

Se muestreó solamente cultivos de 25 días en adelante; la submuestras fueron tomadas siguiendo un patrón en zig-zag de manera que fueran representativas de cada finca. Se obtuvieron de la rizosfera de la raíz de la planta de melón, a una

profundidad que fluctuó de 15 a 20 cm, eliminando los primeros 5 cms de la capa superior.

Una vez en el laboratorio fueron homogeneizadas y procesadas mediante la técnica de tamizado y centrifugado ya descrita.

Cuadro 4. Distritos, comunidades y número de productores muestreados en la región de Azuero, Panamá. 1990

PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	No. DE AGRICULTORES MUESTREADOS	HECTAREAS	
HERRERA	SANTA MARIA	CABECERA	3	3	
		EL TORNO	15	20	
		EL CAÑAFISTULO	3	3	
	PARITA	CORREA	2	3	
		RIO PARITA	3	3	
		LLANO DE LA CRUZ	2	2	
	PESE	POTUGA	2	2	
		EL BARRERO	2	4	
		OCU	RIO CONACA ARRIBA	2	2
	CHITRE	RIO CONACA CRUCE	2	2	
		CABECERA	2	4	
		LLANO GRANDE	2	2	
	GUARARE	LA ARENA	2	2	
		LA ISLA	1	2	
		RIO GUARARE	2	2	
	LOS SANTOS	LOS SANTOS	EL JOBO	3	5
			LA TRANCA	2	2
			EL HATO	2	2
LAS TABLAS		LA VILLA	5	15	
		EL BONGO	2	3	
		VILLA LOURDES	2	5	
POCRI	LA LIMONA	2	4		
	SAN JOSE	1	1		
	LA LAJA	2	3		
	POCRI	2	2		
			68 (58.12%)	98 (36.38%)	

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EVALUACION DE DIFERENTES TACTICAS PARA EL COMBATE DEL NEMATODO AGALLADOR MELOIDOGYNE INCOGNITA EN EL CULTIVO DEL MELON.

4.1.1. POBLACION DE NEMATODOS EN EL SUELO

En el Cuadro 5 se presentan los valores promedios de la población de nematodos en el cultivo de melón durante tres épocas de muestreo, en función de los tratamientos.

El análisis de varianza para la población de M. incognita en el suelo a los 0 (antes de la siembra) y 71 días después de la siembra no detectó diferencias significativas ($P=0.05$); sin embargo, si se detectó 37 días después de la siembra (Apéndices A6, A8 y A7 respectivamente). La no significancia a los 0 días indica que las poblaciones del nematodo antes de iniciarse el experimento eran uniformes.

Como se aprecia en el Cuadro 5, las poblaciones iniciales de nematodos eran muy bajas debido a la ausencia de plantas hospederas y, probablemente, a la biología del patógeno, ya que ante la falta de sustrato para alimentarse (raíces) permanecen en mayores cantidades como huevos y juveniles no infectivos (1er estadio) dentro de las masas de huevo, difíciles de extraer.

La siembra del cultivo hospedero acompañada de una buena humedad del suelo (proveniente de lluvias o riego) activa los procesos biológicos del nematodo (embriogénesis, mudas) haciendo que su fase infectiva (segundo juvenil) invada las raíces. En este momento los tratamientos ejercen su efecto detrimental en las poblaciones del patógeno, evitando que se incrementen. Esto

Cuadro 5. Efecto de tratamientos sobre la fluctuación poblacional de segundos estadios juveniles (Por 100 g de suelo) de M. incognita en el cultivo de melón cv "Honey-Dew", en El Torno, Santa María, Panamá, 1990.

Población de <u>M. incognita</u> /100 g suelo			
TRATAMIENTOS	0 DD5 ₂	³⁷ DDS	71DDS
Solarización	5.125a ₁	2.750ab	1.625a
Ethoprop	4.500a	2.000 b	1.375a
Terbufos	4.250a	4.125ab	0.875a
Plástico negro acolchado	4.000a	2.375ab	1.750a
Carbofuran	4.125a	2.375ab	1.750a
Plástico claro acolchado	3.750a	2.375ab	1.500a
Plástico negro acolchado + gallinaza	3.000a	2.375ab	1.500a
Gallinaza	2.750a	3.375ab	1.875a
Cachaza	2.875a	2.500ab	1.625a
Testigo	2.625a	5.375a	1.625a

DDS = Días después de la siembra.

1. Valores seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan 0.05).

explica, en parte, las bajas poblaciones a los 37 días después de la siembra, donde se esperaría un incremento de la población, ya que a esta edad del cultivo debió ocurrir una generación del nemátodo. El análisis de varianza en este muestreo (Anexo 7) mostró diferencias significativas ($P = 0.05$) para poblaciones de M. incognita en el suelo, correspondiendo los niveles más altos al testigo, terbufos, gallinaza, solarización, y cachaza. Los valores más bajos se observaron en los tratamientos acolchados, carbofuran y ethoprop, que es el único tratamiento que difiere significativamente del testigo. Este químico ejerce su acción nematocida y nematostática por contacto, por lo que en su período de efectividad (30 días aproximadamente) mantiene las poblaciones bajas. La acción de los tratamientos acolchados se explica en parte por las altas temperaturas que se logran en los suelos bajo

estas coberturas (Katan 1981), lo cual logra efectos nocivos en la reproducción del nematodo o incubación de los huevos (Stapleton y Devay 1986).

A los 71 días después de la siembra no se observaron diferencias significativas (Cuadro 5) entre los tratamientos, en relación a la población de segundos estadios juveniles, aunque las poblaciones más bajas numéricamente correspondieron al terbufos, ethoprop y el plástico negro acolchado más gallinaza; los valores numéricos más altos a la gallinaza, cachaza, carbofuran, plástico negro acolchado y el testigo. Las poblaciones bajas de M. incognita extraídas en este muestreo probablemente se deban a una condición anoxia de los nematodos causada por una inundación que sufrió el experimento, desde la mitad del ciclo del cultivo en adelante. Sin embargo, se debe observar que solo se considera una parte de la población real en el suelo (segundo estadio juvenil) desestimando el resto. en esta etapa del cultivo y con temperaturas promedio del suelo superiores a los 30°C, pudieron haber ocurrido dos generaciones del nematodo que tuvieron su impacto en los rendimientos experimentales, independientemente de lo que indique el cuadro de la dinámica poblacional de segundos estadios juveniles en el suelo.

En el Anexo 9 se pueden observar las fluctuaciones de "otros nematodos" que se presentaron junto con M. incognita en los diferentes tratamientos. Entre los nematodos encontrados están Pratylenchus spp, Helicotylenchus spp, Criconemoides spp, Tylenchus spp, Xiphinema spp, Rotylenchus spp y de vida libre.

Por ser poblaciones sumamente bajas y de géneros de nematodos poco importantes para el cultivo, no se consideró su efecto en el experimento.

4.1.2. INDICE DE AGALLAMIENTO

En el Cuadro 6 se muestra el efecto de los tratamientos sobre el índice de agallamiento, encontrándose diferencias significativas ($P=0.05$) entre ellos (Cuadro A10). Esto se ilustra graficamente en la Figura 2, en que se observa que el testigo, la solarización y la gallinaza obtuvieron los índices de agallamiento más altos del ensayo. El resto de los tratamientos mostró una reducción de este parámetro que fluctuó entre 34 y 58%, con respecto al testigo absoluto, siendo los mejores la cachaza y el plástico negro acolchado. La cachaza debe su efecto reductor del índice de agallamiento a una probable efecto singergístico entre los azúcares y los nitratos que contiene. (Candanedo, 1991; Talavera et al 1984; Rodríguez - Kabana y King 1980). Se conoce el efecto plasmolizante de los azúcares, sobre los nematodos, debido a que crean un gradiente de presión osmótica entre la solución del suelo que rodea al nematodo y su hemolinfa. Siendo el medio hipertónico, ocurre una evacuación del líquido del pseudoceloma del nematodo a fin de restablecer el equilibrio osmótico a través de la hipodermis que posee una permeabilidad selectiva. Por otro lado, es probable que la gallinaza requiera de un período de tiempo mayor para descomponerse y liberar metabolitos tóxicos a los nematodos y elevar la temperatura del suelo por encima de la tolerancia de

estos patógenos. Tal vez sea más conveniente incorporar gallinaza en pleno proceso de descomposición.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre el índice de agallamiento en raíces de melón "Honey-Dew" inducidos por *M. incognita* en el Torno, Santa María, Panamá, 1990.

TRATAMIENTO	INDICE DE AGALLAMIENTO ¹		% DE REDUCCION DE AGALLAMIENTO
Cachaza	1.00	c	58
Plástico negro acolchado	1.00	c	58
Plástico negro acolchado + Gallinaza	1.06	c	55
Terbufos	1.06	c	55
Ethoprop	1.50	bc	37
Carbofuran	1.56	bc	34
Plástico claro acolchado	1.56	bc	34
Solarización	2.44	ab	- 2.5
Gallinaza	3.00	a	-26
Testigo	2.38	ab	----

¹ Medias con las misma letra son estadísticamente iguales Duncan (P=0.05).

Los tratamientos con plástico negro acolchados redujeron el agallamiento en un alto porcentaje, probablemente al incremento de temperatura que se logra con estas coberturas en los primeros 15 cms de suelo, lo que causa un efecto deletéreo sobre los nematodos, especialmente en la época en que se estableció el ensayo donde la insolación era intensa.

Los tratamientos químicos, también redujeron significativamente el índice de agallamiento, sobresaliendo el terbufos con 55%.

También es probable que el relativo bajo agallamiento presentado en los tratamientos pudo deberse a alguna tolerancia

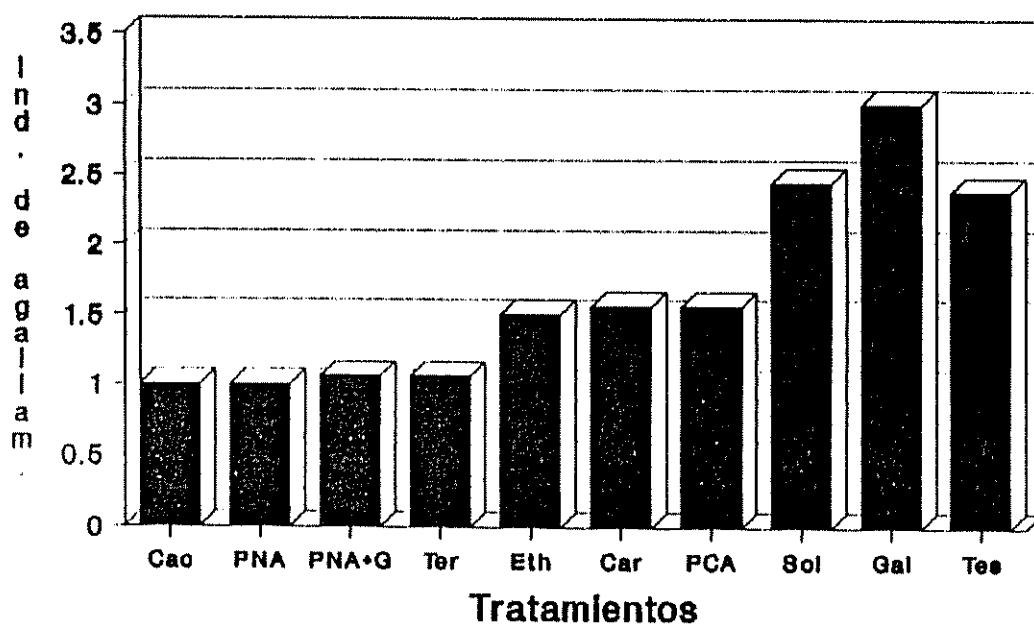


Fig 2. Efectos de los tratamientos sobre el indice de agallamiento en el cultivo del melón.

de la variedad utilizada, al ataque de M. incognita. Mathur y Handa (1971), encontraron que la variedad de melón Hale's Jumbo (C. melo var. reticulatus) es susceptible al ataque de nematodos nodulares de la raíz, mientras que Crenshaw, Perlita y Honey-Dew, variedad sometida al presente estudio, son moderadamente tolerantes.

4.1.3. CALIDAD DE FRUTO

Se encontraron diferencias significativas ($P=0.05$) para las calidades óptima y buena, no así para la calidad regular (Cuadro 7, Anexos 11, 12 y 13). Como se observa, el tratamiento con el mayor número de frutos de óptima calidad para exportación fue el plástico claro acolchado, seguido de plástico negro acolchado con o sin gallinaza y el terbufos, entre los cuales no existe diferencias significativas. Los tratamientos que mostraron menor cantidad de frutos de óptima calidad fueron la cachaza, testigo y la gallinaza, ésta última estuvo muy por debajo del testigo (Figura 3).

La cantidad de frutos de calidad regular fue notoriamente baja en todos los tratamientos, a excepción de los acolchados negros (Figura 3); estos frutos son poco exportables porque se consideran de tamaño muy grande.

Los tratamientos plastificados acolchados, seguidos de ethoprop y terbufos son los que produjeron mayor cantidad de frutos de buena calidad; los de menor cantidad, en orden descendente, fueron el testigo, Furadan, Gallinaza y la solarización, resultando este último inferior al testigo (Figura 3).

Cuadro 7. Rendimientos medios (frutos/ha) por categoría de frutos de Melón (Var. Honey-Dew, sembrados en un suelo infestado con *M. incognita*, bajo diferentes tratamientos en Azuero, Panamá. 1990.

TRATAMIENTOS	CALIDAD			TOTAL
	REGULAR	OPTIMA	BUENA	
Plástico negro acolchado	397a ¹	1736abc ¹	3075a	5208
Plástico negro acolchado + gallinaza	446a	1984ab	2431ab	4861
Plástico claro acolchado	99a	2133a	2877a	5109
Terbufos	0a	1587abcd	1984ab	3571
Ethoprop	0a	1240 bcde	2083ab	3323
Carbofuran	0a	1141 cde	1587 b	2728
Solarización	50a	1339abcde	1538 b	2927
Cachaza	0a	893 de	2926a	3819
Gallinaza	0a	595 e	1587 b	2182
Testigo	0a	843 de	1587 b	2430

Regular: 3-4 melones/caja Optimo: 5-6-7 melones/caja Buena: 8-9 melones/caja

1. Valores iguales no difieren significativamente (Duncan 0.05).

En relación al total de frutos cosechados (Cuadro 7) los tratamientos con promedios mayores fueron los plásticos acolchados, seguidos de cachaza y terbufos y los de menor producción fueron ethoprop, solarización, carbofuran y el testigo. Vale la pena señalar que el tratamiento que obtuvo la menor cantidad de frutos totales fué la gallinaza, la cual estuvo muy por debajo del testigo.

4.1.4. RENDIMIENTO

En el cuadro 8 se presentan los rendimientos medios de los tratamientos evaluados (número de cajas/ha).

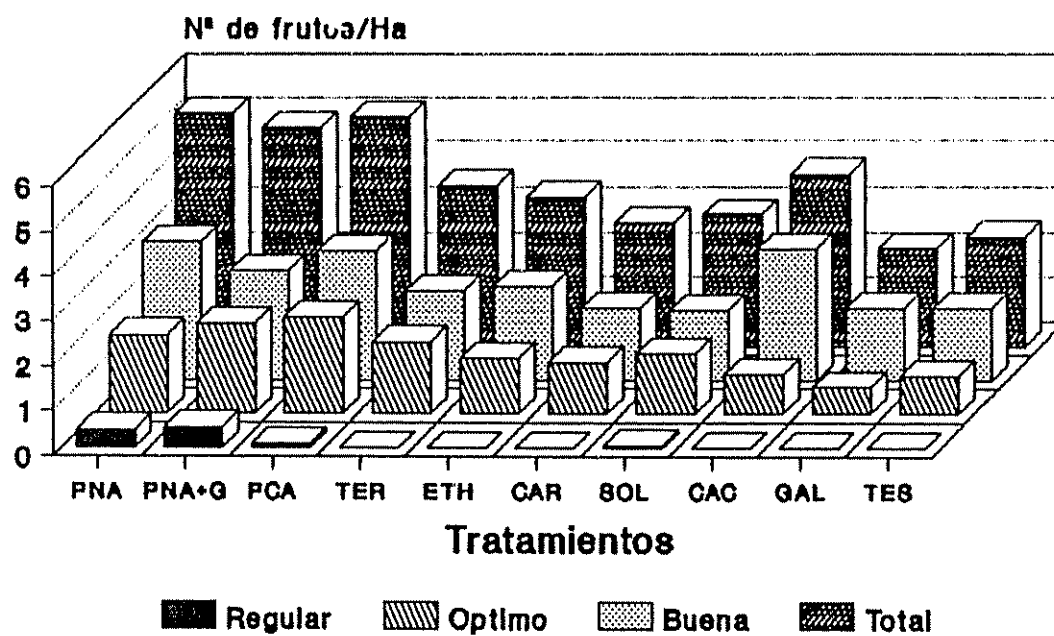


Fig 3. Efecto de los tratamientos sobre la producción (Nº/ha) de frutos totales y de diferentes categorías.

El análisis de varianza (cuadro A14) muestra diferencias significativas ($P=0.05$) entre los tratamientos. Todos, a excepción de la gallinaza, rindieron más que el testigo. Comparando las diferencias de porcentaje de incremento en la producción de los tratamientos con respecto al testigo, se observa que éstos variaron desde + 146% (plástico negro acolchado) hasta -10% (gallinaza) lo que evidencia la importancia del nematodo agallador en este cultivo.

Cuadro 8. Efecto de tratamientos en el rendimiento del cultivo de melón (Var. Honey-Dew) cultivado en un terreno infestado de M. incognita en El Torno, Santa Marta, Panamá. 1990.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO CAJAS/HA ¹	INCREMENTO %
Plástico negro acolchado	1590.0a	146
Plástico negro acolchado + gallinaza	1457.6a	126
Plástico claro acolchado	1424.9ab	121
Terbufos 20kg pc	965.4 bc	50
Cachaza	955.3 bc	48
Ethoprop 40kg pc	860.7 c	33
Solarización	793.6 c	23
Carbofuran 18.2 kg pc	729.7 c	13
Gallinaza	580.7 c	-10
Testigo	644.50 c	---

*Una caja de melón tiene un peso promedio de 11.8 kg
¹ valores seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan 0.05).
 P.C. = Producto Comercial

Se observa claramente que los plásticos negro acolchado sólo o con gallinaza y el transparente, incrementaron el rendimiento en 146, 126 y 121%, respectivamente, en relación al testigo. Estos tratamientos indujeron además un mayor vigor del cultivo al

principio del ciclo, en comparación con el resto de los tratamientos, lo que permitió una mayor tolerancia al ataque de áfidos, que son el problema número uno del cultivo en la zona. Beneficios como estos, también son mencionados por Perdomo (1989), trabajando en el cultivo de tomate. Ramírez (1989), menciona otras ventajas de usar coberturas plásticas destacando el control de malezas, conservación de la humedad y mejor calidad de frutos.

Nuevamente, la gallinaza, sola o en combinación con el plástico negro acolchado no muestra ningún efecto en el control de nematodos en el melón. Por otro lado, pareciera tener un impacto negativo en los rendimientos del cultivo lo que sugiere la posibilidad de un efecto fitotóxico de alguno de sus metabolitos.

De los tratamientos químicos el Terbufos, fue el que mayor rendimiento obtuvo, superando al testigo en un 50%; también el índice de agallamiento fue menor, lo que indica que este nematicida sistémico es interesante para la zona, ya que tampoco mostró indicaciones de residuos en la fruta, según los resultados obtenidos, que se dan en detalle en la sección correspondiente de este trabajo.

La enmienda con cachaza, superó al testigo en un 48%, no existiendo diferencia significativa con el Terbufos. Además fue el tratamiento del ensayo que resultó con índice de agallamiento más bajo.

Al correlacionar los datos de índice de agallamiento con los rendimientos, se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.255 (con una probabilidad de 0.112) el cual es significativo, ya que existe una fuerte tendencia a correlacionar negativamente.

El rendimiento se vió afectado por un fuerte ataque de áfidos, debido a que el ensayo fue establecido cuando los agricultores de la zona estaban en la fase de cosecha, lo que mantenía una población sumamente alta de este insecto, que se caracteriza además por transmitir virus de forma no persistente. En el Cuadro A15 se puede observar el porcentaje de frutos de rechazo o deformados, en mayor parte debido al ataque de Aphis gossypii. Los tratamientos con acolchados de plástico, fueron los menos afectados fluctuando sus porcentajes de rechazo en alrededor del 20%, esto es 50% menos que el resto de los tratamientos individuales.

4.1.5. ANALISIS ECONOMICO:

Se realizó el análisis económico para evaluar los diferentes tratamientos y poder determinar cual de ellos sería superior. La metodología utilizada fue la de presupuestos parciales y análisis marginal de los beneficios netos. Este método de análisis es comúnmente utilizado para evaluar el potencial de las nuevas tecnologías para el productor (Perrin et. al., 1976).

En el Cuadro 9 se presenta el análisis de presupuesto parcial de los rendimientos promedios de los tratamientos evaluados para el control de M. incognita. Todos a excepción de la gallinaza, presentaron beneficios brutos superiores al testigo. Los tratamientos de mayor beneficio neto en su orden

Cuadro 9. Presupuesto parcial para tratamientos evaluados en el control de M. incognita en el cultivo de melón en El Torno de Santa María, Panamá, 1990.

DETALLE	TRATAMIENTOS									
	CARBOFURAN	ETHOPROP	TERBUFOS	GALLINAZA	CACHAZA	PC	PN	P.NA +	SOLARIZACION	TESTIGO
INGRESOS:										
RENDIMIENTO (CAJAS)	730	860	965	580	955	1424	1590	1455	790	644
PRECIO DE CAMPO (B1)	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95
REDUCCION DE GASTOS:										
CONTROL DE MALEZAS	---	---	---	---	---	85.00	85.00	85.00	---	---
BENEFICIO BRUTO	2153.50	2537.00	2846.75	1711.00	2817.25	4285.80	4775.30	4377.25	2330.05	1899.8
COSTOS VARIABLES										
NEMATICIDA	64.79	96.00	58.00	---	---	---	---	---	---	---
PLASTICO	---	---	---	---	---	5816.50	5816.50	5816.50	5816.50	---
ENMIENDA	---	---	---	104.00	332.00	---	---	104.00	---	---
MANO DE OBRA:										
APLICACION	10.00	10.00	10.00	25.00	25.00	100.00	100.00	125.00	100.00	---
TRANSPORTE	0.50	0.50	0.50	80.00	100.00	5.00	5.00	85.00	5.00	---
TOTAL DE COSTOS VARIABLES	75.29	106.50	68.50	209.00	457.00	5921.50	5921.50	6130.50	5921.50	---
BENEFICIO NETO (BI/Hi) (DBT-CUT)	2078.21	2430.50	2778.25	1502.00	2360.25	-1635.70	-1146.00	-1753.25	-3591.00	1899.8

son: Terbufos, Ethoprop, Cachaza y Carbofuran. Se aprecia también que las coberturas plásticas (solarización y acolchado) ensayadas presentaron beneficios netos negativos, por lo cual no pueden ser recomendados para condiciones similares a las cuales se realizó el estudio. Fuera de ser inaccesibles económicamente, tanto el establecimiento como el manejo de estas coberturas es difícil y poco atractivo para los agricultores de la zona; por otro lado, no hay garantía de que los plásticos se conserven en buen estado para ser usados en varios ciclos de cultivo.

4.1.5.1. ANALISIS DE DOMINANCIA:

En el Cuadro 10 se presentan los beneficios netos y los costos variables que resultaron del presupuesto parcial. Los tratamientos fueron ordenados de mayor a menor beneficio neto, con sus correspondientes costos variables, para permitir el análisis de dominancia. Al realizar éste se eliminaron todos los tratamientos a excepción del Terbufos y el Testigo (tratamientos no dominados). A los tratamientos no dominados se les aplicó un análisis de retorno marginal (Cuadro 11) utilizando los incrementos o cambios en los beneficios netos y costos variables. La tasa de retorno marginal (TRM) indica el retorno marginal proveniente del incremento en los costos relacionados con pasar del tratamiento que tiene menor beneficio neto, al siguiente con mayores beneficios netos (CIMMYT 1988). En el análisis el Terbufos presentó una alta tasa de retorno. Según Perrin et. al. (1976), el incremento en los gastos se justifica desde el punto de vista financiero cuando la tasa de retorno marginal (TRM) es suficientemente alta como para cubrir el costo de dinero

Cuadro 10 . Análisis de dominancia de tratamientos evaluados para el control de M. incognita en el cultivo de melón, en el Torno, Santa María, Panamá. 1990.

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO	COSTO VARIABLE
TERBUFOS	2778.25	68.50*
ETHOPROP	2430.50	106.50
CACHAZA	2360.25	457.00
CARBOFURAN	2078.21	75.29
TESTIGO	1899.80	00.00*
GALLINAZA	1502.00	209.00
P.N. ACOLCHADO	-1146.00	5921.50
P.C. ACOLCHADO	-1635.00	5921.50
P.N. A + GALLINAZA	-1753.00	6130.50
SOLARIZACION	-3591.00	5921.50

*Tratamientos no dominados

invertido, medido este por la tasa de interés apropiada y un factor de riesgo asociado con la nueva tecnología. En este caso se empleó la metodología utilizada por CIMMYT 1988, considerando una tasa compuesta por el 20% que es el costo de oportunidad del dinero (interés de los préstamos) y un 40% de riesgo de utilizar una nueva tecnología de producción.

Para el tratamiento de Terbufos se justifica su gasto adicional pues presenta una TMR de 1282.4%.

4.1.5.2. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Se consideró dentro del análisis económico, la sensibilidad de los retornos económicos con respecto a una variación en los precios del producto final, debido a la gran fluctuación de los precios internacionales de la fruta de melón. Se tomó para esto, el año agrícola donde mejor ha sido pagado el melón, 1987-1988, y donde tuvo la baja más grande, 1988-1989, en que inclusive no se le pagó a los agricultores porque el precio

Cuadro 11. Análisis marginal de beneficios netos de los tratamientos evaluados para el control de M. incognita en el cultivo de melón, en el Torno, Santa María, Panamá. 1990.

BENEFICIO NETO	TRATAMIENTO	COSTO VARIABLES	CAMBIO EN BENEFICIO NETO	CAMBIO EN COSTOS	TMR
2778.25	Terbufos	68.50	878.45	68.50	1282.4%
1899.80	Testigo	00.00			

obtenido ni siquiera pagaba el costo de exportación de la fruta (U.C.A.P.E. 1990). Esto equivale a un aumento de 70% en el precio y una disminución en 35%.

Para este ejercicio, se realizaron los presupuestos parciales (Anexo 16 y 17), análisis de dominancia y TMR (Anexos 18 y 19) para cada caso.

Se nota claramente, la persistencia económica del Terbufos, ya que es insensible ante amplias reducciones del precio internacional; por lo que se justifica el gasto adicional de la aplicación de éste nematicida en suelos infestados con M. incognita.

4.2. ANALISIS DE RESIDUOS DE NEMATICIDAS SISTEMICOS EN LA FRUTA DE MELON.

Las muestras de melón analizadas por medio de la cromatografía líquida de alta eficiencia ("HPLC") empleando

detección a una longitud de onda de 279 nm, no detectó residuos significativos de nematicidas en la fruta. En el caso del nematicida Terbufos, las pruebas efectuadas no permitieron detectar residuos en niveles superiores a los 0.04 ug/g (ppm). Se desconoce hasta el momento, por tratarse de un nematicida relativamente nuevo, (es un insecticida registrado por Cyanamid desde 1973 como "Counter"), si el mencionado químico está registrado por la Agencia de Protección Ambiental (E.P.A.) y de ser así cuales son los niveles de tolerancia de residuos en la fruta de melón. Este producto está siendo muy utilizado en el Panamá en cultivos como arroz, café y otros; sin embargo no se tiene reportes de su uso en el cultivo de melón.

En el caso del carbofuran, las muestras no presentaron residuos detectables a 100 ug/kg (0.11 ppm), nivel que está por debajo de las tolerancias permitidas por EPA (0.4 ppm). Este es un resultado interesante, ya que este nematicida es el de mayor demanda en Panamá, y se especulaba mucho de que este producto se translocaba en altas concentraciones a la fruta corriéndose el riesgo de que la misma fuera rechazada en los mercados extranjeros. Sin embargo, hay que tener presente que el nematicida debe ser colocado al momento de la siembra y a la dosis recomendada, ya que la misma literatura de la casa comercial que lo distribuye recomienda no utilizarlo en cultivos de ciclo corto (menos de dos meses) y menos aún en aquellos donde las partes verdes (hojas) son consumidas sin proceso previo.

4.3. DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION Y FRECUENCIA DE FITONEMATODOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE MELON EN LA REGION DE AZUERO, PANAMA.

La localización geográfica de los distritos muestreados así como la distribución de los sitios de muestreo se indican en la Figura 4.

Todas las fincas muestreadas utilizan nematicida Carbofuran a la siembra, ya que esta recomendación es parte del paquete tecnológico utilizado por el Programa de Exportación. No hay análisis previo nematológico y se soslaya el impacto de este químico en el agro-ecosistema.

En el Cuadro 12, se presentan los doce géneros de nematodos y su distribución por localidades, distritos y provincia.

Los géneros de nematodos Meloidogyne spp, Pratylenchus spp, Helicotylenchus spp, Tylenchus spp, Xiphinema spp, Dytilenchus spp y Trichodorus spp, fueron los más ampliamente distribuidos en toda la zona. El género Meloidogyne spp se presentó en el 84% de las localidades muestreadas, lo que indica que es un nematodo de gran importancia para el cultivo de melón en esta zona.

Resultados similares encontró Castillo (3) en las regiones del Valle de la Fragua, Guatemala, donde los nematodos con mayor distribución asociados al cultivo de melón fueron Meloidogyne spp. y Criconemoides spp, considerando de mayor importancia al primero.

Los géneros de nematodos menos frecuentes fueron Criconemoides spp, Rotylenchus spp, Aphelenchus spp, Aphelenchoides spp y Paratylenchus spp.

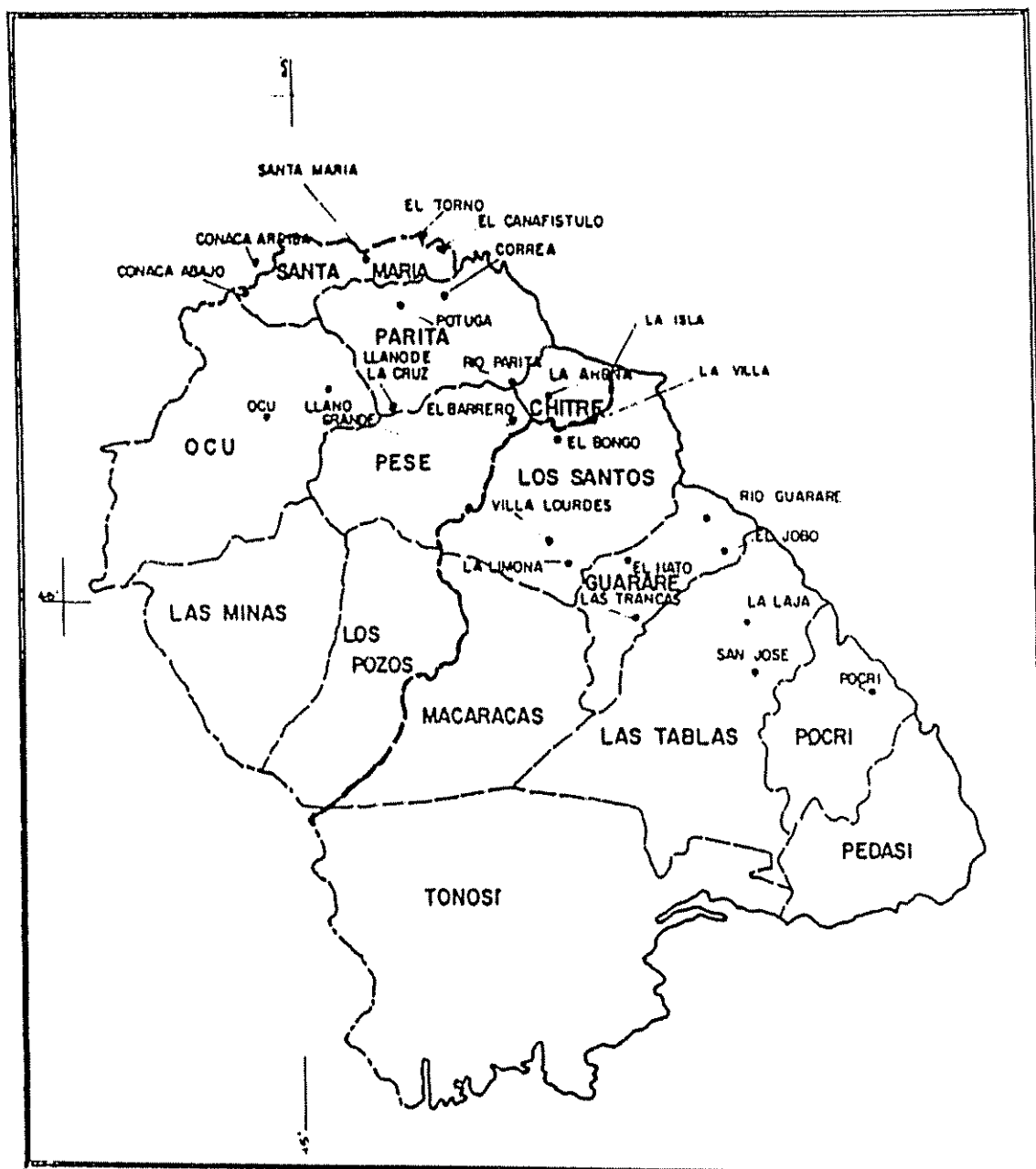


FIG. 4. POSICION GEOGRAFICA DE LOS DISTRITOS DE LA REGION DE AZUERO Y DISTRIBUCION DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agropécuario
Dirección Nacional de Ingeniería 1990.

Las poblaciones de nematodos recuperadas del suelo no fueron altas, debido probablemente al uso generalizado de nematicidas en la zona ya que tal vez, se muestreó dentro del período de efectividad del nematicida aplicado. Las poblaciones más altas correspondieron a Helicotylenchus spp con 40 nematodos/100 gr de suelo en la zona de la Villa de Los Santos; seguido de Pratylenchus spp (con 22 nematodos) extraídos de la misma zona. Los géneros Criconemoides spp, Aphelenchus spp y Paratylenchus spp se encontraron solamente en dos localidades y en poblaciones notoriamente bajas.

En general las poblaciones de nematodos fueron mayores en la provincia de Los Santos (Anexo 20).

De los géneros de nematodos encontrados, Meloidogyne spp es de comprobada patogenicidad en el cultivo de melón, Carranza et. al. 1989, Moll 1969, Ogbuji 1978, Thomason y Mckinney 1959).

Debido a los pocos estudios nematológicos realizados en este cultivo, se desconoce la magnitud de daños que ocasionan otros nematodos.

Pratylenchus spp, por haberse presentado en poblaciones relativamente altas y con una amplia distribución podría ser considerado como un nematodo de importancia económica, sobre todo por la tradicional rotación de cultivos de la zona, antes mencionada.

Helicotylenchus spp y Tylenchus spp, también se presentaron en altas frecuencias, 64 y 60 por ciento respectivamente, sin embargo son considerados de poca importancia (Candanedo, 1990).

Cuadro 12. Distribución, frecuencia y densidad máxima poblacional de fitonematodos en muestras de suelos de 9 distritos de la Región de Azuero, Panamá.

GÉNEROS DE NEMATODOS	DISTRITOS																										TOTAL DE OCURRENCIA	
	SANTA FE	LA CRUZ	LA ESPERANZA	LA FLOR	LA GUAYABA	LA PALMA	LA VILLA	LA ZONA	LOS ANGELES	LOS SANTOS	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES	LOS YAGUAJONES		LOS YAGUAJONES
1. <i>Helicotylenchus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
2. <i>Pratylenchus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	
3. <i>Helicotylenchus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
4. <i>Tylenchus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
5. <i>Criconemidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
6. <i>Triplonema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
7. <i>Paratylenchus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
8. <i>Rhizoglyphus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
9. <i>Triodonturus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
10. <i>Rhizoglyphus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
11. <i>Ditylenchus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
12. <i>Paratylenchus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
Total nematodos 300 cc Suelo	13	15	10	15	15	5	9	5	7	3	0	9	22	21	25	10	13	8	15	11	11	11	5	9	6	19		

R = Río Camasca (Cruces)
 S = La Villa
 F = El Bongo
 U = Milla Laureles
 L = La Esperanza
 P = La Palma
 V = San José
 Z = La Joya
 Z = Puerto

J = Río Camasca (Cruces)
 C = Río Camasca
 L = La Esperanza
 P = La Palma
 D = Río Camasca
 P = El Jable
 O = La Tronca
 R = El Neco

S = La Villa
 F = El Bongo
 U = Milla Laureles
 L = La Esperanza
 P = La Palma
 V = San José
 Z = La Joya
 Z = Puerto

Ditylenchus spp, a pesar de su relativa baja frecuencia de distribución, es considerado un nematodo de importancia económica para otros rubros como cebolla, que forman parte del sistema de rotación de cultivos del área. Según Seinhorst (51) 10 especímenes de Ditylenchus dipsaci por 500 gramos de suelo, causan severos daños al cultivo de cebolla (Allium cepa), pero en el caso de nuestro país es necesario verificarlo en el futuro mediante la investigación. En el caso específico del cultivo de melón, se desconoce el grado en que este nematodo lo puede afectar.

Los nematodos ectoparásitos de los géneros Paratylenchus spp, Aphelenchoide spp, Trichodorus spp, Aphelenchus spp, Rotylenchus spp y Criconemoides que presentaron bajas poblaciones y distribuciones, es muy probable que no tengan importancia económica en el cultivo de melón en la región de Azuero.

5. CONCLUSIONES

5.1. CONCLUSIONES 1

- I. Evaluación de diferentes tácticas para el combate del nematodo agallador Meloidogyne incognita en el cultivo de melón, en el Torno de Santa María.
 1. Todos los tratamientos evaluados redujeron las poblaciones de Meloidogyne incognita en el suelo hasta los 37 días, a excepción de la gallinaza.
 2. El tratamiento Ethoprop fue el más eficaz en reducir las poblaciones de Meloidogyne incognita en el suelo.
 3. Las poblaciones de otros nematodos fitoparásitos presentes en el experimento no fueron significativos.
 4. El rendimiento resultó estar correlacionado negativamente con el índice de agallamiento de las raíces.
 5. El mayor incremento de la producción se obtuvo con el plástico negro acolchado.
 6. La enmienda gallinaza fue el único tratamiento que dió incrementos negativos del rendimiento con respecto al testigo.
 7. Los datos sugieren que el tipo de gallinaza (de pollos de engorde) utilizada en el ensayo pudo tener un efecto fitotóxico en el melón).
 8. Los tratamientos que redujeron el índice de agallamiento en mayor grado fueron la cachaza, plástico negro acolchado con y sin gallinaza y el terbufos.

9. El Terbufos resultó ser el tratamiento más rentable económicamente, seguido del Testigo para el control de M. incognita en el cultivo de melón, en el Torno de Santa María, Panamá.
10. El uso de coberturas plásticas resultó ser antieconómico y poco atractivo para agricultores de la zona.
11. De los tratamientos acolchados, el plástico claro fué el de peor comportamiento ya que induce un efecto invernadero; malezas como Cyperus rotundus logran atravesarlo y además se razga rápidamente al contacto con los terrones del suelo.

5.2. CONCLUSIONES 2

- II. Determinación de residuos de nematicidas en la fruta de melón.
 1. La cromatografía Líquida de Alta Eficiencia no detectó residuos de ingredientes activos significativos para los nematicidas sistémicos Terbufos y Carbofuran en la fruta de melón con madurez fisiológica.
 2. Los nematicidas Terbufos y Carbofuran deben aplicarse estrictamente al momento de la siembra ó a más tardar a la germinación, para evitar problemas de acumulación en el fruto.

5.3. CONCLUSIONES 3

- III. Determinación de la distribución y frecuencia de fitonematodos asociados al cultivo de melón en la región de Azuero, Panamá.

1. Meloidogyne spp, Pratylenchus spp, Helicotylenchus spp y Tylenchus spp se encuentran ampliamente distribuidos en la región de Azuero.
2. Las poblaciones más altas de nematodos se encontraron con mayor frecuencia en la provincia de Los Santos.
3. La distribución de géneros de nematodos asociados al cultivo de melón en la región de Azuero está muy ligado al sistema de rotación de cultivos que se practica en la zona.
4. El género Meloidogyne incognita es considerado como el que mayor daño económico causa al cultivo de melón en la zona.
5. Las poblaciones de nematodos fueron sumamente bajas debido al uso preventivo del nematicida Carbofuran, aplicado a la siembra en toda la zona muestreada.

6. RECOMENDACIONES

1. Realizar otros estudios con el nematocida terbufos sobre dosificación y tiempo de aplicación en diferentes variedades de melón.
2. Realizar estudios con la interacción cachaza-Terbufos, para evaluar su eficacia y rentabilidad.
3. Determinar, en el campo, el nivel adecuado de cachaza a incorporar, que dé un mejor desarrollo de la planta, menos severidad del patógeno y rendimientos económicos aceptables.
4. Caracterizar las especies de Pratylenchus spp, Helicotylenchus spp y Ditylenchus spp, pues según las evidencias éstas son los potencialmente más dañinos en la Región de Azuero.
5. Realizar un estudio de distribución y frecuencia de fitonematodos en la Región de Azuero que involucre a otros cultivos, tipos de suelos y rotaciones de cultivos.
6. Realizar estudios encaminados a buscar fuentes de resistencia a Meloidogyne incognita en melón
7. Realizar estudios microbiológicos de los suelos meloneros, para observar la variación de la micro flora y fauna, ante el irracional uso de Carbofuran.
8. Recomendar la aplicación de un programa de manejo integrado de plagas para el combate de nematodos en el cultivo de melón.

9. Estudiar la posibilidad de un efecto fitotóxico de la gallinaza en el melón.
10. Identificar todas las especies de Meloidogyne asociadas en el cultivo del melón en Azuero, así como sus razas fisiológicas y su distribución.

7. BIBLIOGRAFIA

1. CANDANEDO, E. 1990. Información sobre nematodos fitoparásitos. Panamá, IDIAP. (Comunicación Personal).
2. CARRANZA, L.; GORDON, R.; GARCIA, N. 1989. Guía para el cultivo de Melón. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 34 p.
3. CASTILLO, F. 1983. Identificación y control químico de nematodos fitoparasíticos asociados al Cultivo del melón (Cucumis melo L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 62 p.
4. CHRISTIE, J.R. 1972. Nematodos de los Vegetales. Su Ecología y Control. México, Limusa. 300p.
5. CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Ed. completamente revisada. México, D.F. 79 p.
6. CORONADO, C. 1986. Técnica de análisis, caracterización químico-físicas y usos de la cachaza. Informe interno Habana, Cuba, ICIDCA. 62 p.
7. CYANAMID. 1989. Counter. Insecticida-Nematicida. s.p.
8. EGUNJOBI; O.; OLAITAN, J.O. 1986. Response of Meloidogyne incognita - infected cowpea to some agro - waste soil amendment. Nematropica (EE.UU.) 16(2):125-140.
9. ESPINOZA, J. 1984. Problemática de los agroquímicos. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Panamá. Miscelánea Técnica No. 3. 22 p.
10. _____. 1985. Toxicología sinóptica y manejo adecuado de plaguicidas. IDIAP, Panamá. Boletín No. 12. 15 p.
11. _____. 1988. El uso de nematicidas en Panamá. In Seminario de Nematología. CATIE (Panamá). Proyecto de Manejo Integrado de Plagas. Informe Técnico No. 135. 95 p.
12. FMC Corporation. s.f. Uso de Furadan en América Latina. San José, Costa Rica. 39 p.
13. GONZALEZ. J.A. 1979. Coberturas y temperatura del suelo, brillo solar y su efecto en la producción de tomate (Lycopersicon esculentum M.). Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica. 70 p.

14. HAMILTON, W. 1983. The utilization of by products from the sugar industry. Sugar Industry Abstracts (G.B.) 45(2); Abstr. 497.
15. HEALD, C.M.; INSERRA, R.N. 1988. Parasitism and reproduction of Meloidogyne incognita and Rotylenchulus reniformis on Cantoloupe in two soils. Nematropica. (EE.UU.) 18(1):53-58.
16. HILGE, L.; CASTILLO, L.; THRUPPL, L.; WESSELING, I. 1987. El uso de los plaguicidas en Costa Rica. San José. 149p.
17. HIRSCHMANN, H. 1985. The genus Meloidogyne and morphological characters differentiating its species. In An advanced treatise on Meloidogyne Vol 1. Biology and control. Eds. J.N. Sasser; C.C. Carter. (EEE.UU.), AID. P. 73-93.
18. KATAN, J. 1981. Solar heating (Solarization) of soil for control soilborne pests. Annual Review of Phytopathology (E.E.U.U.). 19:211-236.
19. LA MONDIA, J.A.; BRODIE, B.B. 1984. Control of the Globodera rostochiensis by solar heat. Plant disease (EE.UU) 68:474-476.
20. LEANDER. 1962. Effect of the addition of organic amendments to soil on root-knot of tomatoes 2. Relation of soil temperature, moistures and PH. Phytopathology (EE.UU) 52:410-413.
21. MAGGENTI, A. 1983. La importancia de la sitemática para los fitonematólogos. In Fitonematología Avanzada I. Ed. N. Marbán; I. Thomason. Chapingo, México, Colegio de Posgraduados. 345 p.
22. MARBAN, NAHUM. 1985. Quimioterapia en nematodos. In: Fitonematología Avanzada I. Chapingo, México, Colegio de Posgraduados. 345 p.
23. _____. 1989. Información nematológica. Turrialba, Costa Rica, CATIE.(Comunicación Personal).
24. MATHUR, D.K.; HANDA, B.N.; KUMAR, A. 1971. Field screening of muskmelon (Cucumis melo L.) against root knot nematode Meloidogyne javanica (treub), Chitwood. Indian phytopathology (India). 24:201-204.
25. MCSORLEY, R.; PARRADO, J.L. 1986. Aplicación of soil solarization to Rockdale soil in a subtropical environment. Nematropica (EE.UU.) 16(2):125-140.

26. MIAN, I.H.; RODRIGUEZ-KABANA, R. 1982. Soil Amendments with
oid cakes and chicken litter for control of Meloidogyne
arenaria. Nematropica (E.E.U.U.). 12(2):205-221.
27. MULLER, R.; GOOCH, P.S. 1982. Organic amendments in
nematode control. An examination of the literature.
Nematropica (E.E.U.U.). 12(12):319-326.
28. MOLL, H. 1969. El Melón. Economía, Producción,
Comercialización. Zaragoza, España. 135 p.
29. NETCHER, C. 1978. Morphological and physiological
variability of species of Meloidogyne in west Africa and
implications for their control. Wageningen, Veenman &
Zonen. 46p.
30. NIBLACK, T.L.; HUSSEY, R.S. 1985. Extracción de nematodos
del suelo y tejidos vegetales. In Fitonematología.
Manual de Laboratorio. Ed. by B.M. Zuckerman; W.F.; Mai,
M.B.; Harrison. Trad por N. Marbán Mendoza. Turrialba,
Costa Rica, CATIE. 235-242 p.
31. OGBUJI, R.O. 1978. Root Zize as a factor in the tolerance
of six cucurbits to Meloidogyne javanica infection. East
African Agricultural and Forestry Journal (Kenya).
32. OROZCO, O.; BERGANZA, F.; VILLELA, J. 1982. El Cultivo del
Melón. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola.
Guatemala. Folleto Técnico No. 23. - 34 p.
33. OSORIO, C.; PEREZ, B. 1986. Guía para el cultivo del melón
y sandía. Panamá, Ministerio de Desarrollo Agropecuario.
28 p.
34. PANAMA. Dirección de Estadística y Censo. 1987. Panamá en
Cifras. Panamá. 330 p.
35. PANAMA. Dirección de Estadística y Censo. 1987. Situación
física y meteorológica. Panamá. 55p.
36. PANAMA. Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Dirección
Nacional Agrícola. 1989. Informe final de cosecha.
Santiago, Panamá. s.p.
37. PANAMA. Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Dirección de
Recursos Naturales. 1972. Mapa ecológico. Panamá. s.p.
38. PANAMA. Unión de Cooperativas Agrícolas para la Exportación.
1990. Informe final de cosecha. Chitré, Panamá. s.p.

39. PERDOMO, JUAN. 1990. Evaluación de alternativas de control de M. incognita en tomate y distribución y frecuencia de nematodos asociados a los principales cultivos hortícolas en el valle de Comayagua, Honduras. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 65 p.
40. PERRIN, R.K. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México, D.F./Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 54 p.
41. PINOCHET, JORGE. 1986. Inventario de plagas y enfermedades de Panamá. CATIE. Proyecto Manejo Integrado de Plagas. Informe técnico No. 70. 18 p.
42. PNUD-FAO. 1969. Estudio para el Fomento del Riego en el Valle del Río La Villa. Los Santos, Panamá. 54 p.
43. RAMIREZ, CARLOS. 1989. Cátedra de Microbiología de Suelos. Turrialba, Costa Rica, CATIE s.p
44. RHOADES, H.L.; FORBES, R.B. 1986. Effects the fallow, covercrops organic mulches, and phenamiphos on nematode populations, soil nutrients and subsequent crop growth, *Nematropica* (EE.UU.) 16(2):141-151.
45. RHONE-POULEN AGROCHIMIC. 1989. MOCAP. Insecticida-nematicida. s.n.t.
46. RODRIGUEZ-KABANA, R; KING, P.S. 1980. Use the mixtures of urea and blacktrap molasses for control of root-knot nematodes in soil. *Nematropica*. (EE.UU.). 10(1).
47. ROMAN, J. 1978. Fitonematología Tropical. Nematodos de las hortalizas. Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. p.187-203 pp.
48. RUELO, J.L. 1983. Integrated control of Meloidogyne incognita on tomate using organic amendments, marigolds and a nematicide. *Plant disease* (EE.UU). 67(6):671-673.
49. SALGADO, M. 1989. Comparación de los efectos de agregados orgánicos, nematicidas y solarización en la incidencia de Meloidogyne incognita (Kufoid & White, 1919) Chitwood, 1949; Asociado al cultivo de frijol en Tecamachalco. Puebla, México. 59 p.
50. SANGWAN, N.K.; VERMA, B.S.; VERMA, K.K.; MATOK, M.S; DINSA, K.S. 1985. Nematicidal activity of essential oils of Cymbopogon grasses. *Nematologica* (Holanda) 31:93-99.
51. SASSER, J.N. 1980. Root-knot nematodes: a global menace to crop Production. *Plant disease* (EE.UU) 64:35-41.

52. SINHORST, J.W. 1956. Population studies on stem eelworms (Ditylenchus dipsaci). Nematologica (Holanda). 1(2):159-164.
53. STAPLETON, J.J.; DEVAY, J.W. 1986. Soil solarization: a non-chemical approach for management of plant pathogens and pest. Crop Protection (G.B.) 5(3):190-198.
54. TALAVERA, M.; MARBAN, N.; SOSA, C. 1984. Efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno sobre el daño causado por Meloidogyne incognita a plantas de jitomate. Agrociencia (Mex.) No. 56:107-119.
55. TAYLOR, A.L. 1968. Introducción a la nematología vegetal aplicada. Roma, FAO. 132 p.
56. THOMASON, I.J.; MCKINNEY, H.E. 1959. Reaction of some cucurbitaceae to root-knot nematodes (Meloidogyne spp). Plant disease reporter (EE.UU) 43(4):448-450.
57. UNION CARBIDE INTER-AMERICA. 1974. Los nematodos y su control. 35p.
58. VILLALBA, D.; BAEZA, C.; GIL, L. 1988. Nematodos fitoparásitos del cafeto en Colombia. In Tecnología del cultivo del café. 2ed. Chinchiná, Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. P170-173 .
59. ZAVALETA, M.E. 1978. Búsqueda de plantas con propiedades nematicidas. In Colegio de Posgraduados, Chapingo. México. Avances en la enseñanza y la investigación. 1978. Chapingo. P19
60. ZUCKERMAN, B.M.; MAI, W.I.; HARRISON, H. 1987. Fitonematología. Manual de Laboratorio Trad. N. Marbán, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 248 p.

ANEXOS

Anexo 1. Toxicidad aguda de los nematicidas empleados en Panamá

Nematicida	Estado Físico a 25°C	DL 50 oral	DL 50 dérmica	CL 50 Inhalat.
Aldicarb	sólido	0.8-1.0	2.5-7	
Bromuro de metilo	gas	--	--	200
Carbofurano	sólido	8-11	10,200	
DBCP	líquido	17-300	1,420	
DBE	líquido	117-178	125-300	200
1,3-DCP	líquido	250-500	250-500	
Ethotrop	sólido	61.5	24-26	
Fenamifós	sólido	8	118	
MIT	gas	--	--	
Oxamilo	líquido	5	2,960	
Cloropicrina	líquido	0.8-250	--	20

Anexo 2. Composición química de la cachaza *, utilizada para combatir Meloidogyne incognita en el cultivo de melón en Panamá 1991.

Materia seca	96.1%
Nitrógeno	0.64%
Proteína cruda	4.00%
Ceniza	74.76%
Fibra cruda	-
Grasa	10.92%
Fósforo	0.65%
Calcio	1.15%
Magnesio	0.27%
Potasio	0.14%
Cinc	494 ppm
Cobre	74.4ppm

Fuente: IDIAP, Panamá 1991

* Procedente del Ingenio La Victoria, Veraguas, Panamá

Anexo 3. Componentes químicos de la Gallinaza de pollos de engorde*, utilizada para el combate de M. incognita en el cultivo del melón. Santa María, Panamá

Materia seca	92.6%
Nitrógeno	1.31%
Proteína cruda	8.19%
Ceniza	21.26%
Fibra cruda	42.8%
Grasa	5.86%
Fósforo	0.68%
Calcio	0.84%
Magnesio	0.23%
Potasio	1.17%
Cinc	187 ppm
Cobre	20.5 ppm

Fuente: IDIAP, Panamá, 1991

* Procedente de Avícola Grecia, Santiago, Panamá

Anexo 4. Análisis de suelo, El Torno (El Rincón), Santa María-Herrera, Panamá. 1990.

	Resultado	Interpretación
Color	pardo	pardo
Textura	(A) 14-L(38)Arc(48)%	arcilloso
pH	5.5	ácido
Fósforo	36.5 ug/ml	medio
Potasio	--	--
Calcio	17.8 meq/100ml	alto
Magnesio	5.43 meq/100ml	alto
Aluminio	0.1 meq/100 ml	bajo
Materia orgánica	3.35%	medio

Anexo 5. Número de productores, superficie y producción* de melón en la Región de Azuero en el año agrícola 1989-1990.

Región	No. productores	Has. sembradas	Producción
Herrera	84	157.18	176,576
Los Santos	33	112.15	145,214
Total	117	269.33	321,790

*Producción en cajas (x = 26 libras)

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Panamá

Anexo 6. Análisis de varianza de la población inicial de M. incognita asociada al cultivo de melón, en El Torno, Santa María, Panamá¹.

Fuente de variación	GL	SC	C.M	Fc	Pr>F
Tratamientos	9	1.60630205	0.17847801	0.83	0.5946 N.S
Repeticiones	3	0.55987882	0.18662627		
Error	27	5.80373495	0.21495315		
Total	39	7.96991582			

C.V. = 23.17934

N.S = No hay diferencias significativas al 5%.

¹/Datos transformados mediante la fórmula $X_{ij} = x + 0.5$

Anexo 7. Análisis de varianza de población de M. incognita asociada al cultivo de melón, 37 días después de la siembra, en El Torno, Santa María, Panamá¹.

Fuente de variación	GL	SC	C.M	Fc	PrF
Tratamientos	9	2.39166660	0.26574073	1.35	0.2608*
Repeticiones	3	1.11878721	0.37292807		
Error	27	5.33258827	0.19750327		
Total	39	8.84303908			

C.V.: 24.68421

* = Diferencias significativas al 5%

¹/Datos transformados mediante la fórmula $X_{ij} = x + 0.5$

Anexo 8. Análisis de varianza de la población de M. incognita asociada al cultivo de melón, 71 días después de la siembra, en El Torno, Santa María, Panamá.¹

Fuente de variación	GL	SC	C.M	Fc	Pr>F
Tratamientos	9	0.43781320	0.04864591	0.40	0.9226 N.S
Repeticiones	3	0.20066231	0.06688744		
Error	27	3.26103726	0.12077916		
Total	39	3.89951277			

C.V. = 24.79210

N.S = No hay diferencias significativas al 5%.

¹/Datos transformados mediante la fórmula $X_{ij} = x + 0.5$

Anexo 9. Efecto de los tratamientos sobre la fluctuación poblacional (Por 100 gr de suelo) de otros nematodos* fitoparásitos en el cultivo de melón, en El Torno, Santa María, Panamá, 1990.

TRATAMIENTOS	0 DDS	³⁷ DDS	71DDS
Solarización	1.500c ¹	1.375a ¹	0.750b
Ethoprop	3.750abc	0.625a	1.750ab
Terbufos	2.375bc	1.000a	1.750ab
Plástico negro acolchado	5.375ab	0.625a	1.125ab
Carbofuran	6.625a	1.375a	3.125a
Plástico claro acolchado	3.000abc	0.625a	0.250b
Plástico negro acolchado + gallinaza	1.250c	0.750a	1.125ab
Gallinaza	3.375abc	0.875a	0.375b
Cachaza	2.500abc	1.000a	0.500b
Testigo	2.500bc	1.875a	1.125ab

DDS = Días después de la siembra.

1. Valores seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan 0.05).

*Otros nematodos incluyen: Pratylenchus spp, Helicotylenchus spp, Criconemoides spp, Tylenchus spp, Xiphinema spp, Rotylenchus spp y de vida libre.

Anexo 10. Análisis de varianza del índice de agallamiento en el cultivo de melón, 82 días después de la siembra, en El Torno, Santa María, Panamá. 1990.

Fuente de variación	GL	SC	C.M	Fc	Pr>F
Tratamientos	9	17.99	1.999	3.95	0.002 *
Repeticiones	3	5.07	1.690		
Error	27	13.68	0.507		
Total	39	36.74			

C.V. = 43.47%

* = Existen diferencias significativas al 5%

Anexo 11. Análisis de varianza para la calidad óptima de frutos de melón, en El Torno, Santa María, Panamá.

Fuente de variación	GL	SC	C.M	Fc	Pr>F
Tratamientos	9	9247318.283	1027479.809	3.91	0.0028*
Repeticiones	3	3047010.544	1015670.181		
Error	27	7090032.147	262593.783		
Total	39	19384360.975			

C.V. = 37.980723

* = Diferencias significativas al 5%.

Anexo 12. Análisis de varianza para la buena calidad de frutos de melón, en El Torno, Santa María, Panamá.

Fuente de variación	GL	SC	C.M	Fc	Pr>F
Tratamientos	9	13681236.01	1520137.33	2.54	0.0296*
Repeticiones	3	6238768.28	2079589.43		
Error	27	16171196.292	598933.19		
Total	39				

C.V. = 35.702471

* = Existe diferencias significativa al 5%.

Anexo 13. Análisis de varianza para la calidad regular de frutas de melón, en El Torno, Santa María, Panamá.

Fuente de variación	GL	SC	C.M	Fc	Pr>F
Tratamientos	9	1082620.198	120291.133	1.67	0.1447 N.S
Repeticiones	3	283442.177	94480.726		
Error	27	1940833.130	71882.709		
Total	39	3306895.505			

C.V. = 35.702471

N.S = No hay diferencias significativas al 5%.

Anexo 14. Análisis de varianza para efecto de tratamientos sobre el rendimiento del cultivar de melón Honey Dew, en El Torno, Santa María, Panamá.

Fuente de variación	GL	SC	C.M	Fc	Pr>F
Tratamientos	9	4714071.252	523785.695	5.10	0.0005*
Repeticiones	3	886736.599	295578.866		
Error	27	2773644.244	102727.565		
Total	39	8374452.095			

C.V. = 32.043178

* = Diferencias significativas al 5%.

Anexo 15. Porcentaje de rechazo de melones por tratamiento (En base al número total de frutos)

	Dañados + Deformes (%)	Deformes (%)*
Carbofuran	47.62	4.0
Ethotrop	47.24	42.24
Terbufos	41.94	33.95
Gallinaza	46.34	45.68
Cachaza	35.83	34.18
Plástico negro acolchado	26.06	19.23
Plástico claro acolchado	25.89	20.77
Plástico negro acolchado + Gallinaza	26.23	22.84
Solarización	40.40	37.23
Testigo	46.15	43.02

*Deformes: Probablemente debido al ataque de áfidos que transmitieron virosis.

Anexo 16. Presupuesto parcial para tratamientos evaluados en el control de M. incognita en el cultivo de melón en El Torno de Santa María, Panamá, 1990. Análisis de sensibilidad precio máximo pagado por caja exportable.

DETALLE	TRATAMIENTOS									
	CARBOFURAN	ETHOPROP	TERBUFOS	GALLINAZA	CACHAZA	P.C. ACOLCHADO	P.N. ACOLCHADO	P.N.A + GALLINAZA	SOLARIZACION	TESTIGO
INGRESOS:										
RENDIMIENTO (CAJAS/HA)	730	860	965	580	955	1424	1590	1455	790	644
PRECIO DE CAMPO (B1/CAJA)	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26
REDUCCION DE GASTOS:										
CONTROL DE MALEZAS	---	---	---	---	---	85.00	85.00	85.00	---	---
BENEFICIO BRUTO	3839.8	4523.60	5075.60	3050.80	5023.30	7490.24	8363.40	7653.30	4155.4	3387.44
COSTOS VARIABLES										
NEMATICIDA	64.79	96.00	58.00	---	---	---	---	---	---	---
PLASTICO	---	---	---	---	---	5816.50	5816.50	5816.50	5816.50	---
ENMIENDA	---	---	---	104.00	332.00	---	---	104.00	---	---
MANO DE OBRA:										
APLICACION	10.00	10.00	10.00	25.00	25.00	100.00	100.00	125.00	100.00	---
TRANSPORTE	0.50	0.50	0.50	80.00	100.00	5.00	5.00	85.00	5.00	---
TOTAL DE COSTOS VARIABLES:	75.29	106.50	68.50	209.00	457.00	5921.50	5921.50	6130.50	5921.50	00.00
BENEFICIO NETO (B1/HA)	3764.51	4417.10	5007.4	2841.8	4566.30	1568.74	2441.90	1522.80	-1776.1	3387.44

Anexo 17. Presupuesto parcial para tratamientos evaluados en el control de M. incognita en el cultivo de melón en El Torno de Santa María, Panamá, 1990. Análisis de sensibilidad precio mínimo pagado por caja exportable.

DETALLE	TRATAMIENTOS									
	CARBOFURAN	ETHOPROP	TERBUFOS	GALLINAZA	CACHOZA	P.C. ACOLCHADO	P.N. ACOLCHADO	P.N.A + GALLINAZA	SOLARIZACION	TEST 160
INGRESOS:										
RENDIMIENTO (CAJAS/HA)	730	860	965	580	955	1424	1590	1455	790	644
PRECIO DE CAMPO (B1/CAJA)	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81
REDUCCION DE GASTOS:										
CONTROL DE MALEZAS	---	---	---	---	---	85.00	85.00	85.00	---	---
BENEFICIO BRUTO	1321.230	1556.6	1746.65	1049.80	1728.55	2577.44	2877.9	2633.55	1429.90	1165.64
COSTOS VARIABLES										
NEMATICIDA	64.79	96.00	58.00	---	---	---	---	---	---	---
PLASTICO	---	---	---	---	---	5816.50	5816.50	5816.50	5816.50	---
ENMIENDA	---	---	---	104.00	332.00	---	---	104.00	---	---
HANO DE OBRA:										
APLICACION	10.00	10.00	10.00	25.00	25.00	100.00	100.00	125.00	100.00	---
TRANSPORTE	0.50	0.50	0.50	80.00	100.00	5.00	5.00	85.00	5.00	---
TOTAL DE COSTOS VARIABLES	75.29	106.50	68.50	209.00	457.00	5921.50	5921.50	6130.50	5921.50	00.00
BENEFICIO NETO (B1/HA)	1246.01	1450.10	1678.15	840.80	1271.55	-3344.06	-3043.60	-3496.95	-4491.6	1165.64

Anexo 18. Análisis marginal de beneficios netos de los tratamientos evaluados para el control de M. incognita en el cultivo de melón, con un precio máximo. El Torno, Santa María, Panamá. 1990.

Beneficio neto	Tratamiento	Costos variables	Cambio en beneficio neto	Cambio en costos variables	TMR
5007.4	Terbufos	68.50	1619.96	68.50	2364.9%
3387.44	Testigo	00.00			

Anexo 19. Análisis marginal de beneficios netos de los tratamientos evaluados para el control de M. incognita en el cultivo de melón, con un precio mínimo. El Torno, Santa María, Panamá. 1990.

Beneficio neto	Tratamiento	Costos variables	Cambio en beneficio neto	Cambio en costos variables	TMR
1678.15	Terbufos	68.50	512.51	68.50	748.18%
1165.64	Testigo	00.00			

Anexo 21. Costo de producción de 1 Ha de melón, El Torno,
Santa María, Panamá. 1990

Actividad	Costo (B/.)
Limpieza del terreno	30.00
Preparación del terreno	144.00
Siembra (semilla)	60.00
Raleo	10.00
Riego (diesel)	150.00
Aplicación de abono y urea	283.97
Orientación de guías	20.00
Uso de kubota	50.00
Aplicación de herbicida	10.00
Deshierbas	75.00
Aporque	50.00
Aspersiones (insecticidas, fungicidas)	578.00
Nematicida* (Furadan)	74.79
Cosecha (1500 cajas)	225.00
Total	1760.76

Anexo 22. Composición química de la cachaza. Promedio de 13
empresas azucareras.

COMPONENTES	BASE SECA%
PH	6.59
Sólidos totales	93.7
Sólidos insolubles	79.4
Cenizas	26.2
Na	0.09
K	0.82
Fe	1.91
Mn	0.62
Mg	2.18
Ca	5.30
Cu	0.18
Si	20.99
Nitrógeno total	1.4
Carbonatos solubles	4.7
Azúcares reductores	2.6
Totales	
NO ₃	0.4
Proteína bruta	8.4

Fuente: ICIDCA, Habana, Cuba. 1988.