PNAAB 214

931-0614

INTERNATIONAL MELOIDOGYNE PROJECT

IMP

Contract No. AID/ta-c-1234

Proceedings of the Third Research & Planning Conference on Root-Knot Nematodes, Meloidogyne spp.

January 11-15, 1982

	Costa Rica	Mexico	Puerto Rico
REGION I	Guadeloupe	Nicaragua	Surinam
	Jamaica	Panama	Trinidad

A Cooperative Publication of the
North Carolina State University Department of Plant Pathology,
Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panama,
and
The United States Agency for International Development

For information on the availability of
this publication, write to
Dr. J. N. Sasser, Department of Plant Pathology,
North Carolina State University,
P. O. Box 5397,
Raleigh, NC 27650, U.S.A.

Printed by North Carolina State University Graphics. 1982.

Conference Participants. Front row (L to R): N. D. Singh, J. Sequeira, P. Jatala, L. A. Salazar, A. C. Triantaphyllou. Back row (L to R): G. Anais, J. N. Sasser, P. Coates-Beckford, Mr. Cordero, Mr. Diaz, S. Eason-Heath, R. S. van den Oever, E. Candanedo Lay, J. Lara, A. Figueroa, M. Calderon Vega, D. G. Hutton, C. Sosa Moss, J. Toro, R. Lopez, R. Tarte.

PREFACE

The third research and planning conference on root-knot nematodes for IMP Region I (Fig. 1) was held in Panama January 11-15, 1982. Its organization was a joint effort of the Institute de Investigación Agropecuaria de Panama (IDIAP) and the International Meloidogyne Project (IMP) headquartered at North Carolina State University, Raleigh, N.C., U.S.A. The Agency for International Development (USAID) funded this cooperative effort through a contract with the latter institution.

The major purpose of the International Meloidogyne Project has been to conduct research that contributes to the development of practicable control measures for use by the small farmer in developing nations. Efforts now concentrate on screening and breeding crop plants for resistance, cropping systems research, and technology transfer. Continued emphasis in these areas is likely to improve crop yields.

Gratitude and appreciation are extended to all conference participants for their dedicated efforts in compiling significant information on root-knot nematodes. Dr. Tarte, Director-General of IDIAP, and Eric M. Candanedo Lay, also with IDIAP, deserve special acknowledgement for their work in organizing this conference. All efforts to make this conference successful and the visit enjoyable are heartily appreciated.

Finally, we wish to thank Mrs. Catherine Carter, Research Assistant, for editing and arranging the proceedings and Miss Milly Oldham, Secretary, for typing the master copy.

J. N. Sasser
Principal Investigator

TABLE OF CONTENTS

Page

Preface. iv

Overview of the International Meloidogyne Project--Rationale, Goals, Implementation, and Progress to Date . . . . . .
J. N. Sasser and C. C. Carter. 1

Reports by Cooperating Scientists on the State of Knowledge Concerning Root-Knot Nematodes in Their Countries

Investigación Sobre Meloidogyne en Costa Rica
A. Figueroa M. y F. Perlaza 12

Informe Sobre el Trabajo Realizado Para el Proyecto Internacional Meloidogyne en la Universidad de Costa Rica en el Periodo de 1979-1981
M. Alvarado, C. Sancho, J. Castro, L. Salazar, y R. Lopez . . . 26

Extracción de Nemátodos Fitoparasitos Asociados al Arroz, cv. C.R. 1113, Mediante Modificaciones de las Técnicas de Centrifugación-flotación y Embudo de Baermann Modificado
M. Alvarado S. y Róger López Ch. 35

Extraction of Plant-parasitic Nematodes Associated With Rice, cv. C.R. 1113, by Means of Modifications of the Centrifugal-flotation and the Modified Baermann Funnel Techniques (Abstract)
M. Alvarado S. and Roger Lopez Ch. 46

Recuperación de Larvas de Meloidogyne incognita de Tres Suelos Tropicales por Modificaciones de las Técnicas del Embudo de Baermann Modificado y Centrifugación-Flotación
M. Alvarado S. y Róger López Ch. 48

Recovery of Juveniles of Meloidogyne incognita From Three Tropical Soils by Modification of the Baermann Funnel and Centrifugal-Flotation Techniques (Abstract)
M. Alvarado S. and Róger López Ch. 54

Research on Meloidogyne in Guadeloupe
G. Anais. 57

Investigaciones Sobre Meloidogyne en Guadalupe
G. Anais. 60

Reporte de Investigaciones Sobre Meloidogyne spp. en Mexico
C. Sosa Moss. 61

Informe Sobre la Situación Nematologica en Nicaragua
M. Calderón Vega. 66

Page

Research on Meloidogyne in Surinam
R. Segeren-van den Oever. 69

Investigación Sobre Meloidogyne en Surinam (Resumen)
R. Segeren-van den Oever. 74

Meloidogyne Research Progress in Puerto Rico
A. Ayala, N. Acosta, J. Negrón and J. Toro. 75

Root-knot Nematode (Meloidogyne incognita) Investigation on Carrot in St. Vincent, W.I.
N. D. Singh 84

Investigación Sobre el Nemátodo del Nudo de la Raíz (Meloidogyne incognita) en Zanahoria en San Vincente, Islas Orientales (Resumen)
N. D. Singh 89

Parasitic Nematodes Associated with Various Plant Species in Jamaica, 1949-1981
D. G. Hutton, P. L. Coates-Beckford, and S. A. E. Eason-Heath . 92

Nemátodos Parasitos Asociados con Varias Especies de Plantas en Jamaica, 1949-1981 (Resumen)
D. G. Hutton, P. L. Coates-Beckford, y S. A. E. Eason-Heath . . 94

Control of Meloidogyne incognita Affecting Coffee
D. G. Hutton, S. A. E. Eason-Heath, and P. L. Coates-Beckford . 109

Control de Meloidogyne incognita en Café (Resumen)
D. G. Hutton, S. A. E. Eason-Heath, and P. L. Coates-Beckford . 113

Effect of Parasitic Nematodes on Establishment, Growth and Production of Tobacco
D. G. Hutton. 114

Efecto de Nemátodos Fitoparasitos en el Establecimiento, Crecimiento y Producción de Tabaco (Resumen)
D. G. Hutton. 118

Effect of Meloidogyne incognita on Yield of Cucumber
D. G. Hutton. 119

Efecto de Meloidogyne incognita en el Rendimiento del Pepiñillo (Resumen)
D. G. Hutton. 120

Yield Response of Irish Potato (Solanum tuberosum) to Control of Meloidogyne sp.
S. A. E. Eason-Heath, D. G. Hutton, and P. L. Coates-Beckford . 123

Respuesta en Rendimiento de Papa (Solanum tuberosum) por Control de Meloidogyne sp. (Resumen)
S. A. E. Eason-Heath, D. G. Hutton, y P. L. Coates-Beckford . . 126

Page

A Progress Report of Research Completed at the Project Research Center, Raleigh, N.C.

Relative Importance and Frequency of Occurrence of the Various Species, Pathogenic Variation and Host Races
J. N. Sasser. 127

Morphological Characters Useful in the Identification of Meloidogyne Species
J. D. Eisenback 129

Cytogenetic and Biochemical Studies as an Aid to Identification
A. C. Triantaphyllou. 132

Differential Host Test -- Purpose and Limitations
J. N. Sasser. 134

Breeding for Resistance and Cropping Systems Research

Three-Year Crop Rotation for Control of Meloidogyne incognita on the South-Central Plains of Jamaica (Interim Report)
D. G. Hutton, P. L. Coates-Beckford and S. A. E. Eason-Heath. . 136

Tres Años de Rotación de Cultivos para el Control de Meloidogyne incognita en los Llanos Centrales del sur de Jamaica (Reporte Provicional) (Resumen)
D. G. Hutton, P. L. Coates-Beckford, y S. A. E. Eason-Heath . . 145

Biological Control of Meloidogyne spp. and Globodera spp. by Paecilomyces lilacinus in Panama
E. Candanedo Lay, R. Rodríguez, J. Lara, G. DeLeon, F. Gonzalez and P. Jatala 147

Ecological Studies -- Progress to Date
A. L. Taylor, L. A. Nelson, and J. N. Sasser. 150

Desarrollo y Evaluación de Lineas de Tomate Con Tolerancia a Pseudomonas solanacearum y Resistencia a Meloidogyne incognita
R. Lasso Guevara y L. Arúz S. 153

Development and Evaluation of Tomato Lines With Tolerance to Pseudomonas solanacearum and Resistance to Meloidogyne incognita (Abstract)
R. Lasso Guevara and L. Arúz S. 163

Reports from Work Groups

Report of the Committee on Breeding for Resistance
G. Anais, J. M. Osorio, P. Jatala, and E. Candanedo Lay 166

Informe de Comite Sobre el Mejoramiento Para Resistencia
G. Anais, J. M. Osorio, P. Jatala, y E. Candanedo Lay 167

Page

Report of the Committee on Technology Transfer
N. D. Singh, P. L. Coates-Beckford, R. Segeren-van den Oever,
D. G. Hutton, and J. Sequeira 168

Informe del Comite de Transferencia de Tecnologia
N. D. Singh, P. L. Coates-Beckford, R. Segeren-van den Oever,
D. G. Hutton, y J. Sequeira 171

Conference Photographs 174

OVERVIEW OF THE INTERNATIONAL *MELOIDOGYNE* PROJECT -- RATIONALE, GOALS, IMPLEMENTATION, AND PROGRESS TO DATE

J. N. Sasser and C. C. Carter*

One of the greatest challenges facing today's world is the feeding

[illegible] inadequate pest management practices, to name a few. Clearly, if world hunger is to be alleviated, such obstacles must be tackled systematically.

One of the most important pests limiting agricultural productivity is the root-knot nematode *Meloidogyne* species. Almost all of the plants that account for the majority of the world's food supply are susceptible to infection. In areas where root-knot nematodes are not controlled, average crop yield losses are likely to be in the neighborhood of 25%, with damage in individual fields ranging as high as 60%.

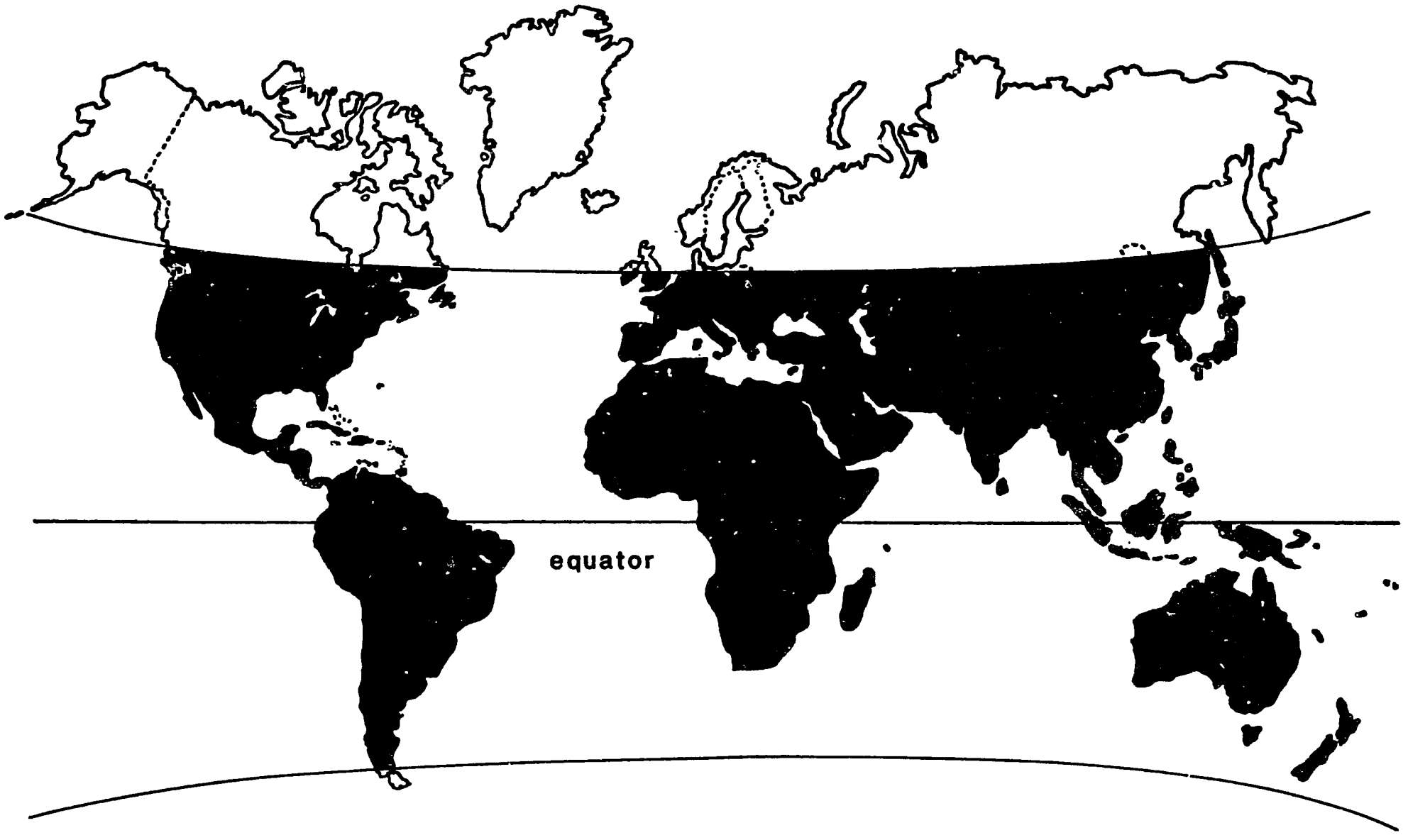
Because root-knot nematodes occur throughout most of the world (Fig. 1), infect all major crop plants, and cause substantial reduction in crop yield and quality, scientists at North Carolina State University decided to initiate a worldwide investigation of the problem. In July of 1975, a grant from the United States Agency for International Development made this endeavor possible and led to the formation of the International *Meloidogyne* Project headquartered at North Carolina State University (NCSU) in Raleigh.

The rationale for Project formation was based on four major premises: 1) the recognition of root-knot nematodes as major world pathogens of food and fiber crops, 2) the necessity of an international approach to the problem, 3) the availability of a network of trained research personnel, and 4) the relevance of this area of research to North Carolina agriculture. The departments of plant pathology, genetics, statistics, and soil science at NCSU, as well as the N.C.

---

*Principal Investigator, IMP, and Research Assistant, North Carolina State University, respectively.

Figure 1. Approximate distribution of root-knot nematodes.



Agronomic Division cooperate in Project research. Scientists and support staff from these departments work with scientists overseas through regional conferences, personal visits to their home countries and other contacts. These cooperative efforts are mutually advantageous, and the success of the Project is dependent upon the combined efforts of all involved. From this broad academic and geographic base, the Project approaches the problem of world hunger through the study of root-knot nematodes, Meloidogyne species.

Root-knot nematodes are microscopic roundworms which live in the soil and in plant roots. Juveniles and males are slender and threadlike; females are more globular. These nematodes are barely visible to the unaided eye, and the adult female is smaller than the head of a pin. Due to their tiny size and protective habitat, root-knot nematodes remained undiscovered until the mid-19th century, even though the galls they cause are quite visible. In some developing countries, root-knot nematode infection is so common and widespread that galled roots are considered "normal." In such cases, it is not uncommon for poor stands or yields to be attributed to vague agricultural ailments such as "worn out land" or "soil exhaustion."

Because root-knot nematodes limit agricultural production to some degree in all countries, the International Meloidogyne Project has enlisted the assistance of more than 100 nematologists associated with universities and research institutes around the world and has grouped them into 8 geographical regions. Regional conferences are conducted periodically in each of these regions for the purpose of planning research objectives and approaches.

The main goal of the Project is to assist developing nations in increasing yields of economic food crops. This objective is accomplished by promoting knowledge about the world's most important group of plant-parasitic nematodes and by protecting crops from the damaging effects of these nematodes. To accomplish these goals, seven major areas of research have been emphasized: the North Carolina differential host test, Meloidogyne morphology, reproductive characters and cytogenetics, biochemistry, ecology, management, and technology transfer.

Root-Knot Nematode Germplasm Collection

Project research in these areas would be impossible were it not for the nematode germplasm collection established and maintained at North Carolina State University. This collection is the result of extensive sampling by Project cooperators. Root-knot nematode egg masses are collected from infected plants all over the world and sent in saline solution to the Project Center. There, they are used to inoculate seedlings of 'Rutgers' tomato, a highly susceptible host of root-knot nematodes. The nematode population increases rapidly on this host and can be maintained indefinitely by periodic inoculation of new 'Rutgers' seedlings with root-knot nematode eggs.

North Carolina Differential Host Test

Each population of nematodes received is subjected to the North Carolina differential host test. This test involves the inoculation of six standard host plants: cotton cv. 'Deltapine,' tobacco cv. 'NC 95,' pepper cv. 'California Wonder,' watermelon cv. 'Charleston Grey,' peanut cv. 'Florunner,' and tomato cv. 'Rutgers.' On the basis of host susceptibility (indicated by +) or resistance (indicated by -), pure populations of the four major species--*M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, and *M. hapla*--can be easily distinguished (Table 1) (2). Susceptibility and resistance are based on the average egg mass and root gall indices of three replications of the host test.

The four major species account for more than 95% of the root-knot nematodes received from agricultural soils. Therefore, most pure sample populations encountered by the Project can be reliably identified by means of the North Carolina differential host test. Work completed so far has led to the recognition of multiple host races for *M. incognita* and *M. arenaria*.

Morphology

Identification techniques, other than the North Carolina differential host test, are necessary to detect and verify mixed populations and/or rare species. For this reason, much taxonomic research on *Meloidogyne* species is focused on distinctive morphological characters. Such characters include: the perineal pattern--which is an external, fingerprint-like series of markings in the anal region of the adult female; male head shape; and stylet morphology (1).

Table 1. North Carolina Differential Host Test Reaction Chart

Meloidogyne Species & Race	Differential Host Plants: Cotton Deltapine 16	Tobacco NC 95	Pepper California Wonder	Watermelon Charleston Grey	Peanut Florunner	Tomato Rutgers
M. incognita						
race 1	$\boxed{-}$*	$\boxed{-}$	+	+	-	+
race 2	$\boxed{-}$	$\boxed{+}$	+	+	-	+
race 3	$\boxed{+}$	$\boxed{-}$	+	+	-	+
race 4	$\boxed{+}$	$\boxed{+}$	+	+	-	+
M. javanica	-	+	$\boxed{-}$	+	-	+
M. arenaria						
race 1	-	+	+	+	$\boxed{+}$	+
race 2	-	+	-	+	$\boxed{-}$	+
M. hapla	-	+	+	$\boxed{-}$	$\boxed{+}$	+

*Box indicates key differential host plants.

Under a scanning electron microscope, minute morphological details can be thoroughly examined. However, scanning electron microscopes are expensive, and most nematologists do not have access to one. Therefore, in practical terms, only those features also visible under a light microscope will prove useful in the routine process of nematode identification.

Reproductive and Cytological Characters

Reproductive and cytogenetic characters are also being studied for use in root-knot nematode identification. Mode of reproduction and chromosome number show much promise as identifying characters (4). Some species reproduce only by cross-fertilization; other species reproduce by parthenogenesis, that is without fertilization (mitotic parthenogenesis). Still other species can reproduce with or without fertilization (facultative, meiotic parthenogenesis).

Races of some of the more common Meloidogyne species have been identified on the basis of chromosome number and mode of reproduction (Table 2). These races are called cytogenetic races and are designated by letters such as "A" or "B," instead of by numbers, in order to distinguish them from host races.

Biochemistry

Biochemical differences among species, that is, in protein and enzyme content, are also being investigated. Major bands of esterase activity have been found to be noticeably different among the four major species (1). Other distinct isozyme patterns are being studied and show much promise for use as identifying characters.

Ecology

In addition to taxonomic research, the project also conducts ecological studies. Once nematode populations are identified at the Project Center in Raleigh, the soil samples and ecological data which accompany each sample are analyzed. This information is then used to characterize the geographical distribution of Meloidogyne species by host range, temperature, precipitation, soil characteristics, and other ecological characters.

Preliminary findings (3) indicate that M. incognita, M. javanica, and M. arenaria inhabit areas with average annual temperatures between 15 and 33° C. M. hapla, on the other hand, occurs more frequently in

Table 2. Chromosome Numbers and Modes of Reproduction of the Four Major *Meloidogyne* Species

Meloidogyne Species & Cytological Race	Range of Chromosome Numbers	Mode of Reproduction
M. incognita		
race A	40-46	mitotic parthenogenesis
race B	32-36	mitotic parthenogenesis
M. javanica	42-48	mitotic parthenogenesis
M. arenaria		
race A	54 (50-56)	mitotic parthenogenesis
race B	34-37	mitotic parthenogenesis
M. hapla		
race A	14-17	facultative meiotic parthenogenesis
race B	30-32, 43, 45, 48	mitotic parthenogenesis

areas with average annual temperatures of less than 15° C. In areas of low rainfall, M. incognita and M. javanica appear to be prevalent species. In general, root-knot nematodes most frequently occur in soils with less than 10% clay, less than 30% silt, and at least 60% sand. Basically, however, root-knot nematodes can occur anywhere host plants grow.

Management

The current emphasis in IMP research is management of root-knot nematodes. Earlier studies concerning general biology and identification of Meloidogyne species have proven to be valuable prerequisites for research into management practices. Research efforts are concentrating on five aspects of root-knot nematode management: host resistance, cropping systems, chemical control, biological control, and integrated crop protection systems.

Host resistance. Much of the screening and evaluation of cultivars for resistance is being done in cooperation with International Agriculture Research Centers (IARC's). Some of these centers and the crops on which cooperative work is being done appear in Table 3. Individual cooperators are also involved in screening for resistance. Some crops being studied include: cowpea in Nigeria; tomato in Nepal; and tomato, eggplant, bean, pepper, lettuce, cucumber, cabbage and radish in the Philippines.

Cropping systems. Cropping systems research helps pinpoint crops or other plants which prevent increases in Meloidogyne populations. These plants can then be incorporated into cropping sequences or crop rotation schemes. Cropping sequences for each region are analyzed to determine those which most effectively control root-knot nematodes and thereby increase yields.

Chemical control. Investigations into chemical control include tests for nematicide efficacy, and determination of application rates. In developing countries, however, nematicides often cannot be incorporated into control programs. The chemicals may be too expensive or application equipment may not be available. Even so, nematicide tests can serve a very useful purpose by demonstrating to farmers the benefits to be derived from effective nematode control.

Table 3. Cooperating Research Centers & the Major Crops Being Tested for Root-knot Nematode Resistance

Research Center	Crops
Centro Internacional de la Papa (CIP)	potato
Asian Vegetable Research & Development Center (AVRDC)	Chinese cabbage, tomato
International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)	pigeon pea, chickpea
International Institute of Tropical Agriculture (IITA)	cowpea
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)	bean
Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT)	maize, wheat

Biological control. Research into biological control of root-knot nematodes is being conducted in Peru and at the Project Center at North Carolina State University. The fungus *Paecilomyces lilacinus* occurs naturally in many soils. However, a particularly pathogenic isolate from soils in the Andes mountains has been found to control *Meloidogyne* populations. The fungus penetrates the nematode eggs, thus destroying the embryo and preventing hatch. Under experimental conditions, introduced fungal inoculum has persisted in the soil in spite of fungicide and nematicide applications. Additional tests on its performance are being conducted under a wide range of conditions.

Integrated crop protection systems. The eventual goal of root-knot nematode management studies is increased crop production, particularly food crop production, and development of integrated crop protection systems is a step in this direction. These systems will utilize the best combinations of resistant cultivars, crop rotation, nematicides, biological control agents, and sanitary and cultural practices. In this way, a broader spectrum of pests can be managed simultaneously.

Technology Transfer

Through the process of technology transfer, current research has already begun to focus on development of management strategies for root-knot nematodes. Basic information on *Meloidogyne* biology, ecology, and methodology is being made available to Project cooperators in developing countries, so they can develop management strategies suited to their particular agricultural situations. The publication of books, conference proceedings, journal articles, slide sets, and posters are all part of this effort. Research personnel are kept up to date by means of conferences and field and laboratory training sessions. As a result of the Project's investigations, nematode research capabilities in developing countries are continually advancing.

Summary

In summary, the International *Meloidogyne* Project has accomplished several of its objectives. These include: 1) the promotion of awareness concerning the importance of root-knot nematodes in developing nations;

2) survey of the distribution, frequency and relative importance of Meloidogyne species and races infesting agricultural soils; 3) the discovery and description of new species; 4) the discovery of new and more reliable characters for identification; 5) clarification of phyletic relationships on the basis of cytogenetic and biochemical characteristics; 6) the elucidation of ecological factors affecting survival, distribution, and pathogenicity, and 7) the enhancement of research capabilities in developing nations through conferences, publications, and field and laboratory training sessions.

These accomplishments, along with increased communication and cooperation among nematologists throughout the world, are bringing the ultimate goal of increased food production in developing countries closer and closer to reality.

Literature Cited

1. Eisenback, J. D., H. Hirschmann, J. N. Sasser, and A. C. Triantaphyllou. 1981. A guide to the four most common species of root-knot nematodes (Meloidogyne species) with a pictorial key. A Cooperative Publication of The Departments of Plant Pathology and Genetics, North Carolina State University, and The United States Agency for International Development. Raleigh, N.C. 48 pp.
2. Taylor, A. L. and J. N. Sasser. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species). A Cooperative Publication of The Department of Plant Pathology, North Carolina State University, and The United States Agency for International Development. Raleigh, N.C. 111 pp.
3. Taylor, A. L., J. N. Sasser, and L. A. Nelson. 1982. Relationship of climate and soil characteristics to geographical distribution of Meloidogyne species in agricultural soils. A Cooperative Publication of The Department of Plant Pathology, North Carolina State University, and The United States Agency for International Development. Raleigh, N.C. (In press).
4. Triantaphyllou, A. C. 1979. Cytogenetics of root-knot nematodes, pp. 85-109 In Root-knot Nematodes (Meloidogyne Species) Systematics, Biology and Control, eds. Lamberti and Taylor. Academic Press, New York. 477 pp.

INVESTIGACION SOBRE MELOIDOGYNE EN COSTA RICA

Ing. Adrián Figueroa*
Ing. Felipe Perlaza*

INFORME BREVE DE LA IMPORTANCIA DEL NEMATODO MELOIDOGYNE EN COSTA RICA, SUS ESPECIES Y LOS CULTIVOS MAS AFECTADOS (CUADROS 1 & 2)

Cuadro 1. Reconocimiento de nemátodos del género *Meloidogyne* asociados con algunas plantas cultivadas de Costa Rica (1980-1981)

Cultivo	No de muestras		No de nemátodos	
	Raíz	Suelo	Raíz	Suelo
HORTALIZAS				
Apio (*Apium graveolens*)	20	20	53.500	613
Ayote (*Cucurbita pepo*)	10	10	42.000	1.188
Cebolla (*Allium cepa*)	15	30	730	640
Chayote (*Sechium edule*)	16	16	47.500	1.375
Lechuga (*Lactuca sativa*)	22	22	15.000	630
Pepino (*Cucumis sativus*)	8	5	560	112
Remolacha (*Beta vulgaris*)	24	20	830	173
Tomate (*Lycopersicon esculentum*)	39	27	134.750	1.513
Zanahoria (*Daucus carota*)	14	12	21.000	332
TUBERCULOS Y RAICES				
Papa (*Solanum tuberosum*)	34	20	500	180
Yuca (*Manihot esculenta*)	8	5	500	112
GRANOS BASICOS				
Arroz (*Orizae sativa*)	12	15	--	83
Frijol común (*Phaseolus vulgaris*)	13	17	150	122
Frijol de costa (*Vigna sinensis*)	3	6	--	75
Frijol Mungo (*Phaseolus aureus*)	10	10	4.500	125
Frijol soya (*Glycine max*)	6	9	3.800	145
Maíz (*Zea mays*)	17	19	395	121

*Seccion de Nematología, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.

Cuadro 1 (cont.)

Cultivo	No de muestras		No de nemátodos	
	Raíz	Suelo	Raíz	Suelo
FRUTALES				
Cítricos	8	6	--	134
Fresa (*Fragaria* X *Ananassa*)	19	16	2.500	325
Guanabána (*Annona muricata*)	3	6	--	38
Macadamia (*Macadamia integrifolia*)	3	6	--	75
Melocotón (*Prunus persicae*)	18	12	10.000	488
Naranjilla (*Solanum quitoense*)	8	12	1.000	175
Papaya (*Carica papaya*)	3	7	500	375
Piña (*Ananas comosus*)	17	11	500	250
Sandía (*Citrullus lunatus*)	6	4	1.500	275
Uva (*Vitis vinifera*)	12	10	31.500	402
ESPECIES				
Cardamomo (*Eletaria cardamomum*)	8	11	1.175	150
Gengibre (*Zingiber officinale*)	40	20	22.053	500
Patchouli	18	18	1.500	250
Pimienta (*Piper nigrum*)	9	14	9.500	830
OTROS				
Banano (*Musa acuminata* AAA)	50	10	14.000	838
Barbecho	--	66	--	159
Café (*Coffea arabica*)	100	55	61.408	350
Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)	37	26	1.800	432
Ornamentales	25	100	3.870	239
Plátano (*Musa acuminata* X *M. balbisiana*)	20	8	10.500	325

Cuadro 2. Identificacion tentativa de especies de *Meloidogyne* en algunos cultivos de Costa Rica*

Cultivo	Lugar	Especies de Meloidogyne		
		Incognita	Hapla	Exigua
HORTALIZAS				
Apio (*Apium graveolens*)	Escazú	X	X	
Ayote (*Cucurbita pepo*)	Santa Ana	X		
Chayote (*Sechium edule*)	Ujarráz	X		
Lechuga (*Lactuca sativa*)	Santo Domingo	X	X	
Pepino (*Cucumis sativus*)	Atenas	X	X	
Remolacha (*Beta vulgaris*)	Cartago	X	X	
Tomate (*Lycopersicon esculentum*)	Santa Ana	X	X	
Zanahoria (*Daucus carota*)	Santo Domingo	X	X	
TUBERCULOS Y RAICES				
Papa (*Solanum tuberosum*)	Cartago	X	X	
GRANOS BASICOS				
Frijol comun (*Phaseolus vulgaris*)	Pérez Zeledón	X		
Frijol de costa (*Vigna sinensis*)	Cañas	X		
Frijol mungo (*Phaseolus aureus*)	Turrialba	X		
Frijol soya (*Glycine max*)	Cañas	X		
FRUTALES				
Fresa (*Fragaria* X *Ananassa*)	Cartago		X	
Melocotón (*Prunus persicae*)	Coronado	X	X	
Naranjilla (*Solanum quitoense*)	Pérez Zeledón	X		
Papaya (*Carica papaya*)	Parrita	X		
Sandía (*Citrullus lunatus*)	Cañas	X		
Uva (*Vitis vinifera*)	Alajuela	X		X
ESPECIES				
Cardamomo (*Eletaria cardamomum*)	Turrialba	X		
Jengibre (*Zingiber officinale*)	Siquirres	X		
Pimienta (*Piper nigrum*)	Guápiles	X		

Cuadro 2 (cont.)

Cultivo	Lugar	Especies de Meloidogyne		
		Incognita	Hapla	Exigua
ORNAMENTALES				
Clavel	Santo Domingo	X	X	
OTROS				
Banano (*Musa acuminata* AAA)	Guápiles	X		
Café (*Coffea arabica*)	Santo Domingo			X
Caña azúcar (*Saccharum officinarum*)	Cañas	X		
Plátano (*Musa acuminata* X *M. balbisiana*)	San Carlos	X		

*Para la determinación de las especies de *Meloidogyne* se obtuvieron los diseños perineales de hembras ovígeras. Los diseños se compararon con las descripciones dadas en la literatura para las diferentes especies de este género.

PROGRAMAS DE INVESTIGACION EN DESARROLLO

Propuestas De Investigaciones - MAG - IMP - Costa Rica

1) Evaluación de poblaciones del género Meloidogyne en programas de rotación de cultivos.

2) Identificación de especies de Meloidogyne mediante respuesta de hospedantes diferenciales.

3) Estudios para determinar los cultivos hospederos de las especies de Meloidogyne existentes en Costa Rica.

4) Establecimiento de colecciones de poblaciones de Meloidogyne spp.

5) Estudios para determinar las malezas hospederas de las especies de Meloidogyne existentes en Costa Rica.

6) Evaluaciones sobre control biológico del nemátodo Meloidogyne con el hongo Paecilomyces lilacinus, en tomate.

7) Efectos de nematicidas en el control de Meloidogyne exigua en café Caturra.

PROGRAMAS DE INVESTIGACION CONCLUIDOS

Evaluación De Cuatro Nematicidas Para El Combate De Meloidogyne Incognita En Tomate (Ing. Felipe Perlaza R.)

El ensayo se plantó en la zona de Santa Ana, durante el inicio de la estación lluviosa. El suelo en el área experimental tiene un pH de 5.9 y 9.9% de materia orgánica.

Cada parcela experimental medía diez metros lineales de longitud, la parcela efectiva constaba de diez plantas del cultivar "Tropic." Se utilizó un arreglo de bloques al azar con seis repeticiones.

Los nematicidas evaluados fueron el fenamifos 5G (8 kg i.a./ha), carbofuran 10G (4 kg i.a./ha), aldicarb 10G (4 kg i.a./ha) y ethoprop 5G (8 kg i.a./ha), estos productos se aplicaron solos al suelo al momento del transplante. Se incluyó un testigo absoluto.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: (Cuadros No. 3 y 4). Todos los nematicidas aumentaron el peso de los frutos, excepto el ethoprop que fue menor que el testigo, asi como la altura de las plantas. Solo el fenamifos logro reducir el indice de nódulos radicales. En el segundo muestreo, 60 días después del transplante, las poblaciones de Meloidogyne se redujeron apreciablemente en todos los tratamientos; en el tercer muestreo, 170 días después del transplante, las poblaciones se aumentaron y lograron, la mayoría, sobrepasar las poblaciones iniciales.

Cuadro 3. Valores promedios de peso de frutos y altura de plantas de tomate en la evaluación de cuatro nematicidas en Santa Ana

Tratamiento	Peso: Kg/ha[x]	Altura: cm[x]
fenamifos	21.073 a	73.5 a
carbofuran	21.520 a	73.9 a
ethoprop	18.904 a	69.4 a
aldicarb	20.004 a	71.8 a
testigo	19.900 a	71.3 a

[x]Promedio de seis repeticiones.

Cuadro 4. Valores promedios de población de nemátodos del género Meloidogyne presentes en el suelo, antes y después de la aplicación de cuatro nematicidas en tomate y del índice de nódulos radicales en Santa Ana

Tratamientos	Numero de Nematodos/100 cm^3 de Suelo — Días después de la siembra			Indice de nodulos - radicales[x]
	0[1/]	60[2/]	170[3/]	
fenamifos	173	80	300	1.1 a
carbofuran	149	56	2.840	2.5 b
ethoprop	108	76	881	2.7 c
aldicarb	100	52	690	2.4 b
testigo	170	173	3.200	2.9. c

[x]Promedio de seis repeticiones.

[1/]Primer muestreo; antes de aplicación de nematicidas.

[2/]Segundo muestreo; a los 60 días de transplante.

[3/]Tercer muestreo; a los 170 días de transplante.

Morfometría y Respuesta de Hospedantes Diferenciales de Una Población de *Meloidogyne* sp. (Ing. Felipe Perlaza R.)

Esta investigación se realizó bajo condiciones de invernadero. La identificación de la población de *Meloidogyne* sp. fue la M-22, colectada en raíces de pepino en Sabana Larga, Atenas, fue aislada y se incrementó a partir de una sola masa de huevos, inoculada en plántulas de tomate del cultivo "Rutgers."

Para la respuesta de los hospedantes diferenciales se utilizaron plantas de maíz (Minn. A-401), tabaco (NC-95), chile dulce (California Wonder), algodón (Deltapine 16), maní (Florunner), sandía (Charleston Grey), fresa (Tioga), camote (All Gold y Puerto Rico). Como indicador de viabilidad del inóculo se utilizó el tomate (Rutgers).

Las plantas se inocularon de la siguiente forma: el maíz y camote a los 10 días de edad; el maní, algodón y sandía a los 16 días el tomate a los 30 días; y el tabaco, fresa y chile dulce a los 10 días.

De acuerdo con los resultados obtenidos (Cuadros 5, 6, 7, 8) se encontró que el camote (All Gold), maíz, chile dulce y sandía resultaron ser muy buenos hospedantes; el tabaco fue un hospedante pobre; el camote (Puerto Rico) y el algodón fueron infectados levemente; el maní y la fresa no fueron hospedantes. Los valores en la morfometria de larvas, machos y hembras, asi como los anteriores, fueron muy similares a los dados por otros autores, para permitir el reconocimiento e identificación de esta población como perteneciente a la especie *M. incognita*.

Cuadro 5. Respuesta de nueve hospedantes diferenciales a una población de *Meloidogyne* sp (M-22), de acuerdo al índice de masas de huevos, en Sabana Larga, Atenas.

Hospedantes		Indice[x]
Camote	(All Gold)	5.0
Camote	(Puerto Rico)	0.4
Maní	(Florunner)	0.0
Maíz	(Minn A-401)	4.0
Algodón	(Deltapine 16)	0.3
Fresa	(Gioga)	0.0
Chile	(California Wonder)	4.0
Sandía	(Charleston Grey)	1.5
Tabaco	(NC-95)	1.5

[x]Promedio de cuatro repeticiones. Respuesta de los hospedantes evaluada de acuerdo al No. de masas de huevos: 0 = ninguna, 1 = 1-2, 2 = 3-10, 3 = 11-30, 4 = 31-100, y 5 = + de 100. El tomate "Rutgers" se usó como indicador de viabilidad del inocula; en todos los casos recibio una lectura de 5.

Cuadro 6. Algunas características morfométricas de machos de una población de Meloidogyne sp. colectada en Sabana Larga, Atenas.

Caracteristica	Promedio	Amplitud
Longitud estilete (um)	23.2	21-25
Ancho máximo (um)	38.3	29-44
O.G.D.E.	2.6	2-4
Espículas (Cuerda del arco) (um)	33.2	25-37
Cola (um)	13.9	12-17
Líneas laterales	4	
Areolación	No	

Cuadro 7. Características morfométricas de larvas en el segundo estadio de una población de Meloidogyne sp. de Sabana Larga, Atenas.

	Promedio	Amplitud
Longitud total (um)	381.2	360-400
Longitud de cabeza (um)	14.9	14-16
O.G.D.E. (um)	2.9	2.5-3
Cola (um)	45.9	42-51
Ancho máximo (um)	14.5	14-16
Diámetro anal (um)	10.6	9-11
Hemizonidio	Anterior	
Recto	Dilatado	

Cuadro 8. Características morfométricas de hembras de una población de Meloidogyne sp. de Sabana Larga, Atenas.

	Promedio	Amplitud
O.G.D.E. (um)	4.1	2.5-4.5
Poro excretor (um)	25.3	19-25
Longitud estilete (um)	16.5	14-18
Protuberancia posterior	No	

Reconocimiento De Géneros De Nemátodos Parasitos Del Cafeto (Ing. Adrián Figueroa M.)

Se determinaron 21 géneros de nemátodos parásitos asociados con el cultivo en las diferentes áreas cafetaleras del país (Cuadro 9). Los nemátodos Pratylenchus coffeae y Meloidogyne exigua se consideran los más importantes por su diseminación, el monto de sus poblaciones y el daño que inducen en almacigales, resiembras y plantaciones establecidas. Se logró establecer que el nemátodo Pratylenchus es más importante en el área Occidental del Valle Central del país, mientras que Meloidogyne predomina en el área Oriental, con algunas excepciones. Las poblaciones promedio de estos nemátodos evaluadas en número de individuos por 100g de raíces fueron de 9.104 para el género Meloidogyne y 7.006 para Pratylenchus (Cuadro 10). Se utilizó el método de extracción de macerado y cernido.

En términos generales se concluye que el rol que desempeñan los nemátodos parásitos en nuestras áreas cafetaleras es muy importante, su diseminación es muy amplia y los daños observados en el campo ameritan programas de investigación y servicios de gran magnitud.

Cuadro 9. Géneros de nemátodos fitoparasitos asociados al cultivo del café en Costa Rica

Pratylenchus	Ditylenchus
Meloidogyne	Psilenchus
Helicotylenchus	Aphelenchoides
Criconemoides	Aphelenchus
Xiphinema	Criconema
Longidorus	Macroposthonia
Trichodorus	Cacopaurus
Tylenchorhynchus	Hemicycliophora
Paratylenchus	Peltamigratus
Tylenchus	Trophurus
Rotylenchus	

Cuadro 10. Reconocimiento de nemátodos endoparasitos del cafeto (Ing. Adrián Figueroa M.)

Cultivo	Número de muestras		Promedios de nemátodos/muestra de 100g de raíz y 100 ml de suelo			
			Meloidogyne		Pratylenchus	
	Raíz	Suelo	Raíz	Suelo	Raíz	Suelo
Café (*C. arabica*)	442	383	9.104	79	7.006	23

Efectos Del Carbofuran y Oxamil en el Cafe Caturra (Ing. Adrián Figueroa M.)

El experimento se efectuó en Sabanilla, Alajuela. En una plantación de café (Coffea arabica L.) de 1 año de edad en siembra definitiva, se determinó un crecimiento deficiente de las plantas relacionado con las poblaciones del nemátodo Pratylenchus coffeae y Meloidogyne exigua. Una área de 6989 m^2 (1 Mz) con 5.000 arbustos se dividió en 2 parcelas.

Una parcela no recibió tratamiento nematicida mientras que la otra fue tratada cada año, de la siguiente manera: 1) Carbofuran granular en dosis de 0.75 g/arbusto y aplicado en el suelo alrededor de los troncos. 2) Cuatro meses después se le hicieron 3 aplicaciones foliares en bajo volumen y a intervalos mensuales de Oxamil en dosis de 1.500 ppm. El nematicida granular fue aplicado al mediar el mes de mayo, al principio de la estación lluviosa. El programa se continuó por 2 años más.

Los datos después de 2 años de experimentación, indicaron diferencias significativas en la cosecha, favorables a la parcela tratada, con un incremento de un 13% (Cuadro 11). Los resultados obtenidos durante el tercer año mostraron una cosecha ligeramente similar en la parcela tratada, mientras que en la no tratada la cosecha se redujo drásticamente. El incremento final de la cosecha en la parcela tratada fue de un 28%.

Cuadro 11. Analisis de 2 cosechas

Prueba de t 0.05	Libras/planta	Fan/Mz	Kg/Ha	Tm/Ha
	Cosecha a los 2 años de la siembra			
Testigo	6.52	57.7	21.293	21.3
Tratado 5%	7.35	65.0	23.987	24.0
	Cosecha a los 3 años de la siembra			
Testigo I	5.57	49.29	18.190	18.2
Tratado I 1%	7.13	63.10	23.286	23.3

Evaluaciones Del Nematicida Aldicarb En Parcelas Demostrativas De Café Caturra (Ing. Adrián Figueroa)

Este ensayo se localizó en los Angeles de Sabanilla, Alajuela, en siembras nuevas de café Caturra ubicadas en antiguos cafetales, muy contaminados que se eliminaron desraizándolos. Las poblaciones iniciales de nemátodos parásitos detectados en la nueva siembra fueron muy bajas, las poblaciones finales se incrementaron considerablemente.

Una area de 1400 m^2 se dividió en 4 parcelas cultivadas a 0.84 m entre plantas y 1.68 m entre hileras. Cada parcela constó de 60 puntos de siembra subdivididos en 6 subparcelas de 5 puntos de siembra cada una. Las parcelas se ubicaron a manera de una equis, dos parcelas recibieron tratamiento con Aldicarb o Temik en dosis de 1 g i.a. dos veces por año, mayo y setiembre. Las otras dos no recibieron tratamiento nematicida. El tratamiento se continuó por 3 años (Cuadro 12).

Se hicieron mediciones de alturas y diámetros de las plantas, así como de la cosecha. Las mediciones iniciales no mostraron diferencias.

Las mediciones realizadas en las plantas y en la cosecha a los 3 años dieron diferencias significativas favorables a los tratamientos con nematicida. Con un incremento de 0.58 kilos por punto de siembra.

Cuadro 12. Evaluaciones del nematicida Aldicarb en parcelas demostrativas de café Caturra

Tratamientos y dosis/punto de siembra	Evaluaciones biométricas por punto de siembra: Mediciones de plantas: Altura (cm)	Mediciones de plantas: Diamétro (mm)	Cosecha 80-81: kilos/parcela	Evaluaciones de nemátodos: Nemátodos en 100g de raíces: Meloidogyne exigua	Pratylenchus coffeae
Aldicarb 1g i.a.	160[a]	37.60[a]	15.93[a]	5.250	4.000
Testigo no tratado	156[b]	34.85[b]	13.00[b]	47.000	18.250

Sistema de siembra por punto de siembra = 1.68 m X 0.84 m (2 varas X 1 vara).

Letras diferentes indican diferencia significativa parcela = 5 puntos de siembra

Se hicieron 2 aplicaciones de nematicida por año.

INFORME SOBRE EL TRABAJO REALIZADO PARA EL PROYECTO INTERNACIONAL MELOIDOGYNE EN LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA EN EL PERIODO DE 1979-1981

M. Alvarado, C. Sancho, J. Castro, L. Salazar, R. López

Uno de los factores que constituyen un limitante en la producción agrícola de Costa Rica son los nematodos fitoparásitos, especialmente los del género Meloidogyne. Dada su importancia, se han realizado varios estudios que demuestran la presencia, hasta el momento, de cuatro especies de Meloidogyne (M. incognita, M. hapla, M. javanica y M. exigua) plenamente identificadas; siendo M. incognita la más importante y mayormente distribuída en el territorio nacional.

Entre los cultivos más severamente afectados se encuentran las hortalizas (tomate, zanahoria, remolacha, apio, lechuga, ayote, chayote, etc.), el tabaco, el jengibre y el frijol, etc., los que representan una fuente muy importante de ingresos para muchos agricultores, aparte de constituir, la mayoría de ellos, parte esencial en la dieta del costarricense.

Los reconocimientos nematológicos realizados en el Laboratorio de Nematología de la Universidad de Costa Rica han demostrado que existe una gran cantidad de cultivos a los que se encuentra asociado Meloidogyne, sin embargo por falta de recursos económicos, no se han realizado aún las investigaciones necesarias para definir si está o no causando daño en dichos cultivos.

Caba destacar que gracias al apoyo del Proyecto Internacional Meloidogyne y de la Universidad de Costa Rica, se han realizado en los últimos años una serie de investigaciones que nos han permitido tener un mayor conocimiento sobre el comportamiento de los nematodos formadores de agallas bajos nuestras condiciones ecológicas y en relación con diversos cultivos.

Algunos de los resultados obtenidos en las últimas investigaciones se presentan a continuación.

Efecto De La Densidad Inicial De Inoculo De Meloidogyne Incognita Sobre El Rendimiento Y Otras Variables De La Lechuga

Se evaluó bajo condicines de campo, y mediante el uso de micro-parcelas, el efecto de seis densidades iniciales de inóculo (0, 40, 80, 120, 160, y 200 huevos/100 ml de suelo) de Meloidogyne incognita sobre el rendimiento y otras variables de la lechuga Lactuca sativa, cv. White

Boston. Las densidades de 40 y 200 huevos/100 ml de suelo redujeron significativamente el rendimiento, en comparación con el testigo. Hubo un efecto lineal positivo, estadísticamente significativo, de las diferentes densidades sobre el valor del índice de nódulos radicales. No hubo diferencias significativas entre densidades en cuanto al peso de las raíces, la calidad de las cabezas de lechuga y la tasa de reproducción de M. incognita.

Patogenicidad De Meloidogyne Sp. Y Determinación De Este Y Otros Nemátodos Asociados Al Arroz (Oryza Sativa L.) En El Sureste De Costa Rica

Se evalúo el efecto de cuatro densidades de inóculo (0, 333, 666, y 999 huevos/ml de suelo) de una población de Meloidogyne sp. colectada en La Cuesta, cantón de Corredores, sobre ciertas variables agronómicas en tres cultivares de arroz (CR-1113, Cica 7 y CR-5272) bajo condiciones de invernadero. Se encontró que la densidad de inóculo produjo un efecto lineal descendente sobre el diámetro del tallo, el ancho de la hoja central y la altura de plantas, una situación inversa a la anterior se presentó con respecto al peso de las raíces. La densidad de inóculo también produjo efectos cúbicos sobre el número de larvas recuperadas en el suelo al final del período de crecimiento y sobre el índice de nódulos radicales. Se obtuvo diferencias entre cultivares en el diámetro de tallos, ancho de la hoja central, peso de las raíces y en el número de larvas recuperadas del suelo al final del período de crecimiento, no así en cuanto a la altura de plantas, peso del follaje y el índice de nódulos radicales. En las plantas inoculadas se presentaron síntomas comoclorosis de las hojas, achaparramiento, falta de vigor necrosis foliar y baja densidad de macollamiento. Se observó la formación de nódulos radicales en el ápice de las raíces que impidieron el desarrollo de las mismas, hubo además proliferación de raíces secundarias que salían del lado convexo de la agalla. Se presentó necrosis radical en algunas plantas con alta densidad de inóculo. En cuanto al reconocimiento nematológico efectuado en el Sureste de Costa Rica se encontró que Meloidogyne sp. actualmente está poco diseminado, sin embargo sus densidades poblacionales son bastante altas en los pocos lugares en que aparece. Otros nematodos encontrados en asocio con arroz en la zona estudiada fueron Tylenchorhynchus annulatus, siendo éste el más abundante, Macroposthonia onoensis, Tylenchus sp., Pratylenchus zeae y Helicotylenchus sp. que fue el más frecuente.

Susceptibilidad Comparativa De Diez Cultivares De Frijol Común (Phaseolus Vulgaris L.) Al Ataque De Meloidogyne Incognita

Bajo condiciones de invernadero se evaluó la susceptibilidad de los cultivares de frijol común México 80-R (M-80), México 81-R (M-81), México 27-N (M-27), México 29-N (M-29), Alajuela 1-R (A-1), S-182-N (S-182), Porrillo N°1 (P-1), Jamapa-N (J-N), Pavamor-N (Pa-N) y Turrialba 4-N (T-4) al ataque de Meloidogyne incognita. Sesenta días después de la inoculación de 10.000 huevos/planta, se encontraron diferencias significativas entre cultivares en el peso fresco de las partes aéreas, de las vainas y de las raíces y en el índice de nódulos radicales. La tasa de reproducción de M. incognita en A-1, T-4, Pa-N, y P-1, fue baja, moderada en S-182, M-27, J-N, M-29 y M-81 y relativamente alta en M-80. M. incognita redujo significativamente el peso fresco de las partes aéreas de M-29, A-1, P-1, Pa-N, el peso de las raíces de Pa-N y el peso de las vainas de A-1, pero produjo un aumento significativo del peso fresco de las partes aéreas de M-80, del peso de las raíces de M-80, M-27, M-29 y M-81 y del peso de las vainas de M-27 y P-1.

Variaciones Morfometricas Y Respuesta De Nueve Hospedantes Diferenciales A Tres Poblaciones De Meloidogyne Javanica De Costa Rica

Se realizó un estudio morfológico-morfométrico de tres poblaciones de Meloidogyne javanica (MJ-1, MJ-2, MJ-3) colectadas en Theobroma cacao L., Nicotiana tabacum L. y Stachytarpheta jamaicense (L.C. Rich) Vahl, en tres localidades de Costa Rica. Además se inocularon nueve hospedantes diferenciales con cada población. Se encontraron diferencias significativas entre poblaciones en la longitud total, longitud de la cabeza, cola, ancho máximo, diámetro anal, y la relación alfa de larvas en el segundo estadio, longitud del estilete, ancho máximo, O.G.D.E., las espículas y cola de los machos, longitud del estilete y O.G.D.E. en las hembras. También se encontró que la forma del diseño perineal de la hembra era el característico de la especie. El maní Florunner, el algodón Delta Pine L-16, el camote Puerto Rico y la fresa Tioga no fueron hospedantes para ninguna de las poblaciones. El tabaco NC-95, el camote All Gold, y el maíz Minn A-401 fueron buenos hospedantes para las tres poblaciones. El chile California Wonder fue un buen hospedante para MJ-2, moderado para MJ-3 y un mal hospedante para MJ-1, la sandía Charleston Grey fue un buen hospedante para MJ-3 y un hospedante moderado para MJ-1 y MJ-2.

Observaciones Sobre La Distribución Espacial De Meloidogyne Incognita Despues De La Cosecha En Dos Plantios De Tabaco Burley

Se estudió la distribución espacial de larvas de Meloidogyne incognita despues de una cosecha de tabaco burley en dos plantíos (A y B) en un suelo aluvial de Repunta de Pérez Zeledón, Costa Rica. En cada plantío se tomaron muestras en el sentido horizontal a 5, 10 y 15 cm del tronco de cada una de cinco plantas escogidas al azar, entre plantas sembradas en una misma hilera (entre plantas) y luego, en un ángulo de 90° entre plantas colocadas entre hileras adyacentes (entre hileras). Verticalmente, en cada punto se muestreó desde la superficie del suelo hasta los 45 cm de profundidad, a intervalos de 15 cm. En el sentido horizontal se encontró que en el plantío A las mayores densidades se localizaron a 5 cm del tronco, y que la densidad disminuyó conforme aumentaba la distancia a que se tomaban las muestras del tronco, tanto entre plantas como entre hileras. En el plantío B se encontró que, entre plantas, las mayores densidades generalmente estuvieron localizadas a 10 cm del tronco, mientras que entre hileras la localización de las mayores densidades fue irregular. En el sentido vertical en ambos plantíos, las densidades disminuyeron levemente conforme aumentó la profundidad de muestreo.

Recuperación De Larvas De Meloidogyne Incognita De Tres Suelos Tropicales Por Modificaciones De La Tecnica De Centrifugación-Flotación

Se evaluó la influencia del volumen de la muestra (50, 100 o 150 cm^3) del número de lavados de la muestra (1, 2 o 3) del tiempo de suspensión en el agua antes de su paso a través de las cribas (20, 40 o 60 seg) y del arreglo de las cribas (A: una de 50 y dos de 325 mesh; B: una de 100 y dos de 325 mesh; C: una de 100 y una de 325 mesh), además se evaluó el tiempo de centrifugación (3, 4 o 5 min a 3000 rpm) y la gravedad específica de la solución azucarada (1.12, 1.15, o 1.18) en la recuperación de larvas de Meloidogyne incognita en tres tipos de suelos (Ustropept, Ustult y Tropept) comúnmente encontrados en Costa Rica. Se encontró que los tratamientos de un solo lavado y 20 seg de suspensión permitieron recuperar densidades significativamente mayores en el suelo Ustult; un solo lavado también permitió recuperar más larvas en el suelo Tropept. La utilización de un arreglo B de cribas y de una solución azucarada con 1.18 de gravedad específica permitió recuperar densidades significativamente mayores en los suelos Ustropept y Tropept respectivamente.

Nemátodos Fitoparásitos Asociados A Arboles Frutales En Algunos Cantones De Alajuela, Costa Rica

Se realizó un reconocimiento nematológico para determinar los géneros, y en algunos casos las especies de nematodos fitoparásitos asociados a árboles de mango (Mangifera indica), guanabana (Annona muricata), marañón (Anacardium occidentale), papaya (Carica papaya), tamarindo (Tamarindus indica), guayaba (Psidium guajava), manzana de agua (Syzgium malaccensis) y cítricos (Citrus spp.) en San Josecito, San Mateo y Orotina, provincia de Alajuela. Se encontró que Helicotylenchus, Meloidogyne, Rotylenchulus reniformis, Criconemoides, Tylenchus, Paratylenchus y Tylenchulus semipenetrans estaban presentes en un 64, 49, 44, 36, 30, 28 y 21% de las muestras, respectivamente. Otros géneros menos frecuentes fueron Trichodorus, Pratylenchus, Xiphinema, Aphelenchoides, Psilenchus y Longidorus.

Distribucion Espacial De Nemátodos Del Arroz Despues De La Cosecha En El Sureste De Costa Rica

Se hicieron observaciones preliminares sobre la distribución vertical y horizontal de los nematodos fitoparásitos asociados al arroz en Río Claro y La Cuesta, provincia de Puntarenas, inmediatamente después de la cosecha. En ambas localidades se tomaron muestras compuestas de suelo a intervalos de 15 cm, desde la superficie hasta los 45 cm de profundidad, en cada un de seis parcelas adyacentes de un metro cuadrado. Se encontró que en los dos sitios la distribución horizontal de todos los nematodos fitoparásitos fue heterogénea entre parcelas. Las densidades poblacionales de todas las especies disminuyó considerablemente conforme aumentó la profundidad de muestreo; la mayor parte de los nematodos se localizó en los primeros 15 cm de profundidad, las especies de nematodos asociados al arroz en La Cuesta fueron Tylenchorhynchus annulatus, Macroposthonia onoensis y una especie no descrita de Meloidogyne, mientras que en Río Claro fueron T. annulatus, Macroposthonia onoensis y Helicotylenchus sp.

Extracción De Nemátodos Asociados Al Arroz, Cv. C.R. 1113, Mediante Modificaciones De La Tecnica De Centrifugación-Flotación

Se evaluó la influencia del volumen de la muestra (50, 100 o 150 ml), del número de lavados de la muestra (1, 2 o 3), del tiempo de suspensión antes de los lavados (20, 40 o 60 segundos), del arreglo de las cribas (A: una de 50 y dos de 325 mesh; B: una de 100 y dos de 325 mesh; C: una de 100 y una de 325 mesh), del tiempo de centrifugación (3, 4 o 5 minutos a 3000 rpm) y de la densidad de la solución azucarada (1.12, 1.15

o 1.18), sobre la extracción de nemátodos fitoparásitos asociados al arroz de La Cuesta, cantón de Corredores, mediante el método de centrifugación-flotación en solución azucarada. Se encontró que con un volumen de 50 ml se recuperaron significativamente más Macroposthonia onoensis y Tylenchorhynchus annulatus que con volumenes de 100 o 150 ml de suelo. Sesenta segundos de suspensión antes de los lavados permitió recuperar densidades significativamente mayores de M. onoensis que 20 o 40 segundos, mientras que con 20 segundos se extrajeron significativamente menos T. annulatus que con 40 o 60 segundos. La densidad de 1.18 permitió extraer significativamente más T. annulatus que la de 1.12. No se encontró diferencia significativa alguna entre tratamientos en la extracción de T. annulatus, M. onoensis y una especie no descrita de Meloidogyne, en cuanto a las otras variables evaluadas.

Distibucion Espacial De Meloidogyne Sp. En La Rizosfera De Varios Frutales En Seis Localidades De Costa Rica

Para obtener información acerca de la distribución espacial de Meloidogyne sp. en papaya (Carica papaya), cítricos (Citrus sp.) aguacate (Persea americana) y marañón (Anacardium occidentale) se tomaron muestras en la zona de San Carlos, Corredores, Orotina, Turrialba, Esparza, y San Mateo. En el plano horizontal se tomaron muestras en puntos localizados a la media gotera y a la gotera, tanto entre árboles localizados en una misma hilera (entre árboles) como entre árboles localizados entre hileras adyacentes (entre hileras) en cinco árboles escogidos al azar dentro de cada plantío. Verticalmente y en cada uno de los puntos anteriormente mencionados, se tomaron muestras de los 0 a los 75 cm de profundidad, a intervalos de 15 cm.

Papaya. Se encontró que en San Carlos y Corredores las mayores densidades de Meloidogyne se localizaron en los primeros 15 cm de de profundidad, mientras que en Orotina la densidad fue variable en relación a la profundidad. En el plano horizontal en Orotina la mayor densidad se localizó en la media gotera tanto entre árboles como entre hileras mientras que en San Carlos se localizó la mayor densidad, en la media gotera entre árboles y en la gotera entre hileras. En Corredores se presentó la densidad más alta en la gotera entre árboles y en la media gotera entre hileras.

Citricos. En Turrialba la mayor densidad se localizó en los primeros 15 cm, de profundidad, mientras que en el plano horizontal las mayores densidades se encontraron en la media gotera tanto entre árboles como entre hileras.

Aguacate. En Corredores la densidad mayor se localizó en los primeros 30 cm de profundidad, mientras que en Esparza fue variable. Tanto en Corredores como en Esparza las mayores densidades, en el plano horizontal se localizaron a la media gotera entre árboles y a la gotera entre hileras.

Marañon. En Esparza y San Mateo las mayores densidades en el plano vertical se encontraron en los primeros 30 cm, mientras que en forma horizontal las densidades más altas, en ambas localidades, se presentaron a la media gotera entre árboles y a la gotera entre hileras.

Planes Y Actividades Futuras Universidad De Costa Rica, Laboratorio De Nematologia

1. Estudios sobre distribución geográfica de *Meloidogyne* en nuevas zonas agrícolas de Costa Rica.

2. Pruebas con los hospedantes diferenciales utilizando poblaciones de *Meloidogyne* de estas nuevas zonas agrícolas.

3. Estudios sobre patogenicidad de *Meloidogyne* en varios cultivos.

4. Evaluación de variedades de cultivos para observar su suceptibilidad a *Meloidogyne*.

5. Estudios sobre combate químico.

6. Estudios sobre la influencia de diferentes tipos de suelo, en la recuperación de *Meloidogyne*.

Investigaciones realizadas en el período 1978-1981, publicadas por la Universidad de Costa Rica como parte del Proyecto Internacional *Meloidogyne*

Calvo, B. y R. Lopez. 1980. Combate químico de *Meloidogyne incognita* en dos cultivares de tabaco burley. Agronomía Costarricense 4(2):175-182.

Carrillo A, M.A. y R. Lopez CH. 1979. Respuesta del tabaco estufado a la aplicación de nematicidas. Nematrópica 9 (2):129-134.

Gonzalez, L. y R. Lopez. 1980. Efecto de densidades de inóculo y características del suelo sobre la patogenicidad de *Meloidogyne incognita* en lechuga. Agronomía Costarricense 4 (2):155-163.

Hidalgo, L. y R. Lopez. 1980. Caracterización morfométrica de cuatro poblaciones de *Meloidogyne incognita* de Costa Rica. Turrialba 30 (2): 129-135.

Hidalgo, L. y R. Lopez. 1980. Susceptibilidad de diez cultivares de maíz (*Zea mays* L.) a cuatro poblaciones de *Meloidogyne incognita*. Turrialba 30 (3):316-322.

Incer A, A., y R. Lopez CH. 1979. Evaluación de prácticas selectas para el combate integrado de Meloidogyne incognita en apio. Nematrópica 9 (2): 140-146.

Lopez CH, R. 1981. Observaciones sobre la distribución espacial de Meloidogyne incognita después de la cosecha en dos plantíos de tabaco burley. Turrialba 31 (1):11-14.

Lopez, R. 1980. Susceptibilidad comparativa de diez cultivares de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) al ataque de Meloidogyne incognita. Agronomía Costarricense 4 (1):69-73.

Lopez CH , R. y L. A. Salazar F. 1978. Morfometría y algunos hospedantes de Meloidogyne hapla en la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica. Agronomía Costarricense 2 (1):29-38.

Mattey F , J. y R. Lopez CH. 1978. Evaluación de nematicidas y de métodos de aplicación en el combate de nematodos fitoparásitos y en la producción y calidad de la lechuga. Turrialba 28 (1):15-18.

Padilla, C. A. y R. Lopez. 1979. Evaluación de nematicidas granulados para el combate de Meloidogyne spp. en arveja (Pisum sativum L.). Agronomía Costarricense 3 (2):89-95.

Padilla, C. A., R. Lopez, y E. Vargas. 1980. Interacción entre Meloidogyne spp. y Fusarium oxysporum f. sp. pisi en arveja. Agronomía Costarricense 4 (1):55-60.

Perlaza, F., R. Lopez, y E. Vargas. 1979. Combate químico de Meloidogyne spp. y Alternaria sp. en zanahoria (Daucus carota L.). Turrialba 29 (4): 263-267.

Perlaza, F., R. Lopez, y E. Vargas. 1978. Efecto de la aplicación combinada de nematicidas y fungicidas en el combate de Meloidogyne incognita, M. hapla y Alternaria sp. en lechuga. Fitopatología 13 (2):90-96.

Salazar F , L. 1980. Variaciones morfométricas y respuesta de nueve hospedantes diferenciales a tres poblaciones de Meloidogyne javanica de Costa Rica. Turrialba 39 (3):344-351.

Salazar, L. A. y R. Lopez. 1980. Caracterización morfométrica y ámbito de hospedantes diferenciales de diez poblaciones de Meloidogyne spp. de Costa Rica. Agronomía Costarricense 4 (1):21-31.

Investigaciones realizadas en la Universidad de Costa Rica como parte del Proyecto Internacional Meloidogyne durante el período 1978-1981 y que se encuentran en prensa en la actualidad

Alvarado, M. y R. Lopez CH. 1981. Extracción de nemátodos fitoparásitos asociados al arroz, cv. C. R. 1113, mediante modificaciones de las técnicas de centrifugación-flotación y embudo de Baermann modificado. Agronomía Costarricense 5 (1): (en prensa).

Alvarado, M. y R. Lopez CH. 1982. Recuperación de larvas de Meloidogyne incognita de tres suelos tropicales por modificaciones de las técnicas del embudo de Baermann modificado y centrifugación-flotación. Turrialba: (en prensa).

Castro Z , J. A. y R. Lopez CH. 1981. Respuesta de dos cultivares de lechuga (Lactuca sativa L.) a densidades crecientes de inóculo de Meloidogyne incognita (Kofoid y White) Chitwood. Agronomía Costarricense: (en prensa).

Lopez CH , R. 1982. Distribución de nemátodos del arroz después de la cosecha en el sureste de Costa Rica. Agronomía Costarricense: (en prensa).

Lopez CH , R. y J. Azofeifa CH. 1982. Reconocimiento de nemátodos fitoparásitos asociados con hortalizas en Costa Rica. Agronomía Costarricense: (en prensa).

Rivera B , R. y R. Lopez CH. 1982. Evaluación de nematicidas para el combate de Meloidogyne incognita en dos cultivares de Apium graveolens. Turrialba: (en prensa).

EXTRACCION DE NEMATODOS FITOPARASITOS ASOCIADOS AL ARROZ, cv. C.R. 1113, MEDIANTE MODIFICACIONES DE LAS TECNICAS DE CENTRIFUGACION-FLOTACION Y EMBUDO DE BAERMANN MODIFICADO*

Melvyn Alvarado S. y Róger López Ch.**

Introduccion

El arroz constituye uno de los principales cultivos sembrados en la Zona Sur del país. Dentro de los patógenos que pueden afectar o limitar su producción, se mencionan los nemátodos fitoparásitos (6, 8, 10).

Uno de los principales factores que determina la cuantía del daño que un nemátodo fitoparásito puede causar en una planta susceptible es su densidad inicial, dada la baja movilidad y tasa de reproducción de los nemátodos en comparación con otros patógenos como bacterias, hongos y virus (3, 4, 9).

Entre los aspectos más importantes de la fitonematología se encuentra la determinación de la densidad económicamente crítica, interpretándose ésta como aquella densidad inicial de una especie de nemátodo que causa un porcentaje de daño cuyo valor es equivalente al costo de las medidas de combate que es necesario aplicar para evitar este daño (4, 9). La metodología de extracción de nematodos desempeña un papel preponderante en la determinación de la densidad económicamente crítica, por lo que se requiere contar con técnicas confiables y precisas que permitan recuperar nemátodos en una cantidad tal, que realmente se obtengan resultados que sean representativos, cualitativa y cuantitativamente, de la población existente en el campo. Esto permitiría aplicar medidas de combate, especialmente mediante el uso de productos químicos, con una sólida base cientifica.

Dada la carencia de información local acerca de la eficacia de los métodos comúnmente usados en nuestro país para la extracción de nemátodos fitoparásitos, se realizó la presente investigación, cuyo objetivo fue

---

*Parte de la tesis de grado presentada por el primer autor ante la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica.

**Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

comparar estos métodos y cuantificar el efecto de una serie de variantes de los mismos sobre la recuperación de varios nemátodos asociados al arroz en dos localidades de la Zona Sur de Costa Rica. Un resumen parcial de este trabajo ya ha sido publicado previamente (1).

Materiales y Metodos

Se colectaron muestras de suelo en dos plantaciones de arroz en las localidades de Río Claro de Golfito y La Cuesta de Corredores; estas muestras fueron trasladadas posteriormente al laboratorio, donde fueron homogeneizadas y cuarteadas hasta obtener las submuestras correspondientes. En el Cuadro 1 se presentan algunas características físicas y químicas de los suelos utilizados en este estudio.

Las especies de nemátodos con las que se trabajó y los sitios donde se colectaron fueron las siguientes: Macroposthonia sp., Meloidogyne sp., Tylenchorhynchus annulatus (Cassidy) Golden en La Cuesta de Corredores (M-LC, Me-LC, Ta-LC, respectivamente); Macroposthonia sp., Helicotylenchus sp. y T. annulatus en Río Claro de Golfito (M-RC, H-RC y Ta-RC, respectivamente).

Se comparó la eficacia de dos técnicas de extracción de nemátodos del suelo, para cada una de las especies mencionadas. Estas técnicas fueron: la de Centrifugación-flotación en solución azucarada descrita por Caveness & Jensen (5), y la del Embudo de Baermann modificado por Christie & Perry, citada por Thorne (11).

Embudo de Baermann modificado por Christie & Perry (EBM). Cada submuestra de suelo se pasó a un balde plástico de 5 l de capacidad y se agitó con 4 l de agua potable; se dejó sedimentar la suspensión durante 20 s y luego se pasó a través de un arreglo de cribas de 100, 200 y 325 mesh, superpuestas de arriba hacia abajo; esta operación se repitió dos veces. El material retenido en las cribas de 200 y 325 mesh fue pasado a un cilindro de fondo de tela, el que posteriormente se dispuso en un embudo de vidrio parcialmente lleno de agua, de tal manera que esta apenas tocara el fondo de tela del cilindro. Después de 18 horas se recogió la suspensión a través de una criba de 325 mesh, la que se lavó con agua; luego se pasó los nemátodos en suspensión a un platillo de siracusa de 20 ml; los nemátodos fueron identificados y contados bajo un microscopio estereoscópico a 45 X.

Centrifugación-flotación en solución azucarada (CF). Cada submuestra de suelo se transfirió a un balde plástico de 5 l de capacidad y se agitó

Cuadro 1. Características físicas y químicas de los suelos en que se evaluó algunas modificaciones de dos técnicas de extracción de nemátodos fitoparásitos asociados al arroz.

Localidad / Característica	La Cuesta de Corredores	Río Claro de Golfito
Nombre textural	Franco limoso	Franco arcillo-limoso
Arena (%)	23,0	18,95
Limo (%)	52,3	45,85
Arcilla (%)	24,7	35,2
Materia orgánica (%)	3,0	2,1
pH H_2O	6,0	6,3
pH KCl	4,95	5,1
Sub-orden	Aquept	Aquept

con 4 l de agua potable; se dejó sedimentar la suspensión durante 20 s y luego se pasó a través de un arreglo de cribas de 100, 200 y 325 mesh, superpuestas de arriba hacia abajo; esta operación se repitió dos veces. El material retenido en las cribas de 200 y 325 mesh fue/pasado a un tubo de centrífuga de 20 ml; posteriormente se procedió a su centrifugación a 2800-3000 rpm durante 3 min, al cabo de los cuales se descartó el supernatante y se sustituyó por una solución azucarada (460 g de sacarosa en 1 l de agua); nuevamente se centrifugó a 2500-3000 rpm durante 3 min y luego se pasó el supernatante a través de una criba de 325 mesh; posteriormente se lavó con agua potable y se pasó los nemátodos en suspensión a un platillo de siracusa de 20 ml; los nemátodos fueron identificados y contados bajo un microscopio estereoscópico a 45 X.

En ambos métodos se evaluó la influencia del volumen de la muestra (50, 100 o 150 ml), del número de lavados de la muestra (1,2 o 3), del tiempo de suspensión antes de los lavados (20, 40 o 60 s) y del arreglo de cribas (A: una de 50 y dos de 325 mesh; B: una de 100 y dos de 325 mesh; C: una de 100 y una de 325 mesh). Además, en la técnica de centrifugación-flotación se evaluó el tiempo de centrifugación (3,4 o 5 min a 3000 rpm) y la gravedad específica de la solución azucarada (1, 12, 1, 15 o 1, 18), sobre la extracción de nemátodos asociados al arroz.

La eficacia de ambos métodos en la recuperación de las especies de nemátodos fue comparada entre sí en el caso de la primera variante evaluada (tamaño de la muestra); para esto se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con cinco repeticiones, donde las parcelas grandes fueron los métodos de extracción y las parcelas pequeñas el tamaño de muestra. Con las otras variantes evaluadas sólo se comparó independientemente para cada método de extracción el efecto de cada variante; en este caso se usó un diseño irrestrictamente al azar en que cada tratamiento se repitio cinco veces.

En cada una de las evaluaciones hechas, y con el fin de homogeneizar el criterio a seguir dentro de cada metodología de extracción convencional, conforme se fue evaluando el efecto de cada variante, el tratamiento que dio la mayor recuperación de nemátodos, ya fuera estadísticamente significativa o no, fue incorporado en la evaluación de la siguiente variable y así sucesivamente.

Análisis estadístico. Todas las variables fueron analizadas estadísticamente, y los valores promedio se compararon entre sí mediante la prueba

de amplitud múltiple de Duncan. Todos los datos fueron transformados sistemáticamente en $(X + \frac{1}{2})^{\frac{1}{2}}$ para su correspondiente análisis estadístico.

Resultados

Embudo de Baermann modificado. En el Cuadro 2 se presenta el efecto del tamaño de la muestra, del número de lavados de la muestra, del tiempo de suspensión antes de los lavados y del arreglo de cribas sobre el número promedio de cada una de las especies extraídas por la técnica del EBM.

Se encontró que con un volumen de 50 ml se recuperaron significativamente más M-LC y Ta-LC que con volúmenes de 100 o 150 ml. En la recuperación de M-LC y Ta-LC se obtuvo un efecto lineal negativo, definido respectivamente por las ecuaciones $Y= 1,96 - 1,53 X$ (a) y $Y= 2,07 - 3 X$ (b).

En cuanto a las otras comparaciones del tamaño de la muestra en las especies restantes; no hubo diferencias significativas; sin embargo, conviene señalar que se obtuvo una mayor recuperación en la mayoría de estas especies con un tamaño de muestra de 50 ml.

Se recuperó una densidad significativamente mayor de Ta-RC con un tiempo de suspensión antes de los lavados de 20 s que con uno de 60 s; en este caso se obtuvo un efecto lineal negativo, definido por la ecuación $Y= 3,33 - 4,64 X$ (c). En el caso de Ta-LC se extrajo una cantidad significativamente mayor con un tiempo de suspensión antes de los lavados de 60 s que con 20 o 40; hubo un efecto lineal positivo, definido por la ecuación $Y= 2,06 + 1,75 X$ (d), en cuanto a la extracción de esta especie. Además, se obtuvo una cantidad significativamente mayor de M-RC que un tiempo de 40 s que con 60 s, encontrándose en este caso un efecto cuadrático, definido por la ecuación $Y= 2,03 - 1,49 X - 1,28 X^2$ (e).

En cuanto a las otras comparaciones concernientes al tiempo de suspensión antes de los lavados, en las especies restantes no hubo diferencias significativas.

Centrifugación-flotación en solución azucarada. La influencia del tamaño de la muestra, del número de los lavados, del arreglo de cribas, del tiempo de centrifugación y la gravedad específica de la solución azucarada sobre la densidad promedio de cada una de las especies extraídas por el método CF se presenta en el Cuadro 3.

Se recuperó significativamente más M-LC y Ta-LC con un volumen de muestra de 50 ml que con 100 o 150 ml; al hacer el desglose de los grados de libertad se encontró para estas especies un efecto lineal negativo, definido por las ecuaciones $Y= 6,52 - 5,31 X$ (f) y $Y=4,48 - 4,95 X$ (g).

Cuadro 2. Influencia de algunas modificaciones sobre el número promedio de nemátodos asociados al arroz, cv. C.R. 1113, recuperados por la técnica del Embudo de Baermann modificado.

Especie de* nemátodo	Tamaño de muestra (ml)			Número de lavados			Tiempo de suspensión (S)			Arreglo de Cribas***		
	50	100	150	1	2	3	20"	40"	60"	A	B	C
M-LC	6 a**	3 b	3 b	4 a	6 a	7 a	6 a	6 a	6 a	5 a	6 a	6 a
Me-LC	14 a	11 a	8 a	98 a	94 a	115 a	139 a	165 a	134 a	223 a	201 a	234 a
Ta-LC	7 a	4 b	2 b	7 a	8 a	15 a	6 b	9 b	11 a	7 a	6 a	9 a
M-RC	8 a	5 a	4 a	8 a	13 a	6 a	9 ab	13 a	4 b	8 a	7 a	2 a
H-RC	31 a	32 a	25 a	44 a	51 a	45 a	32 a	40 a	27 a	25 a	39 a	31 a
Ta-RC	13 a	11 a	6 a	34 a	34 a	31 a	33 a	27 ab	10 b	14 a	16 a	8 a

*M-LC (Macroposthonia sp. de La Cuesta); Me-LC (Meloidogyne sp. de La Cuesta); Ta-LC (Tylenchorhynchus annulatus de La Cuesta); M-RC (Macroposthonia sp. de Río Claro); H-RC (Helicotylenchus sp. de Río Claro); Ta-RC (Tylenchorhynchus annulatus de Río Claro).

**Promedio de cinco repeticiones. Promedios de una misma línea para una misma variable y seguidos por una misma letra, no difieren significativamente entre sí de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P=0,05). Densidades promedio expresadas en número de nemátodos/100 ml de suelo.

***A:50-325-325 mesh; B:100-325-325 mesh; C:100-325 mesh.

Cuadro 3. Efecto de algunas modificaciones sobre el número promedio de nemátodos asociados al arroz, cv. C.R. 1113, recuperados por la técnica Centrifugación-flotación

Especie de* nemátodo	Tamaño de muestra (ml)			Número de lavados			Tiempo de suspensión (S)			Arreglo de cribas***			Tiempo de Centrifugación (min)			Gravedad especifica de la sol. azucarada		
	50	100	150	1	2	3	20"	40"	60"	A	B	C	3'	4'	5'	1,12	1,15	1,18
M-LC	6[illegible]a**	32 b	35 b	95a	107a	65a	59 b	65 b	101a	104a	73a	96a	118a	123a	119a	55ab	37 b	86a
Me-LC	32a	25a	15a	199a	233a	211a	462a	516a	455a	812a	1028a	1093a	703a	836a	680a	621a	629a	617a
Ta-LC	34a	14 b	15 b	30a	27a	24a	12 b	28a	34a	35a	30a	39a	40a	60a	38a	19a	23a	26a
M-RC	17a	33a	29a	27a	26a	34a	29a	24a	27a	42a	27a	30a	27a	27a	27a	20a	21a	27a
H-RC	62a	83a	60a	85a	95a	70a	83a	90a	99a	56a	83a	101a	80a	66ab	49 b	41 b	67a	87a
Ta-RC	61a	49a	42a	78a	93a	92a	85a	70a	58a	93a	77a	76a	70a	56a	52a	63a	60a	62a

*M-LC (Macroposthonia sp. de La Cuesta); Me-LC (Meloidogyne sp. de La Cuesta); Ta-LC (Tylenchorhynchus annulatus de La Cuesta); M-RC (Macroposthonia sp. de Rio Claro); H-RC (Helicotylenchus sp. de Rio Claro); Ta-RC (Tylenchorhynchus annulatus de Rio Claro).

**Promedio de cinco repeticiones. Promedios en una misma línea para una misma variable y seguidos por una misma letra, no difieren significativamente entre sí de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P=0,05). Densidades promedio expresadas en número de nemátodos/100 ml de suelo.

***A:50-325-325 mesh; B:100-325-325 mesh; C:100-325 mesh.

En cuanto a las otras comparaciones del tamaño de la muestra en las especies restantes, no hubo diferencias significativas.

Se encontró que con un tiempo de 60 s de suspensión antes de los lavados se recuperaron significativamente más Ta-LC que con 20 s; al estudiar su comportamiento en la recuperación se observó un efecto lineal positive, definido por la ecuación Y= 3,44 + 4,15 X (h). Por otra parte, se obtuvo una cantidad significativamente mayor de M-LC con un tiempo de suspensión de 60 s que con 20 o 40 s; al estudiar la tendencia de recuperación se encontró un efecto lineal positivo, definido por la ecuación Y= 6,08 + 4,21 X (i).

No se encontró diferencias significativas en cuanto a las otras comparaciones de tiempo de suspensión, para las especies restantes.

Se recuperó significativamente más H-RC con un tiempo de centrifugación de 3 min que con 5 min; el tiempo de centrifugación tuvo un efecto lineal negativo sobre su recuperación, definido por la ecuación Y= 8,01 - 4,84 X (j). En cuanto a la gravedad específica de la solución azucarada, con una de 1,18 se recuperó significativamente más M-LC y H-RC que con una de 1,12; se encontró un efecto lineal positivo de esta variable en la recuperación de M-LC y H-RC, definido respectivamente por las ecuaciones Y= 5,96 - 3,28 X (k) y Y= 7,97 - 7,26 X (l).

Para las otras comparaciones del tiempo de centrifugación y gravedad específica, no se encontró diferencia significativa alguna en las restantes especies.

No se encontró diferencias significativas en la extracción de los nemátodos al evaluar los diferentes tratamientos de arreglo de cribas y número de lavados de la muestra con ambas técnicas de extracción (EMB y CF).

En la comparación de la eficacia de extracción de los métodos EBM y CF, se recuperé densidades significativamente mayores de todas las especies estudiadas con la técnica de extracción CF que con la del EBM (Cuadro 4).

Discusion

En el caso de M-LC y Ta-LC, en que hubo un efecto estadísticamente significativo del tamaño de la muestra sobre la densidad recuperada, los resultados coincidieron en el sentido de que con muestras de 50 ml se recuperaron relativamente mayores densidades que con muestras de 100 o 150 ml; estos resultados sugieren que al usar un volumen de suelo

Cuadro 4. Eficacia comparativa de los métodos Centrifugación-flotación (CF) y Embudo de Baermann modificado (EBM) en la recuperación de nemátodos asociados al arroz, cv. C.R. 1113.

Especie de* nematodo	Métodos de extracción: Número de nemátodos/100 ml de suelo	
	EBM	CF
M-LC	4 b**	42 a
Me-LC	11 b	24 a
Ta-LC	5 b	20 a
M-RC	5 b	26 a
H-RC	30 b	68 a
Ta-RC	10 b	51 a

*M-LC (Macroposthonia sp. de La Cuesta); Me-LC (Meloidogyne sp. de La Cuesta); Ta-LC (Tylenchorhynchus annulatus de La Cuesta); M-RC (Macroposthonia sp. de Río Claro); H-RC (Helicotylenchus sp. de Río Claro); Ta-RC (Tylenchorhynchus annulatus de Río Claro).

**Promedio de cinco repeticiones. Promedios en una misma línea, para una misma especie y seguidas por una misma letra, no difieren significativamente entre sí de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P=0,05).

relativamente pequeño es más fácil dispersar las partículas mediante los lavados, lo que le permitiría a los nemátodos liberarse con mayor facilidad; también se observó que el volumen del residuo del suelo recogido en las cribas fue menor cuando se utilizó un volumen de 50 ml, lo que también podría incrementar o facilitar la recuperación de nemátodos. Esta situación se presentó con los dos métodos de extracción que fueron evaluados. En el caso de la técnica EBM, el espesor que se acumuló en la parte inferior del cilindro con fondo de tela fue menor con muestras de 50 ml, lo que podría facilitar o acelerar el paso de los nemátodos a través del filtro de tela. En relación a la técnica CF, es posible que al recoger menor cantidad de residuos en los tubos de centrífuga al procesar muestras de 50 ml sea más fácil el resuspender los nemátodos en la solución azucarada después de la primera centrifugación, lo que pondría a un mayor número de especímenes en contacto con esta solución.

En relación al tiempo de suspensión antes de los lavados por la técnica de extracción CF, en la mayoría de los casos en que hubo diferencias significativas entre tratamientos, se observó que conforme aumentaba el tiempo de suspensión se incremantaba la recuperación de los nemátodos, debido posiblemente a que la cantidad de partículas de suelo en suspensión disminuye conforme pasa el tiempo, por lo que el volumen de residuos retenidos en las cribas también disminuye; esto posiblemente facilite e incremente la recuperación de los nemátodos. Debido a que por la técnica de extracción EBM se obtuvo un comportamiento errático, se dificultó encontrar una explicación satisfactoria para cada uno de los casos en que hubo diferencias significativas al evaluar el tiempo de suspensión.

El tiempo de centrifugación afectó la recuperación de H-RC, ya que se encontró que con 3 min se recuperó la mayor densidad; en apariencia, este resultado puede estar directamente relacionado al género de nemátodo involucrado, dado que se han obtenido resultados similares con otras especies del mismo género (M. Alvarado, datos sin publicar). En este caso, podría ser que para este género, al aumentar el tiempo de centrifugación a 5 min se compacten más los residuos de suelo en el fondo del tubo de centrifugación, lo que dificulta su suspensión en la solución azucarada, y reduce el número de especímenes que flotan en ella y que eventualmente son extraídos de la muestra.

Con respecto a la gravedad específica de la solución azucarada, los especímenes del género Helicotylenchus se vieron afectados tal vez debido

a que su gravedad específica es más alta que la de los otros nemátodos estudiados, por lo que al aumentar la gravedad de la solución azucarada se pudo recuperar un mayor número de individuos. Por otra parte, no se encontró un explicación satisfactoria para el comportamiento de M-LC, al reducirse su recuperación con una solución de 1,15 de gravedad específica en comparación con las soluciones de 1,12 y 1,18.

Al comparar entre sí las dos técnicas de extracción de nemátodos que se evaluaron, se encontró que la técnica CF fue la más eficaz de las dos en la extracción de todas las especies evaluadas. Varios autores (2, 6) han obtenido resultados similares a los obtenidos en esta investigación, al comparar la eficacia de CF y EBM. Este último procedimiento para la extracción de nemátodos depende de su movilidad, y ésta, a su vez, puede ser influenciada por factores tales como la temperatura, falta de oxígeno en el embudo, obstrucción de las aberturas del filtro de tela del cilindro, etc. Todas estas variables pueden disminuir la densidad de nemátodos recuperados de una muestra de suelo. En cuanto a la técnica CF, el principio básico en que se apoya esta técnica es la gravedad específica de los nemátodos, que permite separarlos de otras partículas más densas mediante la flotación en una solución azucarada. En este caso los nemátodos pueden ser recuperados aún cuando estén inactivos o muertos.

Resumen

Se evaluó la influencia de los métodos Embudo de Baermann modificado (EBM) y Centrifugación-flotación (CF), así como variantes de los mismos, sobre la extracción de nemátodos fitoparásitos asociados al arroz en suelos Aquept en La Cuesta y Río Claro de los cantones dé Corredores y Golfito, respectivamente. Con ambos métodos se evaluó la influencia del volumen de la muestra (50,100 o 150 ml), del número de lavados de la muestra (1, 2 ó 3), del tiempo de suspensión antes de los lavados (20, 40 ó 60 s) y del arreglo de cribas (A: una de 50 y dos de 325 mesh; B: una de 100 y dos de 325 mesh; C: una de 100 y una de 325 mesh). Con la técnica CF se evaluó además el tiempo de centrifugación (3,4 ó 5 min a 3000 rpm) y la gravedad específica de la solución azucarada (1,12, 1,15 ó 1,18).

Con la técnica EBM se recuperaron más Tylenchorhynchus annulatus de la Cuesta con 60 s de suspensión, aunque de Río Claro la mayor extracción se obtuvo con solo 20 s. De este último lugar se recuperaron mayores densidades

de Macroposthonia sp. con 40 s de suspensión. Con la técnica CF se recuperaron más Macroposthonia sp. y T. annulatus de La Cuesta con 60 s de suspensión; mientras que 3 min de centrifugación extrajeron las mayores densidades de Helicotylenchus sp. La utilización de una solución azucarada con 1,18 de gravedad específica permitió recuperar mayores densidades de Macroposthonia sp. y Helicotylenchus sp. de ambas localidades. Con muestras de 50 ml se extrajeron mayores densidades de Macroposthonia sp. y T. annulatus de La Cuesta. La técnica CF extrajo mayores densidades de todas las especies de nemátodos que la EBM.

ABSTRACT

Extraction of Plant-parasitic Nematodes Associated With Rice, cv. C.R. 1113, by Modification of the Centrifugal-flotation and the Modified Baermann Funnel Techniques

The centrifugation-flotation (CF) and the modified Baermann funnel (MBF) techniques, as well as some modifications, were evaluated for the extraction of plant-parasitic nematodes associated with rice in two Aquept soils located at La Cuesta and Río Claro in southwestern Costa Rica. Modifications for both methods included sample size (50, 100 or 150 ml), numbers of washing of each sample (1,2 or 3), time of suspension before washings (20, 40 or 60 sec) and sieve arrangement (A, one 50-mesh and two 325-mesh; B, one 100-mesh and two 325-mesh; C, one 100-mesh and one 325-mesh sieves). Centrifugation time (3, 4 or 5 min at 3000 rpm) and specific gravity of the sugar solution (1.12, 1.15 or 1.18) were also evaluated with the CF technique. More Tylenchorhynchus annulatus from La Cuesta were extracted by MBF using 20 sec of suspension time, although only 20 sec were necessary for those coming from Río Claro. Higher densities of Macroposthonia sp. were recovered from the later location with 40 sec of suspension. Using the CF technique, more Macroposthonia sp. and T. annulatus were extracted with 60 sec of suspension, while 3 min of centrifugation were necessary to recover the highest densities of Helicotylenchus sp. At both localities, higher numbers of Macroposthonia sp. and Helicotylenchus sp. were extracted with a sugar solution having a specific gravity of 1.18. More Macorposthonia sp. and T. annulatus from La Cuesta

were recovered using 50 ml soil samples. The CF technique was more efficient than the MBF for the extraction of all of the nematode species tested.

Literatura Citada

1. Alvarado, M. y R. Lopez. 1980. Extracción de nemátodos asociados al arroz, cv. C.R. 1113, mediante modificaciones de la técnica Centrifugación-flotación, p. 45 In Resúmenes IV Congreso Agronómico Nacional y VII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Colegio de Ingenieros Agronómos y Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Heredia, Costa Rica.

2. Ayala, A., J. Roman y A. C. Tarjan. 1963. Comparison of four methods for isolating nematodes from soil samples. J. of Agr. Univ. of Puerto Rico 47(4):219-225.

3. Barker, K. R. y C. J. Nusbaum. 1971. Diagnostic and advisory programs, pp. 281-288 In Plant Parasitic Nematodes. Volume I, ed. B. M. Zuckerman et al. Academic Press, Inc., New York.

4. Barker, K. R. y T. H. A. Olthof. 1966. Relationships between nematode populatior densities and crop responses. Annu. Rev. of Phytopathol. 14:327-353.

5. Caveness, F. E. y H. J. Jensen. 1955. Modification of the centrifugal flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissues. Proc. of the Helminthol. Soc. of Washington 22:87-89.

6. Fielding, M. J. y N. J. Martin. 1955. Response of corn and rice to soil fumigation for control of parasitic nematodes. Louisiana Agr. Exp. Sta. Annu. Rep. 55:155.

7. Harris, R. H. G. y J. M. C. Braithwaite. 1976. Evaluation of methods for separating nematodes from soil. Proc. of the South African Sugar Technol. Assoc. 50:23-28.

8. Ichinohe, M. 1972. Nematode diseases of rice, pp. 127-143 In Economic Nematology, ed. J. M. Webster. Academic Press, London.

9. Olthof, T. H. A. y J. W. Potter. 1973. The relationship between population densities of Pratylenchus penetrans and crop losses in summer-maturing vegetables in Ontario. Phytopathology 63:577-582.

10. Mundo, M. y R. Montes. 1977. Nematodos asociados con el cultivo del arroz en el Plan de Chontalpa, Tabasco, México. Nematropica 7:13 (Abstr.).

11. Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. McGraw Hill Inc., New York. 553 pp.

RECUPERACION DE LARVAS DE MELOIDOGYNE INCOGNITA DE TRES SUELOS TROPICALES POR MODIFICACIONES DE LAS TECNICAS DEL EMBUDO DE BAERMANN MODIFICADO Y CENTRIFUGACION-FLOTACION*

Melvyn Alvarado S. y Róger López Ch.**

Introduccion

En Costa Rica la importancia económica de los nematodos del género Meloidogyne Goeldi no difiere sustancialmente de la señalada recientemente (9) para otras áreas tropicales del mundo. Tampoco existe discrepancia con este informe en el sentido de que M. incognita (Kofoid y White) Chitwood es la especie predominante del género.

Por otra parte, es sabido que a menudo se presenta una relación estrecha entre la densidad inicial del inóculo de esta especie y la cuantía del daño causado en numerosos cultivos (4, 5, 7), lo que otorga gran importancia a la cuantificación precisa de la densidad poblacional de esta especie, previo a la siembra de cultivos intolerantes a su ataque.

Dada la carencia de información local, se planteó la necesidad ce realizar la presente investigación, en que se evaluó la influencia de algunas variantes sobre la eficacia de los métodos del Embudo de Baermann modificado y Centrifugación-flotación para la extracción de larvas de M. incognita de tres tipos de suelo comúnmente encontrados en nuestro país (A. Alvarado, comunicación personal, 1980).

Materiales y Métodos

Se colectó muestras de suelos Ustropept (en Santa Ana); Ustult (en Quebrada Honda de Pérez Zeledón) y Distropept (en Repunta de Pérez Zeledón) en la provincia de San José cultivados con tomate (Lycopersicon esculentum Mill), maíz (Zea mays L.) y tabaco burley (Nicotiana tabacum L.), respectivamente, e infestados todos con M. incognita. Algunas características físicas y químicas de estos suelos se presentan en el Cuadro 1.

Una vez en el laboratorio, se homogeneizó y cuarteó las muestras para su utilización en el estudio.

---

*Parte de una tesis de grado presentada por el primer autor ante la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agronomo.

**Laboratorio de Nematologia, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Se comparé la eficacia de las técnicas de extracción de Centrifugación-flotación en solución azucarada (CF) descrita por Caveness y Jensen (6) y del Embudo de Baermann modificado por Christie y Perry (EBM), de acuerdo a la descripción dada por Thorne (10).

En ambos métodos se evaluó el efecto del volumen de la muestra (50, 100 o 150 cc), del número de lavados de la muestra (1, 2 o 3), del tiempo de suspensión del suelo en el agua antes de su paso a través de las cribas (20, 40 o 60 seg) y del arreglo de las cribas (A: una de 50 y dos de 325 mesh; B: una de 100 y dos de 325 mesh; C: una de 100 y una de 325 mesh). Además, en la técnica CF se evaluó el tiempo de centrifugacion (3, 4 o 5 min a 3.000 rpm) y la gravedad específica de la solución azucarada (1.12, 1.15 o 1.18) sobre la extracción de larvas de M. incognita de cada uno de los suelos utilizados.

La eficacia de ambas técnicas en la recuperación de larvas fue comparada al evaluar el volumen de la muestra; para esto se utilizó un diseño de parcelas divididas con cinco repeticiones donde las parcelas grandes fueron los métodos de extracción y las parcelas pequeñas el volumen de la muestra.

Con las otras variantes sólo se comparó independientemente para cada método de extracción el efecto de cada una; en este caso se usó un diseño irrestrictamente al azar en el que cada tratamiento fue repetido cinco veces.

En cada una de las evaluaciones hechas, y para homogeneizar el criterio a seguir, conforme se fue evaluando el efecto de cada variante se incorporó en la evaluación de la siguiente aquel tratamiento que diera la mayor recuperación, ya fuera estadísticamente significativa o no su diferencia con los otros tratamientos, y así sucesivamente.

Todos los datos obtenidos fueron transformados sistemáticamente en $(X + 1/2)^{\frac{1}{2}}$ para su correspondiente análisis estadístico.

Resultados

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 2. Con referencia al volumen de la muestra se encontró que con el método EBM se extrajó significativamente más larvas con muestras de 100 que con muestras de 50 cc en el suelo Ustropept. Hubo un efecto cuadrático del volumen de la muestra sobre la extracción, definido por la ecuación $Y= 11.1 + 1.57 X - 3.55 X^2$.

En el suelo Ustult se recuperaron significativamente más larvas con muestras de 100 cc que con 150 cc.

Cuadro 1. Algunas características físicas y químicas de los tres tipos de suelos tropicales con que se evaluó la eficacia de dos métodos y algunas variantes para la extracción de larvas de *Meloidogyne incognita*.

	Tipo de suelo		
	Ustropept	Ustult	Distropept
Nombre textural	Franco-arcilloso	Franco-arcilloso	Franco-arcilloso
Arena (%)	35.1	38.1	38.4
Arcilla (%)	32.1	24.1	48.7
Limo (%)	32.8	37.8	12.9
Materia organica (%)	42.2	6.2	1.9
pH H_2O	6.4	5.3	5.9
pH KCl	5.6	4.9	5.1

Cuadro 2. Efecto de algunas variantes de las técnicas de extracción Centrifugación-flotación y Embudo de Baermann modificado sobre el número promedio de larvas de *M. incognita* extraídas de tres suelos tropicales.

	Técnica de extracción					
	Embudo Baermann modificado			Centrifugación-flotación		
Tipo de suelo	Ustropept	Ustult	Distropept	Ustropept	Ustult	Distropept
Volumen de muestra (cc)						
50	102 b*	64 ab	294 a	196 a	123 a	334 a
100	157 a	72 a	236 a	168 a	124 a	386 a
150	114 ab	44 b	295 a	163 a	87 a	274 a
Número de lavados						
1	194 b	67 a	203 a	640 a	138 a	493 a
2	234 a	62 a	142 a	727 a	111 ab	373 b
3	241 a	55 a	105 a	655 a	105 b	399 b
Tiempo de Suspención (seg)						
20	299 a	43 a	129 b	270 a	108 a	272 a
40	357 a	34 b	179 ab	241 a	93 a	285 a
60	419 a	32 b	206 a	284 a	66 b	345 a
Arreglo de Cribas**						
A	364 a	29 a	141 a	326 b	84 a	211 a
B	524 a	39 a	129 a	1434 a	89 a	242 a
C	505 a	31 a	127 a	1301 ab	76 a	260 a
Tiempo de Centrifug. (min)						
3	---	---	---	979 a	72 a	241 a
4	---	---	---	1105 a	72 a	206 a
5	---	---	---	995 a	63 a	231 a
Gravedad específica Solución azucarada						
1.12	---	---	---	958 a	38 a	262 a
1.15	---	---	---	1292 a	40 a	182 b
1.18	---	---	---	1188 a	46 a	274 a

*Promedio de cinco repeticiones. Promedios de una misma variable en una misma columna, seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre si (Duncan, P=0.05). Densidades promedio expresadas/100 cm^3 de suelo.

**A: 50-325-325 mesh; B: 100-325-325 mesh; C: 100-325 mesh.

En cuanto al número de lavados de la muestra, en el caso del método EBM se recuperó significativamente más larvas con tres que con uno solo en el suelo Ustropept. Con el método CF se recuperó significativamente más larvas con un solo lavado en los suelos Ustult y Distropept. En ambos casos hubo un efecto lineal descendente del número de lavados sobre la recuperación de las larvas, definido por las ecuaciones $\hat{Y}= 10.85 - 3.79 X$ y $\hat{Y}= 14.86 - 12.31 X$ para el suelo Ustult y el Distropept, respectivamente.

Por otra parte, con el método EBM se extrajo significativamente más larvas con 20 seg de suspensión en el suelo Ustult, mientras que en el Distropept se recuperaron significativamente más larvas con 60 que con 20 seg de suspensión. En el primer caso hubo un efecto lineal descendente del tiempo de suspensión sobre la extracción de larvas, según la ecuación $\hat{Y}= 5.99 - 2.19 X$, en contraste con el caso del suelo Distropept, en que el efecto lineal fue ascendente, según la ecuación $\hat{Y}= 12.96 + 9.22 X$. Con la técnica CF se recuperó significativamente más larvas con 20 que con 60 seg en el suelo Ustult, encontrándose en este caso un efecto lineal descendente según la ecuación $\hat{Y}= 9.38 - 5.77 X$.

En lo concerniente al arreglo de las cribas, se recuperó significativamente más larvas con el arreglo B que con el A en el suelo Ustropept al utilizar la técnica CF.

Finalmente, con el método CF se encontró que el suelo Distropept se recuperó significativamente más larvas con soluciones azucaradas de 1.12 y 1.18 de gravedad especifica que con la de 1.15. Hubo un efecto cuadrático de la gravedad específica sobre la extracción, según la ecuación $Y= 15.41 - 0.88 X + 4.83 X^2$.

Al comparar ambos métodos de extracción que en los tres tipos de suelo se recuperó mayores densidades de larvas con el CF que con el EBM, aunque sólo en los suelos Ustropept y Ustult las diferencias fueron estadísticamente significativas.

Discusión

Los resultados obtenidos en cuanto al efecto del volumen de la muestra sobre la recuperación de las larvas (Cuadro 2) no coincidieron con los obtenidos en estudios similares con otros nemátodos (1, 2). No se encontró una explicación satisfactoria para tal comportamiento.

En lo concerniente al número de lavados de la muestra y al tiempo de suspensión, los resultados fueron muy irregulares, lo que impidió relacionarlos

con las características físicas del suelo u otros factores no cuantificados, dificultándose también el encontrar una explicación lógica a tal comportamiento.

En relación al arreglo de cribas, y con la técnica CF, se observó que la cantidad de residuos de suelo recogidos en las cribas fue menor. Pareciera que en este caso es también aplicable la explicación de que posiblemente al recoger una menor cantidad de residuos en los tubos de centrífuga sea más fácil mezclar la arcilla compacta en el fondo del tubo y resuspender los nemátodos en la solución azucarada después de la primera centrifugación, lo que pondría a un mayor número de larvas en contacto con la solución (1, 11).

Con respecto a la gravedad específica de la solución azucarada, no se encontró una explicación satisfactoria para su efecto sobre la extracción de las larvas en el suelo Distropept, al reducirse su recuperación con una solución de 1.15 de gravedad específica en comparación con las de 1.12 y 1.18.

Al comparar entre sí las dos técnicas de extracción de nemátodos que se evaluaron, se encontró que la técnica CF fue la más eficaz de las dos en la extracción de larvas en los tres tipos de suelos evaluados. Varios autores (1, 2, 3, 8) han obtenido resultados similares a los obtenidos en esta investigación en estudios con otros nemátodos, al comparar la eficacia de las técnicas CF y EBM. Este último procedimiento para la extracción de nemátodos depende de su movilidad y ésta, a su vez, puede ser influenciada por factores tales como la temperatura, falta de oxígeno en el embudo, obstrucción de las aberturas del filtro de tela del cilindro, etc. Todas estas variables pueden disminuir la densidad de nemátodos recuperados de una muestra de suelo. En cuanto a la técnica CF, el principio básico en que se apoya esta técnica es la gravedad específica de los nemátodos, que permite se pararlos de partículas más densas mediante su flotación en una solución azucarada. En este caso los nemátodos pueden ser recuperados aún cuando estén inactivos, lo que probablemente explique, al menos parcialmente, la mayor recuperación obtenida por este método.

En vista de que no hubo una tendencia definida en cuanto a la recuperación de larvas para cada una de las variables evaluadas, podría interpretarse este hecho como una necesidad de hacer un estudio con más tipos de suelo, variables y más repeticiones con el objeto de detectar si existe una tendencia definida o se mantiene el comportamiento exhibido en esta investigación; en cualquier caso, posiblemente se podría llegar a obtener

conclusiones más satisfactorias con respeto al efecto de estas variables sobre la extracción de larvas de esta importantísima especie de nemátodo fitoparásito.

Resumen

Se evaluó la eficacia de las técnicas Centrifugación-flotación y Embudo de Baermann modificado, así como variantes de las mismas, para la extracción de larvas de Meloidogyne incognita en tres tipos de suelo comúnmente encontrados en Costa Rica (Ustult, Ustropept y Distropept). Con ambos métodos de extracción se evaluó la influencia del volumen de la muestra (50, 100 o 150 cc), del número de lavados de la muestra (1, 2 o 3), del tiempo de suspensión del suelo en el agua antes de su paso a través de las cribas (20, 40 o 60 seg) y del arreglo de las cribas (A: una de 100 y dos de 325 mesh; B: una de 50 y dos de 325 mesh; C: una de 100 y una de 325 mesh). En la técnica CF además se evaluó el tiempo de centrifugación (3, 4 o 5 min a 3.000 rpm) y la gravedad especifica de la solución azucarada (1.12, 1.15 o 1.18).

Con la técnica EBM se extrajo significativamente más larvas al utilizar muestras de 100 cc en los suelos Ustropept y Ustult. En el Ustropept se recuperó densidades significativamente mayores al lavar las muestras tres veces, mientras que en lo concerniente al tiempo de suspensión se encontró que 20 y 60 seg permitieron extraer densidades significativamente mayores en el Ustult y el Distropept, respectivamente. Con el método CF se encontró que los tratamientos de un solo lavado y 20 seg de suspension permitieron recuperar densidades significativamente mayores en el suelo Ustult; un solo lavado también permitió recuperar más larvas en el suelo Distropept. La utilización de un arreglo B de cribas y de una solución azucarada con 1.12 de gravedad específica permitió recuperar densidades significativamente mayores de larvas en los suelos Ustropept y Distropept, respectivamente. Se encontró que en los tres suelos se recuperó más larvas con la técnica CF que con el EBM.

ABSTRACT

Recovery of Juveniles of Meloidogyne incognita from Three Tropical Soils by Modification of the Baermann Funnel and Centrifugal-Flotation Methods

The comparative efficiency of the centrifugation-flotation (CF) and modified Baermann Funnel (MBF) techniques, as well as some modifications,

for the extraction of Meloidogyne incognita juveniles from three soil types commonly found in Costa Rica (Ustult, Ustropept and Distropept) was evaluated. Modifications evaluated with both techniques were sample volume (50, 100 or 150 cc), number of sample washings (1, 2 or 3), soil suspension time before each washing (20, 40 or 60 sec) and sieve arrangement (A, one 100-mesh and two 325-mesh sieves; B, one 50-mesh and two 325-mesh sieves; and C, one 100-mesh and 325-mesh sieves). Centrifugation time (3, 4 or 5 min at 3,000 rpm) and specific gravity of the sugar solution (1.12, 1.15 or 1.18) were also evaluated with the CF technique. Significantly more juveniles were extracted with 100-cc soil samples in the Ustropept and Ustult soils with the MBF method. Significantly higher numbers of larvae were also recovered from the Ustropept soil with three sample washings whereas higher numbers were obtained from Ustult and Distropept soils with 20 and 60 sec of soil suspension before each washing, respectively, with the CF technique; one sample washing also yielded higher numbers of larvae in the Distropept soil. The B sieve arrangement and the 1.12 specific gravity sugar solution recovered higher larvae densities from the Ustropept and Distropept soils, respectively. Significantly more larvae were recovered from the three soil types with the CF than with the MBF technique.

Literatura Citada

1. Alvarado, M. y R. Lopez. 1981. Extracción de nemátodos fitoparásitos asociados al arroz, cv. C. R. 1113, mediante modificaciones de las técnicas de Centrifugación-flotación y Embudo de Baermann modificado. Agronomía Costarricense 5 (1): (en prensa).

2. Alvarado, M. y R. Lopez. 1982. Extracción de algunos nemátodos fitoparásitos mediante modificaciones de las técnicas de Centrifugación-flotación y Embudo de Baermann modificado. Agronomía Costarricense 6 (1): (en prensa).

3. Ayala, A., J. Roman y A. C. Tarjan. 1963. Comparison of four methods for isolating nematodes from soil samples. J. of Agr., Univ. of Puerto Rico 57 (4):219-225.

4. Barker, K. R. y T. H. Olthof. 1976. Relationships between nematode population densities and crop responses. Annu. Rev. Phytopathol. 14:327-353.

5. Barker, K. R. et al. 1981. Interrelationships of Meloidogyne species with flue-cured tobacco. J. Nematol. 13 (1):67-79.

6. Caveness, F. E. y H. J. Jensen. 1955. Modification of the centrifugal flotation for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. Proc. Helminthol. Soc. Washington 22 (1):87-89.

7. Ferris, H. y L. A. Feigen. 1977. Determination of economic threshold levels of Meloidogyne incognita for Southern California crops. J. Nematol. 9 (4):267 (Abstr.).

8. Harris, R. H. G. y J. M. C. Braithwaite. 1976. Evaluation of methods for separating nematodes from soil. Proceedings of the South African Sugar Technol. Assoc. 50:23-28.

9. Sasser, J. N. 1979. Economic importance of Meloidogyne in tropical countries, pp. 317-329 IN Root-knot Nematodes (Meloidogyne Species) Systematics, Biology and Control, eds. F. Lamberti y C. E. Taylor. New York, Academic Press, Inc.

10. Thorne, G. 1961. Principles of nematology. McGraw-Hill Inc., New York. 553 pp.

11. Willard, J. R. y N. S. Petrovich. 1972. A direct centrifugal-flotation method for extraction of nematodes from clay soils. Plant Dis. Reporter 56 (9):808-810.

RESEARCH ON MELOIDOGYNE IN GUADELOUPE

G. Anais*

INTRODUCTION

This is my first contribution to IMP Region I. In the past, our Institute contribution was assumed by Dr. Kermarrec, whose main research activity was in the field of nematology. Following a change of orientation, the research is more based on entomology. Nematologists are now more closely linked with plant breeders for the development of resistant cultivars and agronomists for the study of cropping systems in root-knot control. This paper will give a short report on the general situation with root-knot nematodes in Guadeloupe, the research programs underway and future research plans.

IMPORTANCE OF ROOT-KNOT NEMATODES IN GUADELOUPE

Guadeloupe: Climate, Soils and Agriculture

Situated 16° N and 61° W in the eastern Caribbean, Guadeloupe has a humid, tropical climate though various microclimates ranging from dry to very humid can be found over short distances. The vegetation which varies from xerophytic to the tropical rain forest reflects this fact. Soils may be roughly divided in two main types: vertisoils in the sub-island of Grande Terre and ferrisoils in that of Basse Terre. Some recent volcanic soils can also be found in the vicinity of the volcano--la Soufrière.

Guadeloupean agriculture is based on four main productions: sugar cane, banana, food crops (vegetable and root crops) and livestock. These products are almost equal in value, but in terms of land usage, sugar cane occupies 23,000 hectares, banana 7,300, food crops 5,000 hectares and pasture 22,000. Minor crops, such as fruit, flowers and cereals, occupy about 500 hectares, and 70,000 hectares are covered with forest. The two main food crops are yam (3,000 hectares) and eggplant (150 hectares).

Root-knot Nematodes

According to Kermarrec, *Meloidogyne incognita* is the only important species affecting crops in the French Antilles (Guadeloupe-Martinique).

---

*Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane, Station d'Amelioration des Plantes, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) Domaine Duclos, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe F.W.I.

Dalmasso and Berge find no difference between populations of Meloidogyne incognita from Europe and Guadeloupe.

Great damages are observed on banana and yam, but up to now chemicals have been used only on banana crops. In vegetables, root knot is often observed on lettuce, tomato, cucumber, and eggplant, but in most cases, does not seem to affect the crop severely. The greatest threat in this case is the concomitance of nematodes and Pseudomonas bacterial wilt.

RESEARCH PROGRAMS UNDERWAY

The first step for INRA research on nematodes in Region I has been collection of soils for evaluation of nematode populations (Kermarrec et al.).

For years our institute has been carrying on breeding programs for nematode resistance, mainly in tomato (Laterrot).

Research on Breeding and Sources of Genetic Resistance

Tomato: Lycopersicon esculentum. Breeding for root-knot nematode resistance in multiple-disease-resistant varieties in Europe (Laterrot - INRA Avignon) has resulted in isogenic lines of various cultivars adapted to Europe:

Marsol isogenic	Marmande	VFN
Monita isogenic	Moneymaker	N
Piernita isogenic	St. Pierre	N
Piersol isogenic	St. Pierre	VFN
Ronita isogenic	Roma	FN
Rossol isogenic	Roma	VFN
Hessoline isogenic	Heinz 1706	VFN and late blight

Breeding for root-knot nematode resistance in multiple-disease-resistant varieties for the tropics (Anais, Kaan, Laterrot, INRA Guadeloupe and Avignon) has resulted in the release of several resistant lines:

- CRANITA 2.5.7 - isogenic to CRA 66, genitor of resistance to Pseudomonas solanacearum, also resistant to Fusarium (1 and 2) and Stemphylium; small-fruited wild type may serve as resistant rootstock for grafting.

- Various lines with large fruit from crosses between Pelican (origin T. P. Hernandez - Louisiana State University) and our large-fruited genitor CRA 74. These lines are indeterminate types.

- Association of Pseudomonas bacterial wilt, root-knot nematode and Cladosporium (leaf mold) resistance in a determinate type.

We are using the linkage Mi Cf 2 obtained by Kerr (Ontario) for nematode and leaf mold resistance, and our variety Caraibe as source for Pseudomonas resistance and heat tolerance. Breeding is now at first back-cross by Caraibe.

Pepper: Capsicum annuum. We have several sources of resistance to Meloidogyne incognita. Breeding is done in conjunction with Pochard (Avignon) and Dalmasso (Antibes). One of the lines PM 687 from India is also resistant to Pseudomonas solanacearum and Xanthomonas vesicatoria. Breeding also includes resistance to viruses (TMV, PVY, tobacco etch).

Beans: Phaseolus vulgaris. Manoa Wonder was used as resistant parent by C. M. Messiaen (INRA Guadeloupe) who has obtained several resistant lines of both pole and bush type. The program underway attempts to combine resistance to Meloidogyne with other disease resistances such as those to Xanthomonas phaseoli and Erysiphe polygoni in both dry bean and green pod types.

Study of Cropping Systems

Emphasis in this type of work is relatively recent, though in the past a team including Agronomy (Clairon), Plant Pathology (Messiaen) and Nematology (Kermarrec) has studied the influence of crop rotation and organic manure on the control of Meloidogyne. This study concluded in the interest of using sorghum in the rotation with susceptible vegetable varieties. The use of sugar cane bagasse compost seemed also promising.

FUTURE RESEARCH PLANS

In the future, formal study of Meloidogyne will decrease in favor of breeding for resistant cultivars and study of multiple cropping systems (Jardins Créoles), crop rotations, and use of various sources of organic manure in the control of Meloidogyne. This work will involve nematologists, plant breeders, agronomists and plant pathologists. An attempt will be made to enlarge the number of resistant species by including lima bean and cowpea.

CONCLUSIONS

In our institute (INRA) more and more emphasis will be on tropical agronomic research (research for the tropics and research in the tropics). For this reason, we can expect that the very important problem of soilborne pathogens such as Pseudomonas solanacearum and Meloidogyne incognita will receive more attention in our Region I.

RESUMEN

Investigaciones Sobre Meloidogyne en Guadalupe

Este informe es una breve descripción sobre la situación general de los nemátodos del nudo de la raíz en Guadalupe, el programa de investigación que se está conduciendo y los planes futuros de investigación. Meloidogyne incognita es la única especie importante que afecta los cultivos en las Antillas francesas. La coexistencia de los nemátodos y de la marchitez bacteriana causada por Pseudomonas es la mayor amenaza a las verduras. Varios cultivares resistentes y/o líneas mejoradas se han obtenido en el Programa de Mejoramiento del INRA. Algunos cultivares de tomate y pimienta son resistentas a Pseudomonas solanacearum y a los nemátodos del nudo de la raíz, y algunos cultivares de frijol son resistentes a los nemátodos. Actualmente se estudian sistemas de cultivo y rotación de cultivos. Patógenos que viven en el suelo recibirán más atención el el futuro.

REPORTE DE INVESTIGACIONES SOBRE MELOIDOGYNE SPP. EN MEXICO

Dr. Carlos Sosa Moss*

Desde 1906, fecha en que fué señalado por primera vez en México el género Meloidogyne, hasta la fecha, es decir, durante casi todo lo que va de este siglo, se ha hecho referencia muchas veces a especies de éstos nemátodos como factores de importancia que merman la producción de cosechas en México.

Todos los cultivares practicados en el país, son en general, susceptibles pero es en algunos donde las pérdidas causadas por estos nemátodos agalladores, parecen ser más severas. Así por ejemplo, dentro de los cultivares de mayor importancia podemos citar al frijol, tomate, papa, zanahoría, café, piña, plátano, tabaco, maíz, ornamentales y cucurbitaceas en general.

Pueden agregarse como hospedantes más recientemente encontradas, al cacahuate y algunas hortalizas.

Las especies identificadas hasta ahora, son Meloidogyne incognita (raza 1 y 3), M. arenaria (raza 2), M. hapla y M. chitwoodi.

La evaluación de la reducción en la producción ha sido hecha en condiciones de invernadero teniendo bajo control algunos, de los principales factores ecológicos. Esta ha fluctuado desde 30 hasta 100%, dependiendo del cultivar y del nivel de la población aplicada como inóculo.

Estos datos deben tomarse con bastante reserva ya que seguramente difieren de lo que pasa en los compos de cultivo en donde los nemátodos agalladores estan interactuando con otros organismos fitopatógenos y sujetos a cambios en la intensidad--de los factores ambientales. Sin embargo, aún con observaciones visuales, ha sido fácil reconocer que en algunos casos, sobre todo en aquellos en donde se presenta sinergismo con hongos fitopatógenos, la cosecha se ha pérdido totalmente.

Actualmente, en razón de una ausencia prolongada de casi dos años, para realizar un período sabático, se han continuado solamente las siguientes actividades, del Proyecto Internacional de Meloidogyne (MIP).

1. Mantenimiento de diez poblaciones de Meloidogyne en el área de Chapingo, México, procedentes de diez zonas diferentes del país. Los detalles

---

*Profesor-Investigador del Centro de Fitopatología, Colegio de Postgraduados

de estas poblaciones, así como de las localidades y cultivos de donde provienen, se señalaron en el informe dado en la 2ª Reunión celebrada en San José, Costa Rica.

Este mantenimiento se realizó primeramente en macetas en el invernadero y actualmente se hace en "micro parcelas" (formadas por un tonel de 200 litros de capacidad cortado por mitad), al aire libre.

2. Control de Meloidogyne incognita tratando la semilla con so luciones de nematicidas sistémicos, por inmersión. Se están usando tres variedades, una destinada a la producción de ejote de exportación y las otras dos para producción de grano para consumo local y para exportación a Sud-América.

Respecto a los detalles sobresalientes de la investigación completada como Cooperador del MIP, estos pueden resumirse como sigue:

1. Mejoramiento del procedimiento, de identificacion incluyendo el uso de hospedantes diferenciales. Es de señalarse que no se obtiene germinación satisfactoria con algunas de ellos, especialmente con tabaco.

2. Se han identificado asi las siguientes poblaciones y razas:

No. de Clave Dr. Sasser	No. de Clave Dr. Sosa	Especies	Localidad y Cultivo
No. 262	Méx-001	M. incognita y M. javanica 42 cromosomas y 46 cromosomas	Analco, Coatepec, Harinas Edo. de México Clavel (Dianthus caryophillus)
No. 263	Méx-002	M. incognita Raza 1 43 cromosomas	Valle tenextepango Edo. de Morelos. Frijol ejotero (Phaseolus vulgaris Var Black Balantine)
No. 264	Méx-003	M. incognita Raza 3 42 cromosomas	Colonia Heredia Edo. de Morelos Tomate (Lycopersicon esculentum Var. Ace 55)
No. 265	Méx-004		Amecameca, Edo. de México. Maíz (Zea mais) Var. Criollo chaqueno.
No.	Méx-005		Gregorio Méndez, H. Cárdenas Tabasco. Plátano (Musa sp. Var. Valery)

No. de Clave Dr. Sasser	No. de Clave Dr. Sosa	Especies	Localidad y Cultivo
No. 550	Méx-006	M. arenaria Raza 2	Mocochá, Yucatán Romón (Brosimiun alicastrum)
No. 686	Méx-007	M. incognita	Chineña Hermosillo, Sonora Vid (Vitis sp. Var. Cardinale)
No.	Méx-008		Janitzio Lote 47 del Valle de Mexicali, Edo. de Baja California Norte. Algodón (Gossypium hirsutum var Deltapine)
No. 684	Méx-009	M. hapla 15 cromosomas	Sn. José Villa Guerrero Edo. de México. Margaritón (Crysanthemum maximum)
No.	Méx-010		Guadalupe, Nuevo Urecho, Michoacán. Melón (Cucumis melo)
No.	Méx-011		Cocoyotla. Edo. de Morelos Jitomate

3. Se han [illegible]ado las investigaciones siguientes, en las cuales se ha trabajado c[illegible] [illegible]guna de las poblaciones involucradas en el proyecto:

(1) Castillo Ponce, Gladys. 1977. Estudio y evaluación de daños causados por el nemátodo nodulador de las raíces en semillero de café (Coffea arabica) en condiciones de invernadero. Tesis facultad de biología. Universidad Veracruzana, Xalapa.

(2) Castillo Ponce, Gladys. 1977. Meloidogyne spp. Nemátodo que parasita diversos cultivos en la Comarca Lagunera Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Seminarios Técnicos 4 (13):10.

(3) Hernández, A. H. 1977. Interacción de Meloidogyne incognita (Kofoid y White) Chitwood, Fusarium solani (Mart) Sacc., f. sp. Phaseoli (Burk) Snyder y Hansen y Rhizoctonia solani - Kuhn en frijol ejotero. Memorias VI Congreso Nal. de Fitopatología p. 91.

(4) Becerra L., Enrique N., y Carlos Sosa-Moss. 1977. Se reporta Meloidogyne incognita (Kofoid and White 1919) Chitwood 1949, atacando Zea mays (L) en México, sin causar agallas radiculares. IX Reunión de Nemátologos de los Trópicos Americanos. Marzo-Lima, Perú.

(5) Sosa-Moss, Carlos, y Delta Castillo Fernández. 1978. Avances de Investigación sobre el género Meloidogyne en México. Conferencia sobre el Proyecto Internacional de Meloidogyne Sn. - José Costa Rica.

(6) Marroquín Andrade, L. M. 1980. Tratamiento a semilla mediante nematicidas sistémicos para el control del nemátodo agallador. I.P.N. Escuela de Ciencias Biológicas. Tesis Profesional.

(7) Nieto Alonzo, G. L. 1980. Determinación del ciclo de vida del nemátodo nodulador de raíces (Meloidogyne sp.) en maíz (Zea mays L.) y estudio histopatológico de las raíces hospedantes. U.N.A.M. Facultad de ciencias, México Tesis profesional.

(8) Talavera Ortíz, Ma. Conceptión. 1981. Efectos de diferentes fuentes y dosis de nitrogeno sobre el daño causado por Meloidogyne incognita a plantas de jitomate. Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.

Como recomendaciones para continuar con el MIP en México, se sugiere que:

Dado lo amplio del país, es poco útil desarrollar una investigación localizada en el área de influencia de Chapingo. Sería más deseable realizarlo a lo largo y ancho del país, para que realmente se tenga información representativa de lo que sucede en México. En el MIP no se consideró la superficie bajo cultivo en cada país, sino que estos aparecen solamente como un nombre, en una lista de países participantes en el proyecto. Esto hace que paises como Surinam o República del Salvador y México son considerados iguales para la consecusión de los objetivos del Proyecto, siendo que son diferentes en tamaño del área cultivada, por lo que en México existe mayor diversidad de climas, tipo de suelos, etc., etc., y por lo tanto mayores probabilidades de variación en las especies y razas de Meloidogyne.

Se sugiere en casos como éste, hacer dentro del país, subdivisiones en las que bajo la dirección de un colaborador, se realicen algunas de las actividades que sería más deseable hacer in situ, tales como: localización del sitio de donde se tome la población para el estudio, que debe ser representativo de la zona y cultivo determinados, una primera identificación en base a modelos perineales, evaluación del daño económico y dinámica de las poblaciones de la o las especies de Meloidogyne que se identifiguen, pudiendo centralizarse en el lugar de residencia del Cooperador del MIP, otras actividades como: confirmar la identificación en base a los modelos perineales y realizar la prueba con los hospedantes diferenciales, además de

la responsabilidad de estar en contacto directo con el Dr. J. N. Sasser Director del Proyecto, para el envío de muestras, recepción de equipo, semillas, información, etc., etc.

Esto permitiría agilizar el trabajo ya que de otra suerte, las largas distancias hacen imposible ser eficiente; además, de optimizar el uso de las diferencialies, evitando además errores y duplicidad de trabajo, si hay varios cooperadores en cada país.

Lógicamente que esto implica también, mayores gastos en unos paises que en otros ya que debe proveerse a cada colaborador del mínimo de equipo necesario (tamices, tubos para transportar el suelo, frasquitos para las masas de huevecillos, etc., etc.).

Esta forma de organización permitirá obtener datos más veraces de la importancia real del género Meloidogyne como un factor de la producción de alimentos, así como tambien en su ecología, taxonomía y sobre todo en las posibilidades que existen de control.

INFORME SOBRE LA SITUACION NEMATOLOGICA EN NICARAGUA

Agr. Marywbska Calderon Vega

Introduccion

La nematología en Nicaragua, tuvo su inicio en el año 1974, con el funcionamiento de un pequeño Laboratorio creado en el Sección de Fitopatología del MAG.

Los primeros análisis realizados revelaron la presencia de nemátodos fitoparásitos asociados a diferentes cultivos responsabilizando por vez primera a estos micro-organismos como uno de los factores limitantes en la producción.

En la mayoría de los cultivos se encontró presente el género Meloidogyne sp., presentándose asociado en café, tomate, caña de azúcar, tabaco, plátano, guayaba y hortalizas.

Los primeros trabajos de investigación se iniciaron en 1975 con el control de Meloidogyne sp., en café y tabaco (1, 3).

Las especies M. exigua, M. javanica, y M. incognita fueron identificadas en 1978 en los cultivos de café, cañade azúcar y tabaco respectivamente.

En 1979-81, se llevaron a cabo trabajos sobre inventario de nemátodos en diferentes zonas y cultivos del país detectándose como nemátodos problemas, el género Radopholus sp, en plantaciones de plátanos en la zona de Zelaya Sur, así como Meloidogyne sp., y Pratylenchus sp., en las áreas cafetaleras de la Región II Pacifico Sur del país (4).

Lo anterior expuesto, conllevó la necesidad de ampliar nuestros programas de investigación en el campo de la nematología, ya que no contamos con la información y experiencia necesaria para bregar con este problema, por lo que esperamos que con la contribución del proyecto Internacional de Meloidogyne (PIM), obtendremos resultados positivos en un lapso corto, ya que como se puede observar en el anexo 1,--Meloidogyne sp., es uno de los géneros más ampliamente distribuidos, en nuestro suelos y un estudio a fondo de su comportamiento nos ayudará a mejorar nuestros programas de control, lo que redundará en un beneficio de incalculable valor a nuestro país.

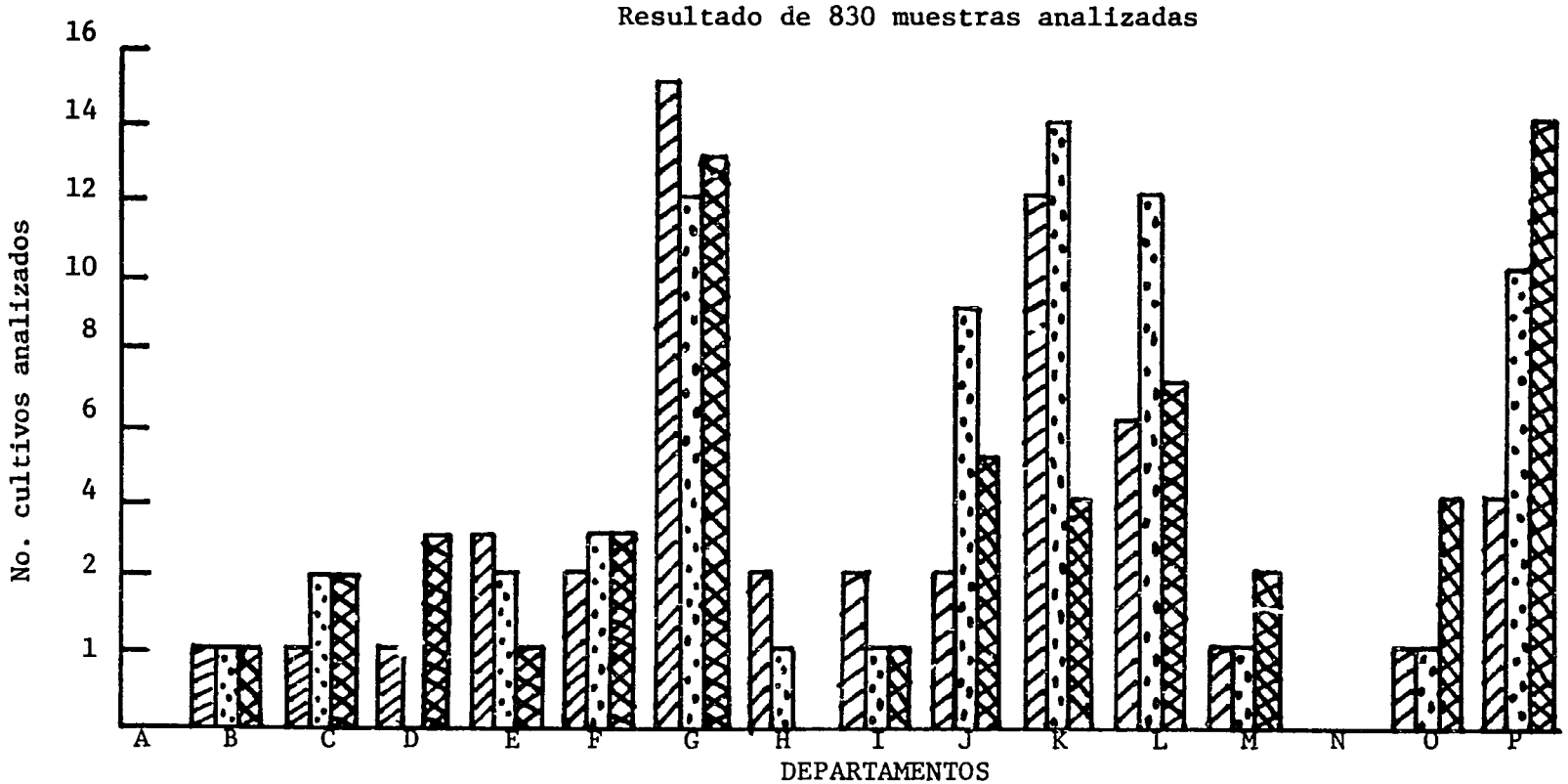
Propuestas De Investigacion

Se ha considerado como propuesta de investigación lo siguiente:

1. Identificación de especies de Meloidogyne utilizando hospedantes diferenciales.

Anexo 1. Frecuencia y Distribución de Nemátodos en Cultivos y Departamentos de Nicaragua. Período Dic 1979 a Dic. 1981

Resultado de 830 muestras analizadas



Meloidogyne sp.

Pratylenchus sp.

Helicotylenchus sp.

A - Boaco
B - Carazo
C - Chinandega
D - Chontales
E - Estelí
F - Granada
G - Jinotega
H - León
I - Madriz
J - Managua
K - Masaya
L - Matagalpa
M - Nva. Segov
N - Río Sn. Juan
O - Rivas
P - Zelaya

2. Evaluación de poblaciones del género Meloidogyne en programas de rotación de cultivos.

3. Estudios para determinar los cultivos hospederos de las especies de Meloidogyne existentes en Nicaragua.

4. Evaluación de nematicidas en plátanos, café y tabaco.

Literatura Citada

1. Laboratorio de Fitopatología. 1975. Informe anual - 1975. Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG. Managua, Nicaragua.

2. Laboratorio de Fitopatología. 1978. GTZ Informe anual - 1978. Managua, Nicaragua.

3. Laboratorio de Fitopatología. 1979. Misión Técnica Alemana. Resultados obtenidos en Fitopatología desde el año 1953 hasta noviembre 1979 en la República de Nicaragua. Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Managua, Nicaragua. Sin publicar.

4. Laboratorio de Fitopatología. 1980. Informe anual - 1980. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. Managua, Nicaragua.

RESEARCH ON MELOIDOGYNE IN SURINAM

R. Segeren van den Oever*

Importance Of Root-Knot Nematodes In Surinam

Root-knot nematodes are important pests in several vegetable crops grown in Suriname. Quite often, heavy infestation has been observed in tomato, eggplant, sweet pepper, cucumber, pumpkin, bitter gourd, other cucurbits, winged bean, french bean, yard long bean and celery. Meloidogyne has also been found to be a problem in cassava, sweet potato and papaya. M. incognita is the species involved. M. javanica and M. arenaria are sometimes found, but always together with M. incognita in the same crop.

Vegetables are grown on sandy, shell and clay soil. Most root-knot nematode problems do occur on sandy soil. On clay soil, root knot is hardly a problem in vegetable growing. Rice, a crop which is grown on these heavy clay soils, has a root-knot problem too. M. oryzae is the species found in all cases.

Host Plants Of Meloidogyne Spp.

Since 1978, root-knot nematodes were found in some crops not known as host plants of Meloidogyne in Suriname. These crops were: Brassica chinensis, Zea mays (var. San Andres), Dolichos lablab, Piper nigrum, Gerbera sp., Gladiolus sp., Polianthes tuberosa, and several other ornamental plants. Weeds which were found to be infested with Meloidogyne spp. were: Cyperus rotundus, Wulfia bactata, Batocydia unguis, Portulaca oleracea, Vernonia cinerea, Solanum stramoniifolium, S. nigrum, Alternanthera spp., Desmodium sp. and Amaranthus sp.

Studies On M. Oryzae In Rice

The effect of M. oryzae, a pest of flooded rice, was tested in a greenhouse experiment. Rice variety Diwani was sown in pvc-containers (diameter= 10 cm, length=30 cm) filled with clay soil (pH= $\pm$ 5.5). The clay was kept water-saturated ("dry") in 30 out of 60 pots. The other 30 pots were flooded ("wet") starting 18 days after sowing. To 15 of the pots of each water treatment, 10,000 eggs of M. oryzae were added.

In the "wet" pots, grain yield, number of seeds and total dry matter were negatively correlated with the number of root knots per gram of roots

*Agricultural Experiment Station, Paramaribo, Surinam

and with the number of eggs and second stage larvae per 5 grams of roots. In the "dry" pots, grain yield and number of seeds were also decreased by the root-knot nematodes. Plant weight was much lower in the dry pots.

Rice Weeds

The rice weeds Echinochloa colonum, E. cruspavonis, Hymenachne amplexicaulis, Ischaemum rugosum, Eleocharis sp., Fimbristylis miliacea, Sphaenoclea zeylanica, Jussiaea sp., and Lophotocarpus quianensis were inoculated with ± 4000 M. oryzae eggs per pot to see which of these are host plants of the rice root-knot nematode. F. miliacea and E. cruspavonis proved to be very good hosts (RI = 4). E. colonum, Eleocharis sp. and H. amplexicaulis were hosts too (RI=2-3).

Host Parasite Relationship

The period M. oryzae takes to complete one generation is about 3 weeks (mean temp. 27°C). Fifteen days after inoculation of eggs and second stage larvae, the first females and egg masses can already be observed. Egg masses are normally found inside the rice roots, but once, in rice roots grown in sandy soil, egg masses were found protruding from the roots.

M. oryzae was detected in plantain roots from one locality. Cross-inoculations were carried out with M. oryzae from rice and plantain. Both reproduced on rice and plantain. M. oryzae from rice always produced its eggs inside the roots. Egg masses of M. oryzae from plantain were found inside as well as protruding from the roots. On tomato (cv. Large Chico), both M. oryzae populations reproduced, but galls were inconspicuous.

The Effect Of Soil Type On Reproduction Of Meloidogyne Spp.

In the greenhouse, a pot experiment (6" pots) was carried out to see whether reproduction of root-knot nematodes was different in sandy soil (pH = ± 6) than in shell soil (pH = ± 7). One part of the soil was treated with Dazomet (Basamid), one part was steam-sterilized (2 hours 70°C), and the other part was left untreated. Sandy soil did contain more plant-parasitic nematodes than shell soil. To 10 pots of each soil-type treatment combination, 5000 Meloidogyne eggs were added. Eggplant was planted in each of the 60 pots.

Egg-mass production was high in both soil types, but nematode reproduction was evidently higher in treated sandy soil (Table 1). Comparing the scores of treated and untreated soil, other nematodes and soil organisms apparently do play an important role in reducing the development of root-knot nematodes.

Table 1. Root weight, number of egg masses per plant and per gram of root 45 days after inoculation

Soil type	Treatment	Root weight (in grams)	Egg masses / plant	Egg masses / g of roots
Sand	Steamed	59.6	5673 a*	93.6 a*
Sand	Dazomet	57.4	5317 a	93.2 a
Sand	Untreated	46.2	2456 b	52.6 b
Shell	Steamed	26.7	2201 bc	77.2 a
Shell	Dazomet	23.9	801 d	34.9 b
Shell	Untreated	23.3	1297 cd	52.6 b

*Numbers with the same letters do not differ significantly p = 0.01, LSD - test.

Table 2. Number of second-stage larvae in the roots 67 days after treatment, percentage of plants with a root-knot index (RI) or root-knot rating (RR) exceeding 3, 81 days after treatment

Treatment	67 days L2/10 g roots	81 days perc. pl. RI>3	81 days perc. pl. > RR>3
Untreated	1592 a*	58.8 a*	27.5 a*
Carbofuran	637 b	15.5 b	8 bc
Prophos	467 b	14.3 b	4.8 c
Oxamyl	1157 ab	24.8 b	13.3 b

*Numbers with the same letters do not differ, DMRT (p=0.05)

Comparison Of Susceptibility Of Varieties Of Commercial Vegetable Crops To Meloidogyne Spp.

Tomato. The resistant varieties Nemared, Catala and Resaplus were tested for their response to root-knot nematode attack under local field conditions and compared with the susceptible variety Large Chico. At harvest the root-knot index (percentage of root system containing root knots) was Large Chico 3.9; Nemared 2.3; Catala 1.4; Resaplus 1.3. Resaplus yielded most, followed by Nemared. The production of Catala and Large Chico was about the same. Fruits of Resaplus often showed cracks due to much rain and high humidity. In a greenhouse experiment, the tomato varieties Agrey, Floradel and a local mixture of varieties (Kwatta) were infected with root-knot nematodes. Floradel showed most root knots, followed by Agrey. Some plants of "Kwatta" had many root knots, but other plants showed hardly any galling. These different reactions indicate that selection based on root-knot index might be feasible in searching resistant tomato.

French beans. Two local varieties of *Phaseolus vulgaris* were tested. In a pot experiment (6" pots), both varieties proved to be very good hosts of *Meloidogyne*.

Cabbage. The varieties Summer Conqueror, The Crown, Golden Acre, Wakefield and KK Cross were tested in a greenhouse trial. All of them were good hosts of *Meloidogyne*. According to the reproduction rate of *Meloidogyne*, Golden Acre was the best host and KK Cross the worst. However, galling was most severe in The Crown and least in Summer Conqueror.

Red pepper. Six local varieties, including Mme. Jeanette, were infected with root-knot nematodes. Five of these were unsuitable hosts, producing very few root knots and egg masses.

Chemical Control (Meloidogyne Spp.)

Tomato. In a greenhouse experiment, the nematicides carbofuran (Furadan 5 G - 1.5 g/pl), prophos (Mocap 10 G - 1 g/pl), fenamiphos (Nemacur 10 G - 1 g/pl), and oxamyl (Vydate L - 4.5 ml/pl) were applied to the soil (6" pots) before planting 4-week-old tomato plants (Floradel). All nematicides were effective in reducing root knot. In a field experiment, the nematicides carbofuran (Furadan 5 G - 1.5 g/pl), prophos (Mocap 10 G - 1 g/pl), and oxamyl (Vydate L - 4.5 ml/pl) were applied at planting and compared to untreated control plots. Carbofuran and prophos reduced root knot most. Tomato yield was very low due to the heavy rains, so the effect on yield could not be assessed (Table 2).

A second field experiment was carried out with the same nematicides. Vydate 10 G was used instead of the liquid formulation. Forty days after treatment, the most second-stage larvae were found in the untreated plants (1460/10 g), followed by the oxamyl treatment (875/10 g). At harvest (91 days), 43-52% of the plants had a root-knot index exceeding 3 in all treatments. The number of second-stage larvae was highest in the carbofuran treatment (9390/10 g), followed by untreated (6370/10 g), oxamyl treatment (4130/10 g), and prophos treatment (3080/10 g).

Seed Treatment

Seed treatment tests using oxamyl (Vydate L) to control root knot in vegetable crops were started. Germination of treated and untreated (water) seeds was compared. Treatments were:

cucumber	12 g/100 ml - 1 hour
watermelon	2 g/100 ml - 3 hours
bean	4 g/100 ml - 3 hours
bitter gourd	4 g/100 ml - 3 hours

Treated seeds germinated 1 or 2 days later than untreated ones. Total germination was about the same.

Future Research

1. A selection for resistance to root-knot nematode will be conducted for the locally grown tomato variety "Kwatta."

2. In rice, experiments will be carried out to assess damage caused by root-knot nematodes. The influence of flooding and depth of the water layer on development of these nematodes will be studied.

3. To control *M. oryzae* in rice, trials will be carried out both with seed treatment and spray applications of Vydate L.

4. Experiments on seed treatment (Vydate L) to control root knot in some vegetable crops will be continued.

RESUMEN

Investigación Sobre Meloidogyne En Surinam

Desde 1978 se ha encontrado nemátodos del nudo de la raíz en cultivos no mencionados anteriormente como hospederos de Meloidogyne en Surinam. Estos cultivos son Brassica chinensis, Zea mays, Dolichos lablab, Piper nigrum, Gerbera sp., Gladiolus sp., Polianthes tuberosa y varias otras plantas ornamentales y malezas. En un experimento de invernadero, el rendimiento y peso de la planta de la variedad de arroz Diwani fueron significativamente reducidos por M. oryzae en condiciones de suelos húmedos y secons. Las malezas de arroz Fimbristylis miliacea y Echinochlao cruspavonis resultaron ser buenos hospederos de M. oryzae. Fl nemátodo también se reprodujo en Echinochloa colonum, Eleocharis sp. y Hymenache amplexicaulis. En otro experimento de invernadero con berenjena, la producción de masas de huevos de Meloidogyne (principalmente M. incognita) fue mayor en suelo arenoso (pH 6) que en suelo alkalino (pH 7). En un experimento de campo las variedades de tomate, Nemared, Catala, Resaplus y Chico Largo, fueron sembradas en suelo infestado con nemátodos del nudo de la raíz. En la cosecha el índice de nudos fue 2.3, 1.4, 1.3 y 3.9, respectivamente. La variedad Resaplus fue la que rindió más seguida de Nemared. Fn el invernadero, dos variedades locales de Phaseolus vulgaris fueron muy buenos hospederos de nematodos del nudo de la raíz. En cinco variedades de col blanca (Summer Conqueror, The Crown, Golden Acre, Wakefield, y KK Cross) Meloidogyne se reprodujo muy bien. De seis variedades locales de pimienta roja que se probaron, cinco fueron hospederos no eficientes de Meloidogyne sp. En dos pruebas de campo se usó carbofuran 5G (1.5 g/planta), profos 10 G (1 g/planta), oxamyl (4.5 ml/planta), y oxamyl 10 G (2 g/planta) para controlar nemátodos del nudo en tomate. Carbofuran y profos fueron los que más redujeron la infestación del nemátodo.

MELOIDOGYNE RESEARCH PROGRESS IN PUERTO RICO

Dr. A. Ayala, Dr. N. Acosta, J. Negron, J. Toro

INTRODUCTION

It has been demonstrated that root-knot nematodes (Meloidogyne spp.) are the nematodes most associated with crops of economic importance in Puerto Rico. Four species have been identified and classified as potential pathogens that can cause severe damage to important crops; these species are M. incognita (Kofoid and White) Chitwood, M. arenaria (Neal) Chitwood, M. exigua Goeldi, and M. javanica (Treub) Chitwood. At present, the studies for the determination of the damage extent caused by these species have been limited, but the results of experimental trials and field observations tend to point out that these parasites can reduce crop production in sugar cane, pineapple, coffee, ornamentals, root crops, and others. Also the investigators have found that these nematodes can cause important diseases to the plants independently of the association that they can establish with other microorganisms. In addition, control methods reduce crop losses.

WORK DONE AND RESULTS

Coffee

Two greenhouse experiments were conducted to determine the host-parasite relationship of a Meloidogyne incognita population on Coffea arabica cv. Borbon, and the type of association of the same root-knot nematode population and the fungus Fusarium oxysporum f. sp. coffeae.

Pathogenicity. A group of 15 six-month-old coffee plants per treatment were planted in 12.5-cm diameter plastic pots containing a steam-sterilized sandy soil. Each group was inoculated, through inoculation tubes, with 0, 4,000, 8,000, 16,000, or 32,000 eggs per plant. All plants were kept in the greenhouse for 45 days after which time data on gall index and height and weight of dry roots and shoots were collected.

Interactions. For determination of the type of association between F. oxysporum f. sp. coffeae and M. incognita, coffee seedlings were subjected to several treatments: inoculation with the fungus alone; the nematode alone; the nematode and the fungus, with the nematode being applied either two or four weeks before the fungus; or non-inoculated.

Tomato

Last year a greenhouse experiment was established to determine the susceptibility of nine tomato lines and cv. Rutgers to 18 populations of root-knot nematodes from 15 ecological zones of Puerto Rico. Fourteen of these populations were characterized by use of the six differentials test by which we determined that the 14 populations belong to M. incognita species (the four races were represented). This year (1981) the same ten tomato cultivars were submitted to a susceptibility test with another Meloidogyne population. Three tomato seedlings of each line or cultivar were planted in steam-sterilized soil and inoculated with 3,000 M. incognita eggs per plant. The plants were kept in a greenhouse for 45 days after which time data on gall index was observed. The amount of M. incognita eggs or larvae from 3.7 g of roots and 250 cm of soil, respectively, were collected.

Bean

In order to determine the susceptibility of 10 bean (Phaseolus vulgaris) lines to a soybean population of M. incognita, a greenhouse experiment was conducted on eight-day-old plants, inoculated with either 0 or 10,000 eggs/pot. Four plants per line were kept on a greenhouse bench for 60 days. At harvest, the number of galls and eggs in the roots was recorded.

Pepper

Preliminary experiments to determine the relative susceptibility of the pepper (Capsicum annum) cultivars Cubanelle and Blanco del País to four populations of M. incognita indicated that the two cultivars were immune to three of the populations and highly susceptible to a fourth one from Isabela. As a second trial the same two cultivars were submitted to different inoculum levels: 500, 1,000, 2,000, 5,000, 10,000, and 20,000 eggs per plant of the root-knot nematode population from Isabela.

RESULTS

Coffee

Pathogenicity. Results indicated that all inoculum levels caused a considerable reduction in growth and dry weight of plants (Table 1). Based on the gall-index data, it can be concluded that coffee cv. Borbon is very susceptible to the M. incognita population used under the prevalent greenhouse conditions. Chlorosis, dwarfing, and reduction of the root system were significantly greater in coffee plants inoculated initially with 32,000 eggs than in those inoculated with fewer eggs. Similar

Table 1. Means of gall index, height, and dry weight of roots and shoots of coffee seedlings inoculated with *M. incognita* eggs and kept in the greenhouse 45 days.

Initial inoculum (eggs)	Gall index[z] (0-5)	Height (cm)	Dry wt. (g)	
			Roots	Shoots
0	0.0 a[y]	23.6 a	0.8 a	7.4 a
4,000	4.4 b	20.1 b	0.5 b	1.7 b
8,000	4.6 b	19.7 b	0.5 b	1.6 b
16,000	4.7 b	19.1 b	0.5 b	1.5 b
32,000	4.6 b	18.8 b	0.6 b	1.6 b

[z]Gall index based on the 0 to 5 scale: 0 = no galls; 1 = 1-2 galls; 2 = 3-10 galls; 3 = 11-30 galls; 4 = 31-100 galls; 5 = more than 100 galls.

[y]Means followed by the same letter within each column do not differ significantly at the 5% level as determined by Duncan's New Multiple Range Test.

symptoms, but to a lesser extent, were evident on plants inoculated with 16,000 eggs, at which level a 40% reduction in dry weight was obtained. There was a 20% and 19% height reduction on plants inoculated with 32,000 and 16,000 eggs per plant respectively. Histological examination of roots revealed many well-developed giant cells inside the xylem vessels and cortical and parenchymatous tissues. In some cases, the xylem vessels were almost completely obstructed by these cells.

Interactions. Forty-five days after inoculation, chlorosis, wilting, dwarfing, and reduction of the root system were significantly greater in coffee plants inoculated with the fungus four weeks after the nematode inoculation than in the other treatments. A high degree of necrosis and susceptibility to water stress were also observed. Similar symptoms, but to a lesser extent, were evident on plants inoculated with the fungus two weeks after the nematode. No significant differences in plant or root growth were observed between plants inoculated with the fungus alone or with both organisms added simultaneously and non-inoculated plants or other treatments (Table 2). There was a 56% and 30% reduction in dry root weight and internode distance, respectively, on plants inoculated with the fungus four weeks after the nematode. Root pieces for all treatments were collected at random for histological examination. Longitudinal sections revealed many well-developed giant cells inside the xylem vessels. Hyphae were detected inside the xylem vessels, giant cells, and the female nematode.

Tomato

Results on this test were similar to those obtained last year in which line 290 F8 was intermediate in resistance while the other lines and cv. Rutgers were susceptible (Table 3).

Bean

Results in Table 4 indicate that there is some variation in the degree of susceptibility to the *M. incognita* population among lines. Line 9 appeared to be the most tolerant to this nematode population. More research along this line will be conducted.

Pepper

Both cultivars (Cubanelle and Blanco del País) showed a high susceptibility when the population levels were 10,000 and 20,000 eggs per plant. Chlorosis, necrosis, and wilting were observed, and a reduced root system was developed. Due to the fact that with 2,000 and 5,000 eggs per plant the cultivars

Table 2. Means of gall index, height, dry weight of roots, and shoots and internode distance of coffee plants in greenhouse study of the interaction of *M. incognita* and *F. oxysporum* f. sp. *coffeae*

Treatment	Gall index (0-5)	Height (cm)	Dry wt. (g) Roots	Dry wt. (g) Shoots	Internode distance (tm)
F[y]	0.0 a[z]	21.2 a	0.7 a	2.0 a	2.4 a
N+F=S	4.7 b	21.0 a	0.6 a	1.8 a	2.5 a
N+F=2	4.3 c	16.6 b	0.4 b	1.3 b	1.9 b
N+F=4	3.9 d	15.4 b	0.4 b	1.1 b	1.8 b
Check	0.0 a	23.6 c	0.8 c	2.3 c	2.6 a

[z]Means followed by the same letter within each column do not differ significantly at the 5% level as determined by Duncan's New Multiple Range Test.

F[y] (fungus alone); N+F=S (nematode plus fungus simultaneously); N+F=2 (fungus added two weeks after the nematode); N+F=4 (fungus added four weeks after the nematode).

Table 3. Average gall index, *M. incognita* eggs and larvae in the roots and soil planted with the tomato cv. Rutgers and 9 tomato lines

Tomatoes	Gall index (0-5)	Numbers of M. incognita Eggs	Larvae
182 F_6	4.7 a[z]	42550.0 a	10666.7 ab
138 F_6	5.0 a	42866.7 a	11786.7 ab
209 F_6	5.0 a	37700.0 a	31893.3 a
94 F_4	5.0 a	34516.7 a	26843.3 a
222 F_6	5.0 a	40135.7 a	9840.0 ab
290 F_8	3.0 b	1416.7 b	346.7 b
Rutgers	5.0 a	27466.7 b	14960.0 ab
277 F_7	5.0 a	39044.3 a	31360.0 a
105 F_4	4.3 a	26666.0 b	10906.7 ab
141 F_6	5.0 a	45658.3 a	8213.3 ab

[z]Means followed by the same letter, within each column, do not differ significantly at the 5% level as determined by Duncan's New Multiple Range Test.

Table 4. Average numbers of root-knot galls and eggs on roots of 10 lines of beans (*Phaseolus vulgaris*) inoculated with *M. incognita* eggs 60 days after inoculation.

Bean Lines	Numbers of M. incognita Galls	
1	54.0 ab[z]	30750.0 ab
2	96.8 a	35583.0 a
3	50.8 ab	13290.0 ab
4	94.8 a	21100.0 ab
5	46.0 ab	24960.0 ab
6	34.3 ab	15400.0 ab
7	92.8 ab	23250.0 ab
8	84.7 ab	19420.0 ab
9	25.7 b	2826.7 b
10	50.8 ab	6520.0 b

[z]Means followed by the same letter, within each column, do not differ significantly at the 5% level as determined by Duncan's New Multiple Range Test.

presented less severe symptoms of decay, we decided to use an inoculum level between these two (about 3,000) for a fungus-nematode interaction test that is in progress. The effects on the plants produced by the levels of 500 and 1,000 eggs per plant were not as good as those of the one we chose for the interaction test.

RESEARCH UNDERWAY

Some work on root-knot nematodes is being done by graduate students of our Crop Protection Department at UPR-Mayaguez Campus as thesis research for completion of Master Degrees. The research works are as follows:

1. Interactions between Meloidogyne incognita and Fusarium spp. in the pepper (Capsicum annum L.) vascular wilt.

2. Effect of some ecological factors in the variability of Meloidogyne incognita.

3. Interactions of Fusarium oxysporum f. sp. dioscorea and the nematodes Meloidogyne incognita and Pratylenchus coffeae in Dioscorea rotundata.

4. Characterization of root-knot nematode populations from the Dominican Republic and evaluation of common bean (Phaseolus vulgaris) to the four races of Meloidogyne incognita described in Puerto Rico.

SIGNIFICANT ACCOMPLISHMENTS

1. Fourteen populations of Meloidogyne were characterized by the Host Differential Test.

2. All populations belonged to M. incognita.

3. All four races of M. incognita were identified.

4. The association of F. oxysporum f. sp. coffeae and M. incognita in coffee was established.

5. There are tomato lines moderately resistant to M. incognita.

6. Two theses for the Master Degree in Agronomy and two additional publications were prepared.

FUTURE RESEARCH PLANS

1. New Meloidogyne spp. populations will be characterized based on morphology and host differentials.

2. Additional hosts differentials will be screened.

3. Ecological data pertinent to each Meloidogyne collection will be recorded from localities where the populations were obtained.

4. The optimum temperature for reproduction of each Meloidogyne population will be determined.

5. The degree of resistance of several coffee, tomato, and pepper cultivars to Meloidogyne spp. will be determined in the greenhouse.

PUBLICATIONS

1. Acosta, N. and J. Negrón. 1980. Susceptibility of various tomato lines to a population of Meloidogyne incognita. J. Agr., Univ. of Puerto Rico. (In Press).

2. Negrón, José A. 1980. Interaction of Meloidogyne incognita and Fusarium oxysporum f. sp. coffeae in Coffea arabica L. Thesis, Univ. of Puerto Rico.

3. Negrón, J. A. and N. Acosta. 1980. Host-parasite relationships of Meloidogyne incognita and Coffea arabica. J. Agr., Univ. of Puerto (In Press).

4. Toro, J. A. 1982. Host-parasite relationships and the variability of fourteen populations of the root-knot nematode, Meloidogyne spp. in Puerto Rico.

Note: The works above have not been published yet. Some of them are in the Journal Press Offices and others are in manuscript. There are some other research papers being prepared too.

ROOT-KNOT NEMATODE (MELOIDOGYNE INCOGNITA) INVESTIGATION ON CARROT IN ST. VINCENT, W.I.

N. D. Singh*

INTRODUCTION

Carrot (Daucus carota) is grown on the leeward side of St. Vincent often in monoculture on hillslopes as steep as 70 to 75°. Since 1977, there has been a steady and marked decline in yield throughout the growing region. Presently, yields are about 2250 to 3350 kg/ha as compared with 6700 to 8900 kg obtained in 1976. These yield reductions are attributed mainly to nematodes and fungi (Sclerotium rolfsii). Recent studies by the author (7) have identified Meloidogyne incognita as a major contributor to the reduction in carrot yield. This nematode species is commonly found in mixed populations with Rotylenchulus reniformis. All the commercial varieties of carrot that have been selected for their high-yielding qualities are highly susceptible to M. incognita. Symptoms of M. incognita include galling of both primary and secondary roots, tap-root malformation and root proliferation, yield reduction and plant mortality.

Control of the root-knot nematode is essential for improvement of small farmer productivity in the Caribbean Region. Two of the most effective practices for managing nematode populations at low density are chemical soil treatment and crop rotation. Although most nematode species are polyphagous, host plants differ in reproductive efficiency and susceptibility to damage. The growing of a less favored host plant would reduce the nematode carry-over to the succeeding crop. Seinhorst (5) found that the amount of plant damage caused by a nematode is related to the preplant nematode population density of the nematode. Because M. incognita occurs widely in St. Vincent and carrot is an important crop (7), this study was initiated in effort to determine: (i) the influence of selected crops on the suppression of Meloidogyne incognita and (ii) the effects of nematicides on the root-knot nematode population and yield of carrot.

*Nematologist, Caribbean Agricultural Research and Development Institute, U.W.I. Campus, St. Augustine

MATERIALS AND METHODS

Host Efficiency

Three experiments were established at three different sites near Rose Hall that had a history of poor carrot yields mainly because of a high population density of *M. incognita*. Because the nematode densities generally followed the same trend at each site but differed in levels, the data were combined to represent averages. The soils at all sites were loam classified as "Volcanic Ash." Methods of crop management were similar in all tests.

Selected crops were planted in three rows per 3m x 3m plot with a 66cm pathway separating each plot. The fifteen treatments included bean and carrot in pure stands; carrot and bean planted in the same row; carrot and peanut planted in the same row; chives, corn, eddoes, onion, peanut, sweet potato in pure stands; sweet potato and cassava planted in the same row; sweet potato and tannia planted in the same row; yam and fallow.

The design was a randomized complete block with four replications. Pre-plant soil samples were collected from each plot and again after four-months' growth of each crop. Each soil sample was taken with a 1.5-cm borer to a depth of 20 cm. Each sample was a composite of 0.5 to 1.0 kg of soil collected from around the plant roots in 10 locations within each plot. A sub-sample of 100 cm^3 soil was processed by a modified sieving and decanting method (4).

Nematicides

In January 1980, a field trial was established at Paireau and Belmont to examine the effects of nematicides on carrot yield. The chemicals evaluated were ethoprop 10%G (2.5 and 5.1 kg a.i./ha) and carbofuran 10%G (5.6 and 11.2 kg a.i./ha) using a randomized complete block design with four replicates. Each plot consisted of three rows separating each plot. The granular nematicides were selected mainly on the basis of their availability. They were applied on the soil surface in a row 8 to 10 cm wide and incorporated using a hand trowel to a depth of 4 to 6 cm. Seeds (var. "Spartan sweet A") were applied. Only the center row was used for assessing fresh yield, and the root-gall index was based on a 0 to 5 scale. The method for soil sampling was the same as described for "host-efficiency" above.

RESULTS AND DISCUSSION

Host Efficiency

Meloidogyne incognita was present with the pre-plant samples from all plots. After 16 weeks' growth of the selected crops, differences in the reproductive efficiency of *M. incognita* were observed (Table 1). Pre-plant densities of *M. incognita* were reduced in land that was fallowed or cropped with bean, corn, eddoe, tannia, yam and sweet potato alone or with the intercrops sweet potato-cassava and sweet potato-tannia. The highest increase in population density of *M. incognita* occurred on carrot. Chives was a non-host of *M. incognita*, and barely detectable levels occurred on peanut and onion. Previous studies have also shown peanut to be highly resistant or a non-host to *M. incognita* (8). There was a slight reduction or increase on carrot intercropped with bean and also with peanut.

Carrot was a good host for *M. incognita*. The ability of some cultivated plants to suppress *M. incognita* enhances their effectiveness as potential rotation crops in a multiple cropping system. The potential rotation crops also appear to be as effective as fallow in reducing the nematode population densities, thus providing not only a useful alternative to fallow, but an opportunity for increasing land productivity. Wilson and Caveness (8) also found that several grasses and cover crops suppressed *M. incognita* and were among rotation species regarded as replacement for bush fallow in West Africa. Brodie and Murphy (3) found that fallow and resistant crops result in greater nematode control and crop yield when they are used in combination than when used alone.

Nematicides

Only carbofuran and ethoprop at the higher rates were most effective in controlling *M. incognita* six weeks after soil application (Table 2). In a previous test (unpublished data), phenamiphos applied at the same two rates was also effective in controlling *M. incognita*. At the 12-week sampling marked reductions of *M. incognita* were observed in almost all the treated plots compared to the respective preplant population densities. Heavy rainfall which occurred soon after planting may have caused leaching of the non-fumigant nematicides and thereby altered their effectiveness. Because of this, carrot also had to be replanted in many plots.

All nematicide treatments increased the marketable yield of carrot by 3 to 32% (Table 3). The beneficial effects of the nematicides could not be truly reflected in the yield because of praedial larceny. No phytotoxicity was observed with any of the nematicides.

Table 1. The influence of selected crops and fallow on population densities of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*.

Crops	Nematodes per 100 cm^3 of soil		
	M. incognita		Percent[1]
	Preplant	16 wks.	increase/reduction
Bean	107	10	91
Carrot	140	320	+129
Carrot + Bean	122	150	+23
Carrot + Peanut	160	145	9
Chives	130	0	100
Corn	132	25	81
Eddoe	152	14	91
Onion	120	0.2	99
Peanut	130	0.4	99
Sweet potato	128	27	79
Sweet potato + Cassava	150	40	73
Sweet potato + Tannia	160	30	81
Tannia	145	17	88
Yam	135	12	91
Fallow	148	27	82

[1]Percent reduction or increase in nematode population based on initial population density.

Table 2. The effects of nematicides on *Meloidogyne incognita* on carrot in St. Vincent (mean number of 4 replicates)

Treatment and rate per ha (active)	Nematodes/200 cm^3 of soil *M. incognita* weeks after planting			
	0[1]	6	12	18
Carbofuran 10% G - 5.6 kg	40	15	25	75
Carbofuran 10% G - 11.2 kg	40	10	23	95
Ethoprop 10% G - 2.8 kg	20	30	18	55
Ethoprop 10% G - 5.6 kg	60	20	43	105
Phenamiphos 5% G - 5.6 kg	30	20	28	80
Phenamiphos 5% G - 11.2 kg	40	25	18	95
Control	20	53	43	100

[1]Initial population density before application of the chemicals

There were no statistical differences between root-knot indices of plants in treated and untreated plots at the time of harvest (Table 3). Increase in carrot yield could not be correlated with reduction in root-knot indices. Time of infection by Meloidogyne spp. may be important in pathogenesis. For example, Slinger and Bird (6) demonstrated suppression of carrot by M. hapla as early as 16 days after planting. Field observations by the author also showed root-gall symptoms of carrot 8 to 10 days after planting. It is conceivable that the marketable yield of carrot is related to the amount of infection by M. incognita during the first few weeks after planting. A similar relationship was shown on tomato and tobacco (1,2). The importance of the preplant population density is exemplified.

It seems that the individual use of either pesticides or crop rotation alone may not be adequate for economical control of nematodes. There is a need for developing an integrated pest management program for the control of nematodes.

There is need in St. Vincent and other Caribbean territories for a quantitatively based nematode advisory service. Until such data become available from experiments conducted in St. Vincent, one could attempt in the meantime to extrapolate data from other localities supplemented where possible by experience of the nematode in order to arrive at a pest management decision.

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to thank the Chief Technical Officer, Mr. C. Williams, and his "team" in the Ministry of Agriculture and Trade, St. Vincent, for their kind cooperation and support; Mr. B. Lauckner of CARDI for statistical analysis; Drs. D. Walmsley of CARDI and Don Norton of Iowa State University for their helpful suggestions in preparing the text; and Mr. K. M. Farrell for technical assistance.

RESUMEN

Investigación Sobre El Nemátodo Del Nudo De La Raíz (Meloidogyne incognita) En Zanahoria En San Vicente, Islas Orientales

Se identificó al nemátodo del nudo de la raíz (Meloidogyne incognita) como el principal contribuyente para reducir el rendimiento de zanahoria en la isla oriental de San Vicente. Otros organismos de suelo (Sclerotium rolfsii) contribuyen al problema.

Table 3. Effects of nematicides on yield of carrot (mean of 4 replicates)

Treatment	Rate a.i. kg/ha	Yield kg/6m row	Yield % Marketable	Root-knot index[1]
Carbofuran 10% G	5.6	13.3	57.8	3
Carbofuran 10% G	11.2	9.6	55.8	2
Ethoprop 10% G	2.8	9.7	68.3	2
Ethoprop 10% G	5.6	6.9	43.3	2
Phenamiphos 5% G	5.6	12.3	72.3	2
Phenamiphos 5% G	11.2	9.5	50.3	3
Control	-	9.9	40.3	3

[1] 0-5 rating with 0 representing no galls and 5 maximum galling.

En un experimento de campo, se comparó carbofuran 10% g (5.6 y 11.2 kg i.a./ha) con ethoprop 10% g (5.6 y 11.2 kg i.a./ha) para el control del nemátodo del nudo de la raíz y su efecto en el rendimiento de zanahoria.

Se contaron el número de nemátodos del nudo de la raíz en muestras de suelo de cada parcela experimental. Los conteos se realizaron antes de la aplicación y 6, 12 y 18 semanas despues de la aplicación de los nematicidas. Las dosis mas altas de carbofuran y ethoprop, fueron las mas efectivas en controlar M. incognita, seis semanas despues de la aplicación al suelo. A la semana 12, se observaron reducciones marcadas de M. incognita en casi todas las parcelas tratadas comparadas con la respectiva densidad de pre-plantación.

Todos los tratamientos de nematicidas incrementaron el rendimiento comercial de zanahoria en un 3 a 32%, pero no fueron económicos. En pruebas de rotación potencial de cultivos o combinación de cultivos, se encontro que el N° de juveniles del nemátodo del nudo se redujo en campos en barbecho, campos cultivados solo con frijol, maiz, colocasia, esculenta, "Tannia," ñame o camote o campos de intercultivos de camote-yuca o camote "Tannia." El maní, cebolla y cebollino fueron altamente resistentes o no-hospederos de M. incognita. La zanahoria fue un hospedero eficiente.

REFERENCES

1. Bergeson, G. B. 1968. Evaluation of factors contributing to the pathogenicity of Meloidogyne incognita. Phytopathology 58:49-53.

2. Brodie, B. B. and P. D. Dukes. 1972. The relationship between tobacco yield and time of infection with Meloidogyne javanica. J. Nematol. 4:80-83.

3. Brodie, B. B. and W. S. Murphy. 1975. Population dynamics of plant nematodes as affected by combination of fallow and cropping sequence. J. Nematol. 7:91-92.

4. s'Jacob, J. J. and J. V. Bezooijen. 1970. A manual for practical work in nematology. Internat. Agr. Centre, Wageningen, Holland. 66 pp.

5. Seinhorst, J. W. 1965. The relation between nematode density and damage to plants. Nematologica 11:137-154.

6. Slinger, L. A. and G. W. Bird. 1978. Ontogeny of Daucus carota infected with Meloidogyne hapla. J. Nematol. 10:188-194.

7. Singh, N. D. 1979. A nematological investigation of carrots in St. Vincent. Caribbean Agr. Res. Development Inst., U.W.I. Campus, St. Augustine, Trinidad.

8. Wilson, W. F. and F. E. Caveness. 1980. The effects of rotation crops on the survival of root-knot, root-lesion and spiral nematodes. Nematropica 10:56-61.

PARASITIC NEMATODES ASSOCIATED WITH VARIOUS PLANT SPECIES IN JAMAICA, 1949-1981

D. G. Hutton[1], Phyllis L. Coates-Beckford[2] and Sharon A. E. Eason-Heath[3]

Introduction

The importance of plant-parasitic nematodes to agriculture in Jamaica has been recognized from the early part of the twentieth century. In 1915, nematodes were suspected to be the cause of blackhead disease of banana (2). In the thirties, "root nematodes" were reported to be disease agents of several vegetables and tobacco (4, 10, 11). The first investigations of nematode problems of yams were carried out with infested material from Jamaica (12). In 1949, 36 crop plants and six weeds were found to be hosts of root-knot nematodes (1), and later, these and other nematodes were recovered from sugar cane roots and rhizosphere soil and were thought to be responsible for the poor performance of this crop (5). The classical and widely adopted nematode control measures for banana were developed in Jamaica in the late fifties (7, 8).

In 1958, a Nematology Section was established in the Plant Protection Division of the Ministry of Agriculture. Initial investigations by Dixon and Latta (3) showed that 19 genera of potentially parasitic nematodes were associated with a wide range of economic and weed plants and that many of these nematodes caused substantial yield losses of many important crops. In the early sixties, studies of root failure and eventual decline of sugar cane revealed that the probable cause was a fungus/micro-arthropod/nematode complex (6).

In 1970, the senior author joined the staff of the Plant Protection Division, Ministry of Agriculture, as Nematologist. Subsequently, continuous records have been made of nematodes associated with various plant species. This paper presents a compilation of all observed plant-nematode associations noted in Jamaica from 1949 to 1981. Information is given on the estimated losses in crop yield due to nematode attack.

---

[1]Acting Director and Nematologist, Plant Protection Division, Ministry of Agriculture, P.O. Box 480, Kingston 6.

[2]Lecturer, University of the West Indies, Mona, Kingston 7.

[3]Nematologist, Plant Protection Division, Ministry of Agriculture, Kingston 6, Jamaica.

Materials and Methods

Soil and root samples were taken from a wide range of plants in connection with surveys, research projects and advisory work. Nematodes were extracted from the soil samples by the pie pan method (9) or by Whitehead's tray (13), both modifications of the Baermann Funnel technique. Root samples were processed for nematode extraction by comminuting the roots in a blender and collecting the debris on a 1mm sieve nested in a 0.25mm sieve. The filtrate, which contained the nematodes, was passed through a 0.04mm sieve seven times and the nematodes were caught on and collected from the sieve. Nematodes were identified and counted to estimate numbers per unit weight of root or volume of soil, and the associations recorded. From these records a host list with indications of yield losses was compiled. The host list was divided into nine sections as follows, and the number of plant species examined are given in parentheses:

1. Field and tree crops	(21)
2. Fruit crops	(14)
3. Legumes	(7)
4. Root crops	(6)
5. Spices	(5)
6. Vegetables	(25)
7. Ornamentals	> (27)
8. Weeds and cover crops	> (27)
9. Others	(7)
TOTAL	> (139)

A score of 1 to 5 was given to each plant-nematode association to indicate yield losses as follows:

1 = Association recorded; no indication of qualitative and/or quantitative yield losses.

2 to 5 = 1-10%, 11-25%, 26-45%, and more than 45%, respectively, qualitative and/or quantitative yield loss either estimated or proven by research.

Results and Discussion

Over a 32-year period, 27 genera of plant-parasitic nematodes were found to be associated with 139 economic and other plant hosts (Table 1). The genera Helicotylenchus, Meloidogyne, Pratylenchus and Rotylenchulus were associated with 63%, 85%, 48% and 55%, respectively, of the plant species surveyed. The literature contains several reports of damage by these

nematodes and adverse effects on host growth; in Jamaica, these are the genera of greatest economic importance to crop agriculture. However, other nematode species, although associated with a low percentage of plant species, may be extremely important on economic crops, e.g. Radopholus similis on banana, plantain, anthurium and pothos; Scutellonema bradys on yams; and Hoplolaimus sp. and Xiphinema sp. on turf grass.

Of the four commonly occurring nematode genera, Meloidogyne was the most ubiquitous. It was associated with a high percentage of each of the nine groups of plants and, in fact, was associated with 100% of the vegetables and fruit crops surveyed. It also caused considerable losses in yield of several crop species. In attempting to reduce soil populations of Meloidogyne, one must recognize the importance of removing not only the crop host, but also alternate hosts in the form of weeds and cover crops. The importance of such weed hosts is indicated by the high (96%) percentage association of Meloidogyne with those plant species examined.

RESUMEN

Nematodos Parásitos Asociados Con Varias Especies De Plantas En Jamaica, 1949-1981

Desde los primeros años del siglo XX, los nemátodos han sido reconocidos como plagas o agentes patógenos del plátano, verduras, tabaco, ñame y caña de azúcar en Jamaica. Una recopilación de todas las asociaciones nemátodo - planta, observadas y registradas en Jamaica desde 1949 a 1981, muestra que 27 géneros de nemátodos parásitos de la planta están asociados con más de 140 especies de plantas de importancia económica y otras especies.

Los géneros Helicotylenchus, Meloidogyne, Pratylenchus y Rotylenchulus están asociados con el 63%, 85%, 48% y 55% respectivamente de las especies de plantas muestreadas y son los géneros de mayor importancia económica en la agricultura. Sin embargo, otros géneros son importantes en una cantidad limitada de cultivos como, por ejemplo, Radopholus similis en plátano, llantén, anturio y "pothos;" Scutellonema bradys en ñame y Hoplolaimus sp. y Xiphinema sp. en césped. Meloidogyne es el nemátodo más distribuido con

un alto porcentaje de asociaciones con plantas de importancia económica y malezas. Además se indica pérdidas en el rendimiento causadas por el ataque del nemátodo ya sea estimadas u obtenidas por investigación.

References

1. Anon. 1950. Investigations 1949-1950. Jamaica Dep. Agr. Bull. 47:35-37.

2. Ashby, S. F. 1916. Jamaica Dep. Agr. Annu. Rep. 1915:30.

3. Dixon, W. B. and R. Latta. 1965. Jamaica Ministry Agr. and Lands Bull. 59. 35 pp.

4. Edwards, W. H. 1935. Jamaica Dep. Sci. and Agr. Annu. Rep. 1934:24-28.

5. Innes, R. F., P. D. Mauser, and G. F. Clarke. 1958. Jamaican Assoc. Sugar Technol. J. 21:1-8.

6. Hogg, Barbara M. 1966. Proc. British West Indies Sugar Technol. pp. 105-114.

7. Loos, C. A. 1960. Jamaica Banana Board Res. Dep. Annu. Rep. 1959:15-20.

8. Loos, C. A. and Sarah B. Loos. 1960. Preparing nematode-free banana "seed." Phytopathology 50:383-386.

9. Oostenbrink, M. 1960. Estimating nematode populations by some selected methods, pp. 85-102 In Nematology, eds. J. N. Sasser and W. R. Jenkins. Univ. North Carolina Press, Chapel Hill.

10. Smith, F. E. V. 1936. Jamaica Dep. Sci. and Agr. Annu. Rep. 1935:57-58.

11. Smith, F. E. V. 1937. Jamaica Dep. Sci. and Agr. Annu. Rep. 1936:51-52.

12. Steiner, G. and Edna M. Buhrer. 1934. Disease symptoms produced by Anguillulina pratensis in yams. Phytopathology 24:164-165.

13. Whitehead, A. G. and J. R. Hemming. 1965. A comparison of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from the soil. Ann. Appl. Biol. 55:25-38.

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981.

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
FIELD AND TREE CROPS																												
Ackee	Blighia sapida					1		1						1			1			1	1			1			1	
Avocado	Persea americana							1						1			1		1	1			1	1	1		1	
Bissy	Cola acuminata							1						1						1								
Breadfruit	Artocarpus altilis							1						1			1			1								
Cashew	Anacardium occidentale																			1			1					
Cedar	Cedrela odorata					1		1												1								
Citrus	Citrus spp			1		1		1				1		1		1	1		1	1	1	1	1	1	1		1	
Cocoa	Theobroma cacao	1	1	1		1		1						1		1	1		1	1	1						1	1
Coconut	Cocos nucifera			1				1	1	1	1			1			1		1	1	1		1	1	1		1	
Coffee	Coffea arabica	1				1	1	2				1	1	4		1	2		1	1	1			1		1	1	
Corn	Zea mays	1	1			1	1	2				1		3		1	3			1		1		1		1	1	
Cotton	Gossypium hirsutum							1									1			2				1			1	
Pine	Pinus caribbaea													1														
Plantain	Musa acuminata X balbisiana		1	1		1	1	4				1	1	2		2	5		5	3	1	1		1		1	1	
Rice	Oryza sativa	1	1		1		1	1									1				1			1			1	

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981. (Cont'd)

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
Sisal	Agave sisalana							1												1				1			1	1
Sorghum	Sorghum vulgare		1				1	2						2			2							1				
Sorrel	Hibiscus sabdariffa	1						1						3			1			1				1				
Sugar cane	Saccharum officinarum	1	1			1	1	3				1	1	2	1	1	3			1	1			1		1	1	
Sunflower	Helianthus anuus							1						1			1											
Tobacco	Nicotiana tabacum	1	1			1	1	2			1	1	1	4		1	2			3	1			1		1	1	
PERCENTAGE ASSOCIATION		33	33	19	5	43	33	90	5	5	10	29	19	76	5	33	76	0	25	81	43	14	19	70	14	24	62	10

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981. (Cont'd)

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
FRUIT CROPS																												
Banana	Musa acuminate X balbisiana		1	1			1	3					1	2		1	3		4	2				1		1	1	
Cantaloupe	Cucumis melo													4														
Cherry	Mutingia calabura													1														
Citrus	Citrus spp		1	1		1	1	1		1		1		1		1	2	1		1	1	1	1	1	3	1	1	
Custard apple	Annona reticulata													1						1								
Guava	Psidium guajava							1						1		1			1	1				1			1	
Mango	Mangifera indica			1		1		1						1			1			1				1			1	
Pawpaw	Carica papaya					1		2						2					1	1								
Pineapple	Ananas comosus	1	1	1		2	1	5				1	1	2		2	4			3	4			1		1	2	
Starapple	Chrysophyllum cainito					1		1			1			1			1			1				1				
Strawberry	Fragaria chiloenensis X virginiana	1	1				1	2						2			2	1		1						1	1	
Sweetsop	Annona squamosa			1		1		1						1			1							1				1
Watermelon	Citrullus vulgaris							1						2			2			2							1	
West Indian cherry	Acerola sp.					1		1						2			1			1				1			1	
PERCENTAGE ASSOCIATION		14	29	36	0	50	29	79	0	7	7	14	14	100	0	29	64	14	21	79	14	7	7	57	7	29	57	7

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981. (Cont'd)

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
LEGUMES																												
Broad bean	Phaseolus lunatus							1						2			2											
Cowpea	Vigna unguiculata	1						1						2			2			3				1				
Peanut	Arachis hypogaea		1			2	1	2						2		1	2			2	2			1		1	2	
Pigeon pea	Cajanus cajan		1				1	1				1		1			2			4	1			1		1	1	
Red pea	Phaseolus vulgaris						1	1				1		2			1			3				1				
Soybean	Glycine max	1	1					1					1				3			2							1	
String bean	Phaseolus vulgaris							1						2			2			2								
PERCENTAGE ASSOCIATION		29	43	0	0	14	43	100	0	0	0	29	14	86	0	14	100	0	0	86	29	0	0	57	0	29	43	0

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981. (Cont'd)

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
ROOT CROPS																												
Cassava	Manihot esculenta					1		1				1		1			1			1				1			1	
Coco	Xanthosoma sagittifolium		1			1		1						1			2			1						1		
Dasheen	Colocasia esculenta							1												1								
Potato	Solanum tuberosum		1				1	2						4			2			1				1			1	
Sweet potato	Ipomoea batatas		1	1		1		2						2		1	1		1	2				1			1	
Yam	Dioscorea spp	1	1				1	2				3		2			5			1	4		1	1	1	1	1	
PERCENTAGE ASSOCIATION		17	67	17	0	50	33	100	0	0	0	33	0	83	0	17	83	0	17	100	17	0	17	67	17	33	67	0

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981. (Cont'd)

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SP. AERONEMA
SPICES																												
Annatto	Bixa orellana													1			1			2							1	
Black pepper	Piper nigrum					1		1						1								1					1	
Ginger	Zingiber officinale							1						2			2			1							1	
Miracle plant	Vitex sp.							1																				
Pimento	Pimenta dioica			1				1						1		1	1			1							1	1
PERCENTAGE ASSOCIATION		0	0	20	0	20	0	80	0	0	0	0	0	80	0	20	60	0	0	60	0	20	0	0	0	0	80	20

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981. (Cont'd)

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
VEGETABLES																												
Beetroot	Beta vulgaris							3						3						1								
Cabbage	Brassica oleracea capitata					1	1	1						2			2			2				1		1		
Callaloo	Amaranthus viridis							1						1			1											
Carrot	Daucus carota					1		2						4			1			1								
Celery	Apium graveoleus							1						3						1				1				
Chinese cabbage	Brassica chinensis							1						2			1			1				1				
Cho cho	Sechium edule						1	1						4						1								
Cucumber	Cucumis sativus							1						4			1			2							1	
Eggplant	Solanum melongena							2						2														
Escallion	Allium fistulosum							2						3			1			1	1						1	
Garlic	Allium sativum													1														
Indian kale	Colocasia sp.						1	1			1			2			2			1				1				
Kale	Brassica oleracea viridis													1														
Lettuce	Lactuca sativa	1					1	3						3						4		1				1		
Okra	Abelmoschus esculentus		1					1						3			1			1				1		1	1	

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981. (Cont'd)

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
VEGETABLES (CONT'D)																												
Onion	Allium cepa					1	1	3						1			1			1				1		1	1	
Parsley	Petroselinum crispum		1					1						2						1								
Pepper	Capsicum annum		1					1						2			2			2				2			2	
Pumpkin	Cucurbita pepo							1						5			2			2						1		
Radish	Raphanus sativus													1														
Squash	Cucurbita sp.							1						1						1								
Sweet pepper	Capsicum sp.							1						1			1			1								
Thyme	Thymus vulgaris							1						1			1			1						1		
Tomato	Lycopersicon esculentum	1				1	1	2					1	5			2			2				1		1	1	
Turnip	Brassica rapa							1						1										1				
PERCENTAGE ASSOCIATION		8	12	0	0	16	24	88	0	0	0	0	4	100	0	0	56	0	0	76	4	4	0	36	0	7	24	0

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981.

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																											
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
ORNAMENTALS																													
Anthurium	Anthurium spp					1		1				1		2			1		5	1	1						1	
Balsam	Impatiens balsimina							1						3			2											
Bougainvillea	Bougainvillea spp							1																			1	
Begonia	Begonia spp					1		1																				
Canna	Canna indica							1																				
Carnation	Diathus caryophyllus	1	1				1	2					1	3			2									1	1	
Cockscomb	Celosia argantea													1													1	
Croton	Codiaeum variegatum													2			1			1				1		1	1	
Dahlia	Dahlia spp						1																					
Diefenbachia	Diefenbachia spp																			1								
Dracaena	Dracaena spp																			1								
Gerbera	Gerbera jamesonii	1	1			1	1	1						1			1			1				1			1	
Ginger lily	Hedychium sp.													1														
Gladiolus	Gladiolus sp.													1														
Heliconia	Heliconia spp							2																		1		

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981.

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
ORNAMENTALS (CONT'D)																												
Hibiscus	Hibiscus rosa-sinensis							1				1		2						1								
Hollyhock	Althea rosea													1														
Joseph's coat	Coleus sp.													3			1											
Lily	Hippeastrum puniceum					1		2									2			1								
Orchid	(Many genera)	1						1											2	1						1		
Periwinkle	Catharanthus roseus	1															1											
Pothos	Scindapsus aureus	1	1				1							3					5							1		
Rose	Rosa sp.	1	1			1	1	1						3			3			1	1					1	1	
Shrimp plant	Drejerella guttata													1														
Snapdragon	Antirrhinum majus													1														
Spathiphyllum	Spathiphyllum spp																			1						1		
Willow	Casuarina sp.							1						1		1	1		1	1								
PERCENTAGE ASSOCIATION		22	15	0	0	19	19	48	0	0	0	7	4	59	0	4	37	0	15	41	7	0	0	7	0	26	26	0

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981.

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
WEEDS AND COVER CROPS																												
Buff coat	Leonotis nepetifolia													1														
Button weed	Borreria laevis													1														
Cow foot	Piper umbellatum													1														
Cupid's shaving brush	Emilia javanica													1														
Devil's horse whip	Achyranthes indica													1														
Honeyweed	Leonurus sibiricus													1														
Jimson weed	Datura stramonium													1														
Juba	Iresine paniculata													1														
Pussley	Portulaca oleracea													1														
Sow thistle	Sonchus oleraceus													1														
Spermacoce	Spermacoce confusa													1														
Trailing indigo	Indigofera endecaphylla													1														
Vernonia	Vernonia cinerea													1														
Watergrass	Commelina diffusa							1											1	1								
Wild caia	Cleome viscosa													1														

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981.

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
WEEDS (CONT'D)																												
Wild callaloo	Amaranthus dubius													1														
Wild rice	Cleome sp.													1														
Wild tansey	Ambrosia peruviana													1														
Wild verbine	Bouchea prismatica													1														
----	Ageratum conyzoides													1														
----	Conchorus olitorius													1														
----	Desmodium triflorum													1														
----	Eclipta alba													1														
----	Eleusine sp.													1														
----	Indigofera subulata													1														
----	Waltheria indica													1														
Wild-grasses	(Many genera)	1	1				1	1	1					1		1	1			1				1		1	1	
PERCENTAGE ASSOCIATION		4	4	0	0	0	4	7	4	0	0	0	0	96	0	4	4	0	4	7	0	0	0	4	0	4	4	0

TABLE 1. Parasitic Nematodes associated with various plant species in Jamaica, 1949 - 1981.

CROP SPECIES		NEMATODE GENUS																										
Common Name	Botanical Name	APHELENCHOIDES	APHELENCHUS	CACOPAURUS	CRICONEMA	CRICONEMOIDES	DITYLENCHUS	HELICOTYLENCHUS	HEMICRICONEMOIDES	HEMICYCLIOPHORA	HETERODERA	HOPLOLAIMUS	LONGIDORUS	MELOIDOGYNE	PARATROPHURUS	PARATYLENCHUS	PRATYLENCHUS	PSILENCHUS	RADOPHOLUS	ROTYLENCHULUS	SCUTELLONEMA	TRICHODORUS	TROPHURUS	TYLENCHORHYNCHUS	TYLENCHULUS	TYLENCHUS	XIPHINEMA	NEAR SPHAERONEMA
OTHERS																												
Bamboo	Bambusa vulgaris							1								1				1								
Castor bean	Ricinus communis													1														
Cerasee	Momordica balsamina							1						2			1											
Chinese cerasee	Momordica sp.													2														
Grasses (forage, lawn, turf)	Many genera	1	1		1	2	1	2	1			4		1			3			1	2	1		1		1	4	
Strainer	Luffa cylindrica													1														
Susumber	Solanum torvum													1														
PERCENTAGE ASSOCIATION		14	14	0	14	14	14	43	14	0	0	14	0	86	0	14				29	14	14	0	14	0	14	14	0
OVERALL PERCENTAGE ASSOCIATION		17	19	8	1	22	21	63	2	1	3	11	6	85	1	12	48	1	11	55	13	2	4	31	4	21	34	3

CONTROL OF MELOIDOGYNE INCOGNITA AFFECTING COFFEE

D. G. Hutton[1], Sharon A. E. Eason-Heath[1] and
Phyllis L. Coates-Beckford[2]

Introduction

Worldwide, coffee crops are damaged by plant nematodes, but overall, Pratylenchus and Meloidogyne are the most destructive genera (2, 4, 5). In Jamaica, Dixon and Latta (1) found Meloidogyne spp., Pratylenchus coffeae, Rotylenchulus reniformis and other nematodes affecting coffee but gave no indication of yield losses. Hutton identified 14 genera of potentially destructive nematodes associated with coffee in Jamaica; Helicotylenchus spp. and Pratylenchus sp. appeared to be the most important (3).

Meloidogyne spp. cause galling and cracking of coffee roots; root systems are reduced and devoid of rootlets and root hairs (4). On above-ground parts, there is retarded growth (stunting), chlorosis, nutrient deficiency symptoms, lack of vigor, premature defoliation, decline, low drought resistance and often death of plants (4, 5). Besides, nematode-damaged coffee plants bear significantly fewer berries than healthy plants. For example, M. exigua was shown in one year to reduce growth of coffee plants by over 40% and yield of berries by over 50% (4).

In late 1979, roots of coffee plants in fields at Porus, Clarendon, were observed to be severely galled by M. incognita; there were also high populations of the nematode in the soil around the plants. The plants were not vigorous, and the grower noted that production was poor. A trial was started to find out if the nematode was responsible for the unthriftiness of the plants and if nematode control would improve plant vigor and production.

Materials and Methods

Fifteen pairs of plants were selected in the affected field. Plants in each pair were adjacent to each other and of similar size. Soil around

---

[1]Plant Protection Division, Nematology Section, Ministry of Agriculture, P.O. Box 480, Kingston 6, Jamaica.

[2]Department of Botany, University of the West Indies, Mona, Kingston 7, Jamaica.

all selected plants was infested by M. incognita, and roots were galled by the nematode. The soil surrounding one plant in each pair was treated with phenamiphos (ethyl-4-(methylthio)-m-tolyl isoprophyl-phosphoramidate) (3 g a.i. per plant); the nematicide was sprinkled in a circle 1 m around the plant, then worked lightly into the soil. The second plant was left untreated. The nematicide was applied every four months.

Initially and at two-month intervals, the girth of the plant stem 1 m above ground level was measured. Initially, then after two months and at four-month intervals thereafter, soil and root samples were taken from each plant and numbers of M. incognita estimated. Fifteen months after the first treatment, harvesting of berries was started.

Pest and disease control had seldom been practiced by the coffee grower. The experimental plants, however, were each given 450 g of a 7-14-14 NPK fertilizer and 225 g of sulphate of ammonia per year in two applications according to recommendations from the Agricultural Chemistry Division, Ministry of Agriculture.

Results and Discussion

After 17 months, phenamiphos-treated plants showed indications of better growth than the control plants. The girth of treated plants increased 8.5% compared to a 7.5% increase in untreated plants (Table 1). At harvest, phenamiphos-treated plants produced 44% more berries by weight than untreated plants did (Table 1).

Throughout the trial, roots of all of the untreated plants showed galling and most were heavily galled. Few treated plants were galled and these only slightly (Table 3). Larger numbers of M. incognita were associated with untreated plants than with phenamiphos-treated plants (Table 2).

From the results of this trial it seems that phenamiphos-treated plants performed better than untreated plants. Yields, however, of treated plants were lower than the national average which is 1 kg per plant (Coffee Board Jamaica). Plants in the trial were old and cultural practices minimal, and these factors may have contributed to the low yields obtained. The trial is being continued.

Table 1. Girth and yield of phenamiphos-treated and untreated coffee plants.

Treatments	Percentage increases in girth[a] after 17 months	Yield of berries/ plant (kg)
Phenamiphos 10G 30g /plant every 4 months	8.46	0.503
No treatment	7.52	0.349

[a]Stem measured at a point one metre above ground level.

Table 2. Numbers of *Meloidogyne incognita* associated with phenamiphos-treated and untreated coffee plants.

	Numbers of *M. incognita* per 100 cm^3 soil[a]				Numbers of *M. incognita* per gram root[a]			
	Months				Months			
Treatments	2	6	11	18	2	6	11	18
Phenamiphos 10G 30 g /plant every 4 months	0	6	0	11	53	0	57	34
No treatment	0	53	25	95	118	3	706	257

[a]Prior to the start of the trial, *M. incognita* occurred at the rate of 16/100 cm^3 soil and 43/g root in the trial plot.

Table 3. Galling in phenamiphos-treated and untreated coffee plants.

Treatments	Percentage of plants with galled roots[a]			Average gall[b] ratings		
	Months			Months		
	6	11	18	6	11	18
Phenamiphos 10G 30 g/plant every 4 months	20	47	33	-	.5	.3
No treatment	100	100	100	-	4.3	3.1

[a]Roots were observed at the point where soil and root samples were taken.

[b]Severity of galling was rated on a scale of 0-5:
0, No galled roots;
1, 1 - 20% galling;
2, 21-40% galling;
3, 41-60% galling;
4, 61-80% galling; and
5, 81-100% galling.

RESUMEN

Control De *Meloidogyne incognita* En Café

Se observó el daño causado por *Meloidogyne incognita* en plantas de café de por lo menos 25 años de edad y desarrolladas en un campo altamente infestado. Se observó además el crecimiento y la producción después del tratamiento del suelo para controlar el nemátodo. El suelo alrededor de un árbol de cada 15 pares se trató con 3 g a.i. de fenamifos a intervalos de cada cuatro meses, y el suelo alrededor del otro árbol del par se dejó sin tratar. Dos meses o más después de la primera aplicación del nematicida, el suelo de la rizósfera y raíces de plantas tratadas con fenamifos estuvieron significativamente menos infestadas con el nemátodo que las plantas no tratadas. Las plantas tratadas con fenamifos mostraron un incremento del 44% en la produccion de cereza y un pequeno incremento ligeramente mayor en el grosor del tallo en comparación con las plantas no tratadas.

References

1. Dixon, W. B. and R. Latta. Undated. Nematological investigations 1958-1961. Jamaica Ministry of Agr. and Lands Bull. 59 (new series). 35 pp.

2. Flores, Julia M. and G. Yepez T. 1969. *Meloidogyne* in coffee in Venezuela, pp. 251-256 *In* Nematodes of Tropical Crops, ed. J. E. Peachey. Commonwealth Bur. of Helminthol. Tech. Communication 40.

3. Hutton, D. G. 1979. The plant nematodes found associated with various crop and weed plants in Jamaica, 1970-1977, pp. 23-28 *In* Investigations 1977/78. Jamaica Ministry of Agr. Bull. 67 (new series).

4. Lordello, L. G. E. 1972. Nematode pests of coffee, pp. 268-284 *In* Economic Nematology, ed. J. M. Webster. Academic Press, London.

5. Whitehead, A. G. 1969. Nematodes attacking coffee, tea and cocoa and their control, pp. 238-250 *In* Nematodes of Tropical Crops, ed. J. E. Peachey. Commonwealth Bur. of Helminthol. Tech. Communication 40.

EFFECT OF PARASITIC NEMATODES ON ESTABLISHMENT, GROWTH AND PRODUCTION OF TOBACCO

Dave G. Hutton*

In a recent survey, 15 genera of nematodes of potential economic importance were found associated with tobacco (Nicotiana tabacum) in Jamaica (2). Rotylenchulus reniformis can retard growth of tobacco; in a previous investigation, plants in nematicide-treated plots grew faster and produced greater yields of marketable leaves than plants in untreated nematode-infested plots (2). In a field at Coley, St. Thomas, found to be infested with Helicotylenchus sp., Pratylenchus sp. and Rotylenchulus reniformis, a field trial was carried out to determine how the mixed populations of these nematodes might affect establishment, growth, development and production of tobacco.

Materials and Methods

Cv. Speight G28 tobacco was used. The infested area was divided into three plots each accommodating 13 raised beds 18.3 m long; beds were 1.12 m apart. After the beds were prepared, those in one plot were treated with DD (a mixture of chlorinated hydrocarbons with 1,3-dichloropropene and 1,2-dichloropropane the main constituents) (335 l/ha); those in another plot were treated with ethoprop (O-ethyl S,S-dipropyl phosphorodithioate) (6.8 kg ai/ha); and beds in the third plot were left untreated. DD was applied with a hand injector 16 days before transplanting. Ethoprop granules were sprinkled onto the beds and raked in a day before transplanting. Transplants were 0.33 m apart in the row giving approximately 55 plants per row and 715 per plot. Three, six and ten weeks after transplanting, the number of plants per row were counted. Forty-four and 72 days after transplanting, measurements were taken of the width of the fifth and tenth leaf, respectively, from the bottom of plants. Ten weeks after planting, the number of harvestable leaves per plant was counted.

Results and Discussion

Establishment (as measured by surviving plants per plot) and growth (as measured by leaf width) were significantly improved when tobacco was planted in nematode-infested land treated before planting with the nematicides

*Nematologist, Plant Protection Division, Ministry of Agriculture, P.O. Box 480, Kingston 6, Jamaica.

DD or ethoprop (Table 1). Plants in the untreated plot were stunted and generally more unthrifty than those in the nematicide-treated plots. The sparsity of many untreated rows was quite noticeable. Significantly more and bigger harvestable leaves were born by plants in the DD or ethoprop-treated plots compared with plants in the untreated plot (Table 1).

Before planting, Pratylenchus sp., Rotylenchulus reniformis, and Helicotylenchus sp., were the nematodes found in the trial area occurring at 18, 30 and 45 per 100 cc soil, respectively. Meloidogyne sp. was not detected in the trial plot prior to planting. Nine weeks after planting, high populations of the root-knot nematode were found in soil in both the untreated and nematicide-treated plots. Roots of plants from the untreated plot were galled; roots of plants in the DD-treated plot were lightly to moderately infected. Nine weeks after planting, populations of Helicotylenchus sp., Pratylenchus sp. and R. reniformis had declined appreciably in all plots (Table 2). Thus, at nine weeks, Meloidogyne sp. was evidently the dominant nematode in the trial area being found in all samples, occurring at highest population levels and apparently being responsible for all root damage observed. However, there was no indication of the relative importance of any one nematode.

Establishment, growth and production of cv. Speight G28 tobacco were significantly improved when this crop was planted in nematode-infested land treated before planting with the nematicides DD or ethoprop. However, there was no statistical evidence that one nematicide was more effective than the other.

Nematodes have been shown to cause extensive damage to tobacco in other countries (1, 3, 4). Yield increases of up to 330% resulted from trials in which crop rotation, fumigation or nematode-resistant tobacco varieties were used (4). Good evidence exists that nematodes are limiting factors to tobacco production in Jamaica. Nematodes of certain genera regarded as important in other countries (1, 3, 4) are associated with tobacco in Jamaica (2). It is considered that the full potential of this crop will be realized only when the importance of parasitic nematodes, particularly Meloidogyne spp., and of nematode control are recognized.

Table 1. Response of cv. Speight G28 tobacco planted in nematicide-treated or nematode-infested plots.

Treatments before planting	Leaf width (cm)		No. harvestable leaves per plant at 10 wk	Surviving plants 10 wk after planting (%)
	5th leaf at 6 wk	10th leaf at 10 wk		
DD - 335 l/ha; 16 days	14.8[b]	15.3[b]	11.7[b]	86
Ethoprop-6.8 kg ai/ha; one day	14.1[b]	15.8[b]	12.1[b]	78
No treatment	11.5[a]	10.0[a]	8.8[a]	69

[a,b]In each column, means followed by different letters are significantly different (5% level; Duncan's Multiple Range Test).

Table 2. Phytoparasitic nematodes found in cv. Speight G28 tobacco trial plots 24 days before and nine weeks after planting.

Nematodes found in the trial plot 24 days before applying nematicide treatments and nine weeks after planting		Treatments before planting and No. nematodes per 100 cm^3 soil per g root		
		DD - 335 l/ha; 16 days	Ethoprop G- 6.8 kg ai/ ha; one day	No treat- ment
Meloidogyne sp.	Before	- / -	- / -	- / -
	After	45/80	46/0	88/20
Helicotylenchus sp.	Before	45/-	45/-	45/-
	After	16/0	0/0	4/0
Rotylenchulus reniformis	Before	30/-	30/-	30/-
	After	5/0	0/0	0/0
Pratylenchus sp.	Before	18/-	18/-	18/-
	After	9/0	4/0	0/0

RESUMEN

Efecto De Nemátodos Fitoparasitos En El Establecimiento, Crecimiento Y Producción De Tabaco

Poco antes del replanteo, Rotylenchulus reniformis, Helicotylenchus sp. y Pratylenchus sp., fueron encontrados en un campo de tabaco (Nicotiana tabacum).

Se condujo un experimento para investigar si estos nemátodos podrían afectar el establecimiento, crecimiento y producción del cv. de tabaco Speight G28. Un día antes del transplante, las parcelas se trataron con una mezcla nematicida DD o ethoprop 16. Cinco y 10 semanas después del transplante, en las parcelas tratadas con nematicidas, las plantas eran mas grandes y vigorosas que las de parcelas no tratadas. A las 10 semanas, la supervivencia de transplante fue de 86% y 78% respectivamente, en las parcelas tratadas con DD y ethoprop; en comparación a 69% de supervivencia en las parcelas no tratadas. Significativamente, en las parcelas tratadas con DD y ethoprop, se formaron hojas mas largas y cosechables que en las parcelas no tratadas. No hubo evidencia estadística que un nematicida fue mas efectivo que el otro.

Meloidogyne sp., que no se detectó en el campo antes de la siembra, fue la especie dominante, despues de nueve semanas. Se le encontró en todas las muestras de suelo y raíces, ocurriendo en las más altas densidades de población especialmente en las parcelas no tratadas. Meloidogyne sp. fue el único nemátodo recobrando de raíces y causó todo el daño observando en ellas poblaciones de R. reniformis, Helicotylenchus sp. y Pratylenchus sp. declinaron apreciablemente en el suelo de todas las parcelas. Los nemátodos parecen ser un factor limitante de la producción de tabaco en Jamaica.

References

1. Good, J. M. 1968. Relation of plant parasitic nematodes to soil management practices, pp. 113-138 In Tropical Nematology, eds. G. C. Smart and V. G. Perry. Univ. of Fla. Press, Gainesville.

2. Hutton, D. G. 1979. The plant nematodes found associated with various crop and weed plants in Jamaica, 1970-1977, pp. 23-28 In Investigations 1977/78. Jamaica Ministry of Agr. Bull. 67 (new series).

3. Luc, M. 1968. Nematological problems in the former French African tropical territories and Madagascar, pp. 93-112 In Tropical Nematology, eds. G. C. Smart and V. G. Perry. Univ. of Fla. Press, Gainesville.

4. Milne, D. L. 1972. Nematodes of tobacco, pp. 159-186 In Economic Nematology, ed. J. M. Webster. Academic Press, London.

EFFECT OF *MELOIDOGYNE INCOGNITA* ON YIELD OF CUCUMBER

Dave G. Hutton*

Introduction

Most, if not all, commercially grown crops in the family Cucurbitaceae are susceptible to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in varying degrees. Generally, the principal symptom of damage by these nematodes is root galling; this damage results in other symptoms such as wilting, unthriftiness, early decline of plants, and substantial yield decreases. *Meloidogyne* spp. occur all over Jamaica and have been shown to cause damage to and reduce yields of many vegetable crops (1, 2).

At Longville Farm, May Pen, extensive root galling and other symptoms of root-knot nematode damage were observed on cucumber (*Cucumis sativus*) plants put in immediately following a sugarcane crop. A trial was carried out 1) to investigate the extent of yield loss caused to cucumber by *M. incognita* and 2) to determine the susceptibility of callaloo (*Amaranthus viridis*) to the nematode and the effectiveness of this crop in rotation with cucumber to control of *M. incognita*.

Materials and Methods

Each plot was 20 x 1.5 m and was planted with a single row of cucumber, cv. Poinsett. The treatments were DD (a mixture of chlorinated hydrocarbons with 1,3-dichloropropene and 1,2-dichloropropane the main constituents) at 330 l/ha, phenamiphos (0-ethyl-0-(3 methyl-4-methylthiophenyl)-isopropylamidophosphate) at 10 kg a.i./ha, and a control; there were four replicates. Phenamiphos was sprinkled onto the soil surface, then raked in; DD was injected with a hand applicator. In addition, a plot in each replicate was planted with callaloo. After both crops were harvested, all plots were immediately replanted with cucumber to investigate 1) how this second crop would perform without further nematicide treatments and 2) how cucumber, where it followed callaloo, would be affected by *M. incognita*. In the first cucumber crop, fruits were harvested over a three-week period. After harvest, 20 plants per plot were dug up and the roots scored for galling on a 0-5 scale where 0 = no galling and 5 = whole root system galled.

---

*Nematologist; Plant Protection Division, Ministry of Agriculture, P.O. Box 480, Kingston 6, Jamaica

Results and Discussion

In the first cucumber crop, the DD and phenamiphos-treated plots respectively produced 33% and 29% greater quantitative fruit yields than the control plots. Roots of plants in the control plots were badly galled while those of plants in the DD and phenamiphos-treated plots showed no and negligible galling respectively (Table 1).

An excellent crop of callaloo was produced in the plots planted with this crop. There was no evidence of galling and no nematodes were extracted from callaloo roots. Levels of M. incognita in soil about callaloo were low.

In the second cucumber crop, the stakes delimiting the plots were inadvertently removed during cultivation of the beds; thus, no data were taken as the limits of the plots could not be exactly defined. However, where parts of plots could be identified, roots of those cucumber plants which followed callaloo showed substantially less galling than those following cucumber in untreated plots.

It is clear from this trial that M. incognita can cause significant reductions in yield of cucumbers. Apparently, these nematodes are encouraged by sugar cane. At Longville, when fields planted to sugar cane for over 40 years were taken out of this crop and planted with cucumber and other crops, widespread and severe root-knot damage was observed on these crops. Therefore, great care must be exercised when fields are taken out of sugar cane to be planted with cucumber o other susceptible vegetable crops. Growers should have soils analyzed for the sugar cane nematodes which can damage succeeding crops.

It appears that callaloo is highly resistant to Meloidogyne spp. Work will be done to determine the level of resistance and the proper use of this crop in managing populations of this nematode.

RESUMEN

Efecto De Meloidogyne Incognita En El Rendimiento Del Pepiñillo

En un campo previamente cultivado (hace más de 40 años) con caña de azúcar (Saccharum officinarum) las raíces del pepiñillo (Cucumis sativus) sembrado fueron altamente agalladas. Altas poblaciones de Meloidogyne incognita estuvieron asociados con pepiñillo. Se realizó un experimento para

Table 1. Levels of root galling caused by *Meloidogyne incognita* and weights of cucumbers harvested from plants in plots infested with the nematode or treated with nematicides before planting.

Treatments	Wt. cucumbers from four 30 sq m plots (kg)	Increase over control	Level of root galling*
Control	97.1	-	3
DD-330 l/ha	129.1	33%	0
Phenamiphos-10 kg ai/ha	125.2	29%	0.3

*0-5 scale where 0 = no galling and 5 = whole root system badly galled.

investigar pérdidas en el rendimiento de pepiñillo causados por M. incognita y determinar la resistencia del Amaranthus viridis (verdura foliar de maceta) al nemátodo y la efectividad de A. viridis en controlar M. incognita si se rotaba con pepiñillo. El cultivar Poinsett de pepiñillo sembrados en parcelas infestadas con M. incognita y tratados con una mezcla DD o fenamifos antes de la siembra, rindieron 33% y 29% más, respectivamente, que las plantas en parcelas no tratadas. A. viridis parecer ser un cultivo efectivo para controlar M. incognita en un programa de rotación. Campos que han sido cultivados previamente con caña de azúcar deberían ser muestreados para analizar infestations del nemátodo del nudo de la raíz y el siguiente cultivo deve ser cuidadosamente escogido para evitar daños y pérdidas en el rendimiento causados por el nemátodo.

References

1. Dixon, W. B. and R. Latta. 1965. Nematological investigacions 1958-1961. Jamaica Ministry of Agr. and Lands Bull. 59. 35 pp.

2. Hutton, D. G. 1974. The current nematode situation on vegetables in Jamaica. Vegetable Seminar, Jamaica School of Agr., Twickenham Park, Jamaica, January 1974.

YIELD RESPONSE OF IRISH POTATO (SOLANUM TUBEROSUM) TO CONTROL OF MELOIDOGYNE SP.

Sharon A. E. Eason-Heath[1], D. G. Hutton[1] and
Phyllis L. Coates-Beckford[2]

Introduction

Meloidogyne spp. (root-knot nematodes) are ranked among the five major plant pests affecting the world's food supply (5). These nematodes have wide host ranges, and their control by non-chemical methods is very difficult. Over the years, these nematodes have become increasingly important in the tropics, and Sasser (5) has indicated that their buildup is due to the continuous growing of susceptible crops and the low level of agricultural technology practiced. Root-knot nematodes occur all over Jamaica and have been shown to reduce yields and cause damage to several vegetable crops (1, 2, 3).

In October 1981, soil and root samples taken from several Irish potato fields showed large numbers of root-knot nematodes and extensive galling of roots. These nematodes can significantly reduce yields of the crop (5). Personal communication with several potato farmers in the area has indicated that root-knot nematodes adversely affect the quality of the crop, and it seems likely that quantitative yield is also reduced. Meloidogyne, Ditylenchus and Globodera spp. are considered the most important plant-parasitic nematodes affecting the potato plant (4). Globodera rostochiensis is considered the most destructive in the crop (4), and fortunately has not been reported in Jamaica (3).

In November 1981, a trial was started to investigate (1) the effect Meloidogyne sp. on quantitative and qualitative yield of Irish potato and (2) the performance of the resistant variety Spunta when nematode control is practiced.

Materials and Methods

Each plot in the trial was 2.1 x 6.1 m and consisted of eight rows 0.7 m apart. Seeds of potato cultivars 'Red Pontiac' and 'Spunta' were planted at

---

[1]Plant Protection Division, Ministry of Agriculture, P. O. Box 480, Kingston 6, Jamaica.

[2]Department of Botany, University of the West Indies, Mona, Kingston 7, Jamaica.

0.3 m intervals in the row. Eight chemical treatments listed below were replicated thrice in a randomized complete block design.

1. Control
2. DD mixture - 330 l/ha
3. Ethoprop 10G - 3.36 kg ai/ha
4. Ethoprop - 5.04 kg ai/ha
5. Carbofuran - 2.24 kg ai/ha
6. Carbofuran - 3.36 kg ai/ha
7. Phenamiphos - 4.48 kg ai/ha
8. Phenamiphos - 6.72 kg ai/ha

The nematicides were applied to the soil. DD mixture (1,3-dichloropropene and 1,2-dichloropropane and related hydrocarbons) was injected into the soil with a hand applicator two weeks before planting. Ethoprop (0-ethyl, S,S-dipropyl phosphore dithioate), carbofuran (2,3-dihydro-2, 2-dimethyl-7-benzofuranyl methycarbamate), and phenamiphos (ethyl 4-{methylthio}-m-tolyl isoprophyl-phosphoramidate) were sprinkled along each row then worked lightly into the soil at planting. Treatment numbers 4, 6 and 8 were carried out over two applications: at planting and two months after. The experimental area was fertilized with a 12-24-12 NPK fertilizer at the rate of 1363 kg/ha at planting.

Soil samples were taken from each plot prior to addition of the chemicals, and the number of nematode species was estimated. Soil sampling will be done two months after planting and at harvest to estimate nematode levels. Records will be taken after planting to determine percentage and earliness of sprouting. At one month and at two weekly intervals thereafter, plant height and number of plants observed wilting will be recorded. Diseases and pest control will be practiced as needed.

Results and Discussion

Prior to the start of the trial, Meloidogyne sp. occurred at the rate of 32/100 cm^3 soil. After one month, Red Pontiac plants in DD-treated plots were tallest whereas Spunta plants in DD-treated plots were shortest (Table 1). Overall, Red Pontiac has shown an earlier and higher rate of germination. There is no difference in the number of suckers produced between the varieties. The trial is being continued.

Table 1. Plant height, number of sprouted plants and number of suckers per plant of two cultivars of Irish potato growing in nematicide-treated soil.

Treatments	Red Pontiac			Spunta		
	Avg. plant height	Avg. no. of plants sprouted	Avg. no. of suckers/ plant	Avg. plant height	Avg. no. of plants sprouted	Avg. no. suckers/ plant
No treatment	17.2	53	2.0	12.5	35	1.8
DD mixture 330 L/ha	22.2	52	2.1	7.3	32	1.8
Ethoprop 10G 33.6 kg/ha	21.9	54	2.0	8.4	34	2.1
Ethoprop 10G 50.4 kg/ha	19.2	54	2.3	9.6	38	2.6
Carbofuran 10G 22.4 kg/ha	12.9	51	1.8	12.3	39	2.4
Carbofuran 10G 33.6 kg/ha	19.1	53	2.0	9.2	32	2.2
Phenamiphos 10G 44.8 kg/ha	18.9	54	1.8	8.3	37	1.7
Phenamiphos 10G 67.2 kg/ha	19.1	53	2.2	14.5	35	1.9

RESUMEN

Respuesta En Rendimiento De Papa (*Solanum tuberosum*) Por Control De *Meloidogyne* sp.

Se esta realizando un experimento para investigar los efectos de *Meloidogyne* sp. en el rendimiento cualitativo y cuantitativo del cultivar de papa susceptible Red Pontiac y el cultivar Spunta que parece ser resistente.

Los nematicidas usados son: DD inyectado dos semanas antes de la siembre a 330 L/ha, ethoprop a 3.36 y 5.04 kg i.a./ha, carbofuran a 2-24 y 3.36 kg i.a./ha y phenamiphos a 4.48 y 6.72 kg i.a./ha. La menor dosis de ethoprop, carbofuran y phenamiphos se aplicó una sola vez, justo antes de la siembra y la dosis mayor se dividió igualmente en dos aplicaciones: una a la siembra y la otra dos meses despues. Los trozos-semilla de Red Pontiac, en las parcelas tratadas con DD mostraron la germinación mas alta y precoz. Un mes después de la siembra, estas plantas fueron las mas altas, mientras que las plantas de Spunta en las parcelas tratadas con DD, fueron las mas pequeñas.

No hay diferencia en el número de brotes producidos por trozo-semilla, entre los tratamientos de los cultivares de papa.

References

1. Dixon, W. B. and R. Latta. 1965. Nematological investigations 1958-1969. Jamaica Ministry of Agr. and Lands Bull. 59 (new series). 35 pp.

2. Hutton, D. G. 1974. The current nematode situation on vegetables in Jamaica. Vegetable Seminar, Jamaica School of Agr., Twickenham Park, January 1974.

3. Hutton, D. G. 1979. The plant nematodes found associated with various crop and weed plants in Jamaica, 1970-1977, pp. 23-28 In Investigations 1977/78. Jamaica Ministry of Agr. Bull. 67 (new series).

4. Jansen, H. J., J. Armstrong, and P. Jatala. 1979. Annotated Bibliography of Nematode Pests of Potato. International Potato Centre, Lima, Peru, and Oregon State Univ. Agr. Exp. Sta., Corvallis, Oregon.

5. Sasser, J. N. 1979. Pathogenicity, host ranges and variability in *Meloidogyne* species, pp. 257-265 In Root-knot Nematodes (*Meloidogyne* species) Systematics, Biology and Control, eds. F. Lamberti and C. E. Taylor. Academic Press, New York.

RELATIVE IMPORTANCE AND FREQUENCY OF OCCURRENCE OF THE VARIOUS SPECIES, PATHOGENIC VARIATION AND HOST RACES

J. N. Sasser*

Approximately 1,300 live populations of Meloidogyne species, forwarded to project headquarters from approximately 100 cooperators representing more than 70 developing nations, are being studied. To date, 914 have been identified and frequency of species encountered is as follows: M. incognita, 52%; M. javanica, 31%; M. hapla, 8%; M. arenaria, 7%; M. exigua, 1%; and others, M. graminicola, M. megatyla, M. microtyla, M. naasi, M. graminis and M. oryzae, 1%. Within the M. incognita complex are four host races. Race 1 comprises 72% of 472 populations studied; Race 2, 13%; Race 3, 13%; and Race 4, 2%. Within the species M. arenaria, there are two host races. Race 1 (16% of 70 populations) infects and reproduces on peanut, while Race 2 (84%) does not attack peanut. Research on root-knot nematodes in agricultural soils must hereafter take into consideration the existence of host races. Otherwise, it will be incomplete and of limited value. Previous reports on resistance to M. incognita and M. arenaria must be reviewed and the races involved identified.

Identifications are initially based on host response and perineal patterns of adult females. Oftentimes, additional morphological, cytological or biochemical studies are necessary. Although some variation has been found within populations of the same species, uniformity of characters, including pathogenicity, far outweighs the variability. For the widely distributed and agriculturally important species M. incognita, M. javanica, M. hapla and M. arenaria, there is a strong correlation between the standard characters used for identification and the behavior of the individual nematode species. These studies suggest that once the identity of the nematode is known, its pathogenicity can be predicted except for variations among races. If future studies continue to confirm these correlations, it may be practical to develop resistant cultivars and conduct host range studies at a single location and expect the results to be applicable throughout the world. Studies involving a few populations of each of the major species could be conducted under standard conditions and at minimum cost. These

*Principal Investigator, International Meloidogyne Project Headquarters, Raleigh, N.C., USA.

studies should make breeding cultivars for resistance to root-knot more attractive, since breeding lines can be tested against a small number of populations. Once a resistant cultivar has been developed, it can be marketed with assurance that results in the field will be satisfactory. Furthermore, a much larger, indeed a world-wide market, is open to producers of seed of resistant cultivars.

MORPHOLOGICAL CHARACTERS USEFUL IN THE IDENTIFICATION OF *MELOIDOGYNE* SPECIES

J. D. Eisenback*

An accurate identification of the *Meloidogyne* species present in a given field is necessary for the effective control of root-knot nematodes. Some crops are susceptible to some species but not others, and resistant cultivars are generally not effective against all species of *Meloidogyne*. Even chemical usage is enhanced by correct species identifications because application is not necessary if the crop to be planted is not a host for the species infesting the soil.

Often the identification of root-knot species is difficult because the morphological characters commonly used to distinguish species are quite variable. Other techniques useful for species identifications are either time consuming or require sophisticated equipment and highly trained personnel.

An important goal of the International *Meloidogyne* Project has been to elucidate new and more reliable morphological characters that would make the identifications of species practical and more rapid in laboratories with limited equipment and personnel. Morphological characterization of the four most common species, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, and *M. hapla*, has been emphasized. Because these nematodes are extremely small, the scanning electron microscope (SEM) has been utilized to examine critically second-stage juveniles, males, and females. The SEM gives a three-dimensional image with high resolution and large depth of focus of the external surface morphology. The value of the SEM is that it greatly clarifies morphological details that are often subsequently visible by light microscopy (LM). Because the SEM is not readily available to many investigators, only characters that can also be seen by LM are of practical value.

The external morphology of second-stage juveniles of the four most common *Meloidogyne* species were examined by SEM. Observations were made on head structures, lateral field, excretory pore, anal opening, and tail. Body morphology was of little taxonomic value. Head morphology—

---

*Research Associate, North Carolina State University, Raleigh, N.C., USA.

including expression of sensilla; shape of labial disc, medial lips, and lateral lips; and markings on the head region--was distinctly different among the species. Unfortunately, differences in the head morphology of second-stage juveniles were too small to be seen clearly by LM.

In the past, the morphology of the female has provided the most important characters in routine species identifications. Perineal patterns and head morphology of the four common species were examined by SEM. In addition, a technique was developed for the removal of the stylet from a female for SEM observation. New characters of perineal patterns among the species were not revealed by SEM. Differences in head morphology, however, were found. Head shape differed among the species in the expression of sensilla; shape of the labial disc, medial lips, and lateral lips; and markings on the head region. Unfortunately, the heads of females are difficult to prepare, orientate, and see clearly by LM. The most useful new character of females is stylet morphology. As elucidated by SEM, distinct differences exist among the species. Differences occur in the shape of the cone, shaft, and knobs and distance of the dorsal esophageal gland orifice to the base of the stylet. The morphological characters of the stylets of females first detected by SEM were seen subsequently by LM and are thus helpful in species identification. Difficulty in specimen preparation, however, reduces the usefulness of this character. In order for these differences to be seen clearly, the stylet must be level and in exact lateral position.

Examination of males of the four most common species revealed the most useful and reliable characters for species identification. Observations were made on head structures, lateral field, excretory pore, and tail. As in the females, the stylets were excised from the males and examined by SEM. The only differences that occurred in the external morphology was in the shape of the head. The expression of the labial sensilla; the shape of the labial disc, medial lips, and lateral lips; the markings on the head region; and the width of the head region in relation to the first body annule were different among the species. Likewise, differences occurred among the species in the shape of the stylet cone, shaft and knobs and in the distance of the dorsal esophageal gland orifice to the base of the stylet. Unlike in the second-stage juvenile and female, the morphological characters revealed by the SEM

were readily visible by LM. Head shape and stylet morphology of males are thus recommended as useful and reliable characters in the identification of the four most common species of root-knot nematodes.

The head shape and stylet morphology of males are not, of course, the only characters that should be examined in the identification of root-knot species. As many different characters (morphology, host response, cytology, biochemistry, ecology) as possible should be used congruently in the final identification of a species. A correct identification is extremely important in the design of effective control programs. A more complete characterization of the four common species has been prepared recently and should allow more accurate identifications (1).

References

1. Eisenback, J. D., H. Hirschmann, J. N. Sasser, and A. C. Triantaphyllou. 1981. A guide to the four most common species of root-knot nematodes (Meloidogyne species) with a pictorial key. A Cooperative Publication of the Departments of Plant Pathology and Genetics, North Carolina State University and The United States Agency for International Development. Raleigh, NC. 48 pp.

CYTOGENETIC AND BIOCHEMICAL STUDIES AS AN AID TO IDENTIFICATION

A. C. Triantaphyllou*

About 150 populations belonging to the most common species of Meloidogyne were studied with regard to mode of reproduction, process of maturation of oocytes, and chromosome number. The total number of populations studied since the beginning of the IMP has now exceeded 500. Cytogenetic characters are very helpful and reliable in the identification of many species. The following is a summary of the cytogenetic characteristics of the four major species of Meloidogyne.

M. incognita. Populations of M. incognita reproduce exclusively by mitotic parthenogenesis. There are two chromosomal forms within this species. One form has 2n=32 to 36 chromosomes and is considered to be diploid; the other form has 2n=40 to 46 chromosomes and probably represents a triploid. The triploid form is by far the more common and widely distributed around the world. All populations of M. incognita have a unique cytological feature that separates them from populations of all other species of Meloidogyne. The oocytes of M. incognita are at prophase as they pass through the spermatotheca and remain in this stage until they have migrated to the posterior part of the uterus, when they suddenly advance to metaphase. During all this prolonged period of prophase, the chromosomes are bunched close to each other and cannot be seen individually or counted. Contrary to this situation, oocytes of all other Meloidogyne species advance to metaphase as soon as they pass through the spermatotheca into the uterus. Furthermore, the chromosomes are spread in a large area; they are discrete, and can be counted fairly easily.

M. arenaria. All populations of M. arenaria reproduce by mitotic parthenogenesis. Two chromosomal races are recognized in this species. Race A is the most common and includes triploid populations with 3n=50 to 56 chromosomes. Race B is the diploid race with 2n=34 to 37. The chromosomes of M. arenaria are similar in morphology and behavior to those of M. javanica. The two species differ only in chromosome number. Therefore, determination

*North Carolina State University, Raleigh, N.C., USA

of the approximate chromosome number is essential for differentiating between these two species.

M. hapla. This species is made up of populations belonging to two distinct cytogenetic races (A and B). Race A is the more common and includes populations that reproduce by facultative, meiotic parthenogenesis. Most of them have a haploid chromosome number of n=16 or 17; some have n=14 or 15. Race B populations reproduce exclusively by mitotic parthenogenesis. Some of them are diploid with 2n=30 to 31, but most are triploid with 3n=43 to 48 chromosomes.

Populations of race A are readily identified cytogenetically by the presence of 14 to 17 bivalent chromosomes (tetrads) at metaphase of the first maturation division of oocytes. None of the other three major species form bivalents. Distinguishing race B of M. hapla from other species, however, is not possible without the help of additional taxonomic characters. Race B populations have univalent chromosomes (dyads) similar in morphology and behavior to those of M. arenaria and M. javanica. Also there is an overlap in chromosome number between M. hapla (race B) and M. javanica.

M. javanica. Populations of M. javanica reproduce by mitotic parthenogenesis. The chromosome number varies from 2n=43 to 48. All populations belong to the same chromosomal form, which may represent a triploid. At metaphase of the single maturation division, the chromosomes of M. javanica are univalents (dyads) spread in a large metaphase plate, and can be counted easier than those of any other species. Usually, two to four oocytes located in the uterus close to the spermatotheca are at metaphase and can be studied. All other oocytes in the uterus have advanced to anaphase and telophase and are of limited value for cytological study.

DIFFERENTIAL HOST TEST--PURPOSE AND LIMITATIONS

J. N. Sasser*

This brief statement of the purpose and limitations of the differential host test has been prompted because of the numerous requests from various parts of the world for seed of the differential hosts. Indications are that the investigators are attempting to identify their Meloidogyne populations by this method. We are encouraged that researchers are employing this technique, but wish to make clear its original purpose and limitations.

The differential host test has two specific objectives:

1) To give a preliminary indication of the Meloidogyne species in question based on the "usual" host response as shown in Table 1, and

2) To detect pathogenic variation as evidenced by host responses significantly different from the "usual" shown in Table 1, for the various species.

The reasons the differential host test cannot be relied on entirely for identification are (a) the population may contain more than one species; and (b) the population may comprise a species for which we have no or limited host response data, that is, a species other than M. incognita, M. javanica, M. hapla, or M. arenaria.

If the population happens to be one of the aforementioned species, the differential host test is fairly reliable in giving an identification based on the host response. The reaction of the selected differentials to the four common and widely spread species shown in Table 1 is based on hundreds of tests. Final identification, however, should be based on additional characters. Perineal pattern morphology of adult females can provide additional useful information. Where possible, further morphological and cytological data should be used.

After the species has been identified, the second objective or benefit to be derived from the differential host test is to detect significant differences in host response (pathogenic variation) of the species (population) from that established as usual for that species. Table 1 indicates that there are distinct differences in host responses for each of the species. Any appreciable deviation from that shown indicates the

*Principal Investigator, International Meloidogyne Project Headquarters, Raleigh, N.C., USA.

population is different from others studied. We have detected a few populations of *M. javanica* which do not react according to that considered "normal" for this species. For example, we have found a few populations that infect and reproduce on California Wonder pepper which normally is not attacked by *M. javanica*. Similarly, we have found four populations of *M. javanica*, out of 301 studied, which attack peanut. Thus, through these tests, involving populations from many parts of the world, we can gain some insight into how stable these species are with reference to their reaction on the differentials used.

Table 1. Usual Response of the Differential Hosts to the Four Common *Meloidogyne* Species.

Meloidogyne species	Differential Hosts[1/]					
	Tobacco	Cotton	Pepper	Watermelon	Peanut	Tomato
M. incognita	$\boxed{-}$[2/] (+)[3/]	$\boxed{+}$ (-)	+	+	-	+
M. javanica	+	-	$\boxed{-}$	+	-	+
M. hapla	+	-	+	$\boxed{-}$	$\boxed{+}$	+
M. arenaria	+	-	+	+	$\boxed{+}$ (-)	+

[1/] Plant varieties include: Tobacco, NC 95; Cotton, Deltapine 16; Pepper, California Wonder; Watermelon, Charleston Grey; Peanut, Florunner; Tomato, Rutgers.

[2/] Indicates key differentials for that species.

[3/] Some populations attack the differential host while others do not.

THREE-YEAR CROP ROTATION FOR CONTROL OF *MELOIDOGYNE INCOGNITA* ON THE SOUTH-CENTRAL PLAINS OF JAMAICA (INTERIM REPORT)

D. G. Hutton[1], Phyllis L. Coates-Beckford[2] and Sharon A. E. Eason-Heath[3]

INTRODUCTION

The damage done to a susceptible crop by a parasitic nematode will increase as the population of that nematode increases. Thus, any measure that brings about a decrease in the numbers of a particular nematode associated with a susceptible crop might be regarded as a means of control. Plant-parasitic nematodes are obligate parasites, but the various species differ in their ability to feed, reproduce and, therefore, survive on different plants. Conversely, plants differ in their resistance of susceptibility to different nematode species. Survival of a nematode is disallowed by a non-host crop. The objective of adopting crop rotation as a nematode control measure is to reduce the populations of a particular nematode species by planting a non-host crop before planting an economically valuable but susceptible crop (4). Crop rotation as a nematode control measure is without question the most effective and widely used land management practice; in fact, this practice was followed by growers long before its significance as a means of nematode control was recognized (3, 4).

The limitations to practicing crop rotation for nematode control are: a) control is dependent on the level of resistance possessed by the "resistant" crop and the length of time for which the crop is planted; b) the resistant crop may suppress the target nematode but allow buildup of populations of another species; c) it might often be necessary to use a non-host crop that is of low economic value; and d) all crops that might be considered for the particular situation might be susceptible to the target nematode (3). Nevertheless, crop rotation is still a widely accepted and effective way of controlling plant-parasitic nematodes and other pests and pathogens, its benefits far outweighing its limitations.

---

[1]Acting Director and Nematologist, Plant Protection Division, Ministry of Agriculture, P.O. Box 480, Kingston 6.

[2]Lecturer, University of the West Indies, Mona, Kingston 7.

[3]Nematologist, Plant Protection Division, Ministry of Agriculture, P.O. Box 480, Kingston 6, Jamaica.

The root-knot nematodes (Meloidogyne spp.) generally have wide host ranges, reproducing on many weeds as well as on a wide range of crop plants (2). Thus, it is usually difficult, but possible, to develop a crop rotation schedule aimed at controlling Meloidogyne spp. In Jamaica, M. incognita appears to be the most widespread and important root-knot nematode (1). Several rotation schedules aimed at Meloidogyne sp. control have been proposed for various ecological areas in Jamaica. A three-year program, suggested for the south-central plains of Jamaica, has been ongoing since June 1978. The target nematode is M. incognita (Race 2).

MATERIALS AND METHODS

The trial is being conducted at Tamarind Farm Prison, Spanish Town. The 0.1-ha field being used was initially found to be heavily infested with M. incognita (Race 2) and lightly infested with Pratylenchus sp., Tylenchorhynchus sp., Helicotylenchus sp. and Rotylenchulus reniformis.

The proposed crop rotation schedule and justification for the chosen crops was as follows:

January to March - Year One

Crop: Red kidney bean (Phaseolus vulgaris)

This crop seems susceptible to and allows population buildup of M. incognita. On the south-central plains of Jamaica, this crop is generally planted early in the year as in the warmer months of late spring and summer, virus diseases are severe.

April to June - Year One

Crop: Callaloo (Amaranthus viridis)

Callaloo is resistant to Meloidogyne spp. and does not support population buildup. This crop is planted any time in the year.

June to December - Year One

Crop: Sorrel (Hibiscus sabdariffa)

Sorrel is highly susceptible to M. incognita, but populations of the nematode should be low following callaloo. Sorrel is sensitive to short days and is in great demand at Christmas for preparing a traditional Jamaican drink.

December Year One to December Year Two

Crop: Cassava (Manihot esculenta)

An early-bearing variety must be used to fit the rotation schedule. Some cassava varieties appear to be resistant to Meloidogyne spp.

December Year Two to April Year Three

Crop: Tomato (*Lycopersicon esculentum*)

The varieties grown in Jamaica are very susceptible to *M. incognita*, but after resistant cassava, populations of the nematode should be low. Tomato must be planted at this time of year as during the rainy months (May and October) late blight is severe.

April to July - Year Three

Crop: Callaloo (*Amaranthus viridis*)

Use of this crop again should cause a decline in the population of *M. incognita* expected to build up on tomato.

July to September - Year Three

Crop: Chinese cabbage (*Brassica chinensis*)

The effect of *M. incognita* is not known. This is a quick crop which may be grown any time of the year. Its use as a trap crop merits investigation.

September to December - Year Three

Crop: Corn (*Zea mays*)

Some varieties appear to be good hosts of *M. incognita*. However, populations of the nematode should be low after callaloo and Chinese cabbage. Corn is chosen for this time of year as it has been observed that the fall crop suffers less from northern leaf blight than the spring crop.

January to March - Year One

Crop: Red peas (*Phaseolus vulgaris*)

Start of the next three-year cropping period. This legume should restore the soil nitrogen depleted by corn.

The rotation schedule actually followed is set out in Table 1. The field was planted to each crop according to the schedule. At harvest of one crop and prior to planting the other, then at intervals during each crop, populations of *M. incognita* and other noxious nematodes infesting soil and roots were estimated. At harvest of each crop, roots were rated for severity of galling caused by *M. incognita* on a 1-5 scale where 1 = no galling and 2, 3, 4 and 5 equal 1-10, 11-25, 26-70 and 71-100%, respectively, of the root system galled. Weed control, by hand, was carried out regularly in order to eliminate probable alternate hosts of the nematodes infesting the field. The field was irrigated after each crop and at dry intervals during crops. Plants were fertilized according to recommendations from the Agricultural Chemistry Division, Ministry of Agriculture.

Table 1. Sequence and time span of crops or fallow periods used in a three-year rotation trial carried out on the south-central plains of Jamaica and aimed at control of *Meloidogyne incognita*.

Crop	Time span of crop	Crop density (plants/ha)
1. Sorrel (*Hibiscus sabdariffa*); red and white Jamaican types	10 Aug., 1978 to early Feb., 1979	35,800
2. Clean fallow	Early Feb., 1979 to mid March, 1979	-
3. Cassava (*Manihot esculenta*); a mixture of accessions C5, #69 and #30	15 March, 1979 to late March, 1980	8,970
4. Weed fallow	Late March, 1980 to early May 1980	-
5. Clean fallow	Early May, 1980 to 16 July, 1980	-
6. Chinese cabbage (*Brassica chinensis*); cv. Santoh Round Leaved	16 July, 1980 to 29 Sept., 1980	43,000
7. Corn (*Zea mays*); cv. MB-2	29 Sept., 1980 to 26 Jan., 1981	35,800
8. Red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*); cv. California Light Red Kidney	26 Jan., 1981 to late April, 1981	63,800
9. Cowpea (*Vigna sinensis*; cv. African Red) and Callaloo (*Amaranthus viridis*; common Jamaican type); in alternate rows	Early May 1981 and 12 June, 1981 to mid Aug., 1981	13,500 and 20,200
10. Sorrel, red type	19 Aug., 1981 to Jan., 1982	35,800

RESULTS AND DISCUSSION

In August 1978, when the trial was started, the field had recently been harvested of okra (Hibiscus esculentus), a good host of M. incognita. Roots of the okra plants were heavily infested and galled by the nematode (avg. galling rating = 4); soil was also heavily infested (approximately 45/100 cm^3). Fluctuations in soil and root populations of the nematodes associated with the crops used in the three-year rotation are represented in Figs. 1 and 2, respectively.

Sorrel, the first crop, was planted August 1978-February 1979. Seeds of red and white sorrel were mixed inadvertently (roughly 3:1 respectively) before planting. At harvest, soil about the red sorrel plants was heavily infested with M. incognita, 60/100 cm^3, while the nematode occurred at 50/100 cm^3 soil about the white sorrel. Roots of the red sorrel were extremely heavily infested (265/gm) and galled (avg. galling rating = 4.3) whereas white sorrel was moderately infested (36/gm) and lightly galled (avg. galling rating = 1.6). Significant information from this crop was that white sorrel appeared to be highly resistant to M. incognita; red sorrel is highly susceptible to this nematode. Low numbers of Pratylenchus sp., Tylenchorhynchus sp., Helicotylenchus sp. and R. reniformis were associated with sorrel. A short interval of fallow (early February to mid-March 1979) followed sorrel.

Cassava was planted from March 1979 to February 1980. There were slight increases in populations of Tylenchorhynchus sp., Pratylenchus sp. and Helicotylenchus sp. in the short period of fallow between sorrel and cassava. Populations of M. incognita declined in the soil about cassava initially then increased subsequently. At harvest, there were 3/100 cm^3 soil; cassava roots harboured low numbers of the nematode but showed no galling. Cassava appeared to be resistant to M. incognita. However, this crop supported buildup of and appeared to be a good host of Pratylenchus sp. Populations of the lesion nematode increased steadily in soil and roots during the cassava crop. Cassava did not support Tylenchorhynchus sp., and the low initial populations of Helicotylenchus sp. actually declined.

Tomato was direct seeded after cassava. The seeds did not germinate and the crop was abandoned. However, root-knot susceptible volunteer plants and weeds (okra, red sorrel, etc.) left to grow in the field from March through May 1980 showed no root galling.

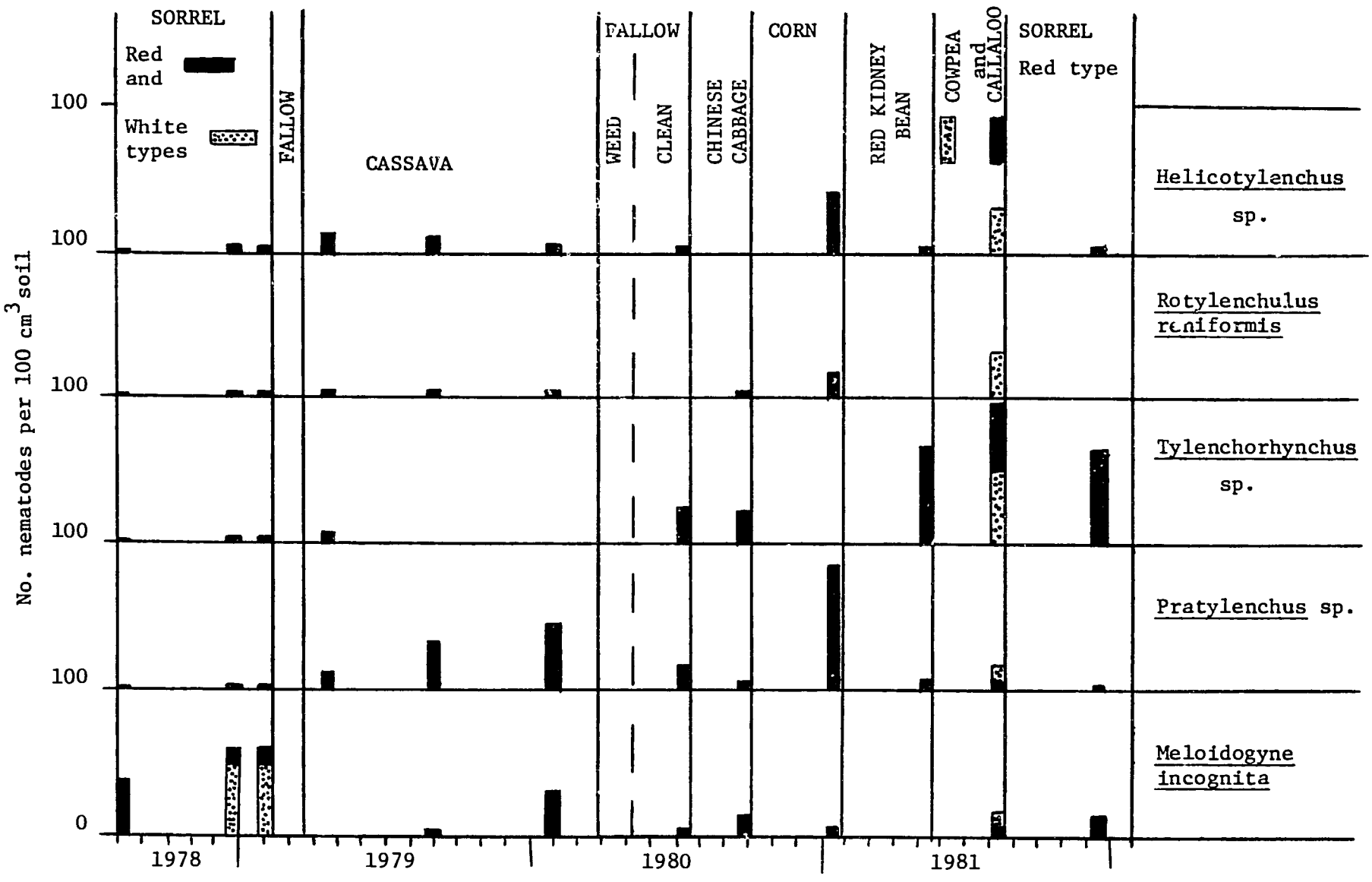


Fig. 1. Fluctuations in soil populations of Meloidogyne incognita and four other parasitic nematodes associated with seven crops* and fallow periods used in a three-year rotation trial aimed at control of the root-knot nematode.

*Crops were sorrel (Hibiscus sabdariffa), cassava (Manihot esculenta), Chinese cabbage (Brassica chinensis), corn (Zea mays), red kidney bean (Phaseolus vulgaris), callaloo (Amaranthus viridis) and cowpea (Vigna sinensis).

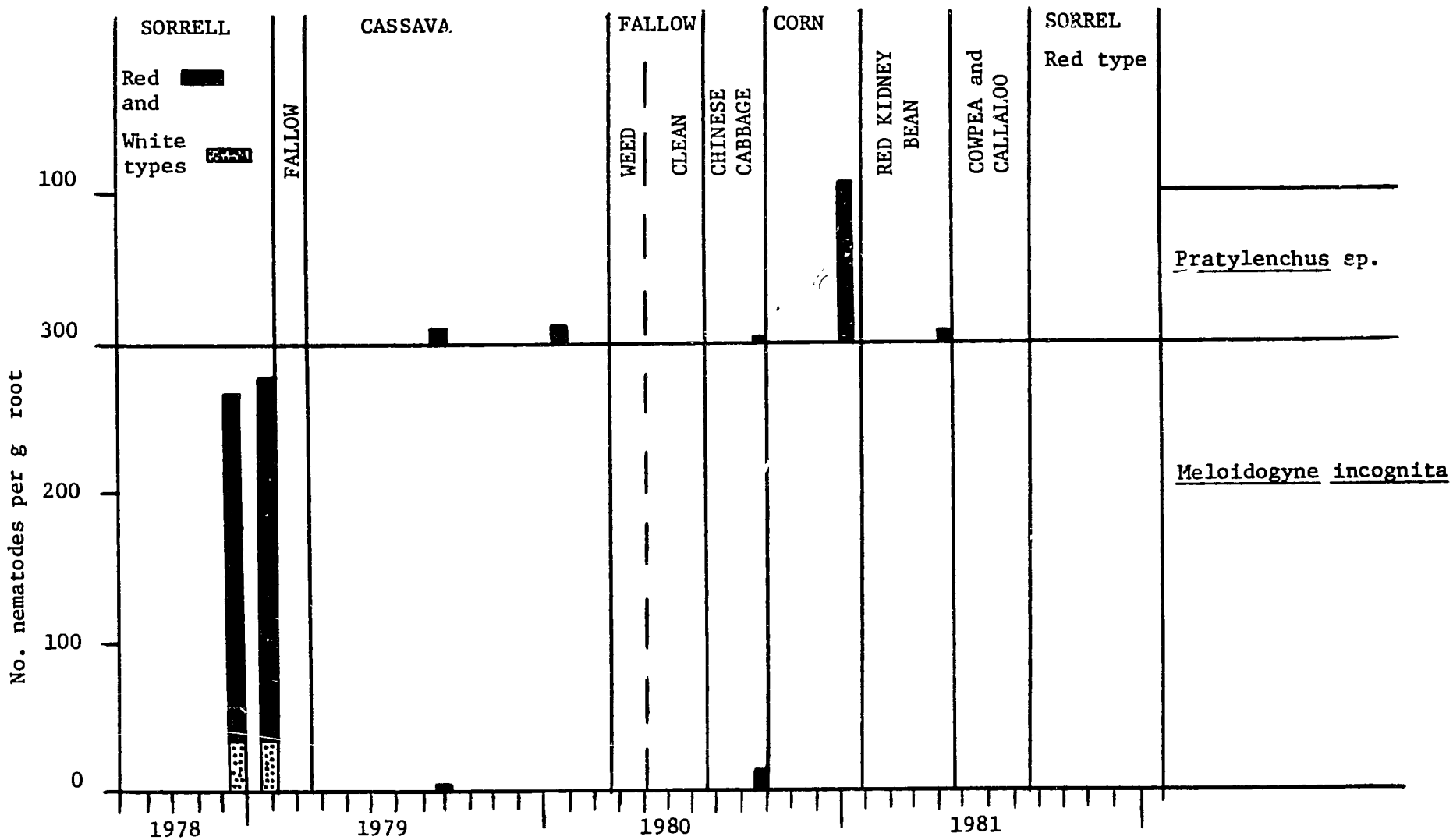


Fig. 2. Numbers of Meloidogyne incognita and Pratylenchus sp. in roots of seven crops* used in a three-year rotation trial aimed at control of the root-knot nematode.

*Crops were sorrel (Hibiscus sabdariffa), cassava (Manihot esculenta), Chinese cabbage (Brassica chinensis), corn (Zea mays), red kidney bean (Phaseolus vulgaris), callaloo (Amaranthus viridis), and cowpea (Vigna sinensis).

Callaloo should have followed tomato from May to July 1980. However, suckers were unavailable as seedbeds were flooded out by heavy April/May rains. The plot was therefore maintained as fallow. Tylenchorhynchus sp. increased in soil during this fallow period; M. incognita and Pratylenchus sp. decreased and Helicotylenchus sp. remained low.

Chinese cabbage was planted July to September 1980. Low numbers of M. incognita occurred in soil (2/100 cm^3) and moderate numbers in roots (10/g). Less than 10% of examined roots were severely galled (rating 4-5) and about 45% showed no galling; the others were lightly to moderately galled (rating 1-3). The average gall rating was 1.2. It seems that Chinese cabbage is a good host of M. incognita but that populations of the nematode were low following the long period of weed then clean fallow and did not have time to build up substantially over the short span of this crop. Pratylenchus sp. declined on Chinese cabbage while Tylenchorhynchus sp. remained at moderate levels and Helicotylenchus sp. and R. reniformis at low levels.

Corn was interplanted with Chinese cabbage towards the end of the latter crop (late September 1980). Corn did not support M. incognita nor Tylenchorhynchus sp. but brought Pratylenchus sp. to prominence as seen from the substantial buildup of lesion nematodes in soil and roots. The spiral and reniform nematodes increased in the soil during the corn crop. When the corn was about five weeks old, some plants (less than 10%) began showing symptoms of leaf blight caused by Helminthosporium sp. However, this condition soon cleared up.

Red kidney bean followed corn from January through May 1981. After corn, the low levels of M. incognita declined further on the legume as did the higher populations of the lesion, spiral and reniform nematodes. However, Tylenchorhynchus sp. reached high levels in soil under the legume. The red kidney bean crop was severely affected by the common bean mosaic virus.

Following red pea, cowpea and callaloo were interplanted in the experimental plot (June to August 1981) although callaloo was the indicated crop. The low levels of the root-knot nematode following red pea increased slightly on callaloo and somewhat more on cowpea. The high populations of Tylenchorhynchus sp. after red pea increased further on callaloo and remained high on cowpea. Pratylenchus sp. remained at low levels in soil about callaloo and increased slightly on cowpea. The spiral and reniform nematodes were not detected on callaloo but increased on cowpea.

Sorrel now follows callaloo and cowpea (August 1981 to January 1982) to complete the three-year cycle. M. incognita increased in soil while Helicotylenchus sp., R. reniformis and Pratylenchus sp. declined substantially. The extremely high populations of Tylenchorhynchus sp. following callaloo and cowpea remain high on sorrel.

Other potentially important nematodes in soil under crops in this three-year rotation trial, which continues, were Aphelenchus sp. at 100/100 cm^3 soil under cassava and 10/100 cm^3 under corn; Hoplolaimus sp. at 2/100 cm^3 under cassava and cowpea; and Criconemoides sp., Xiphinema sp., Ditylenchus sp. and Tylenchus sp. at 1, 1, 2 and 7/100 cm^3, respectively, under corn. Of the eight crops used, root galling caused by M. incognita was observed only on sorrel and Chinese cabbage. However, the root-knot nematode was found infecting roots of cassava in addition to those of sorrel and Chinese cabbage. Greenhouse studies using pot-grown plants of each crop used in this trial are currently being carried out to assess resistance or susceptibility of the crops to populations of M. incognita from the trial site.

Pratylenchus sp. was found infesting cassava, Chinese cabbage, corn and red kidney bean, and R. reniformis was detected in low numbers in roots of cassava and red kidney bean.

In retrospect, it is our opinion that the rotation trial would have been complemented by keeping one section of the trial field free of noxious nematodes to assess more realistically extent of damage done by M. incognita and the other nematodes as they came to prominence on the various crops. This concept will be included in future trials of this nature. It seems that the objective of this trial, i.e to keep populations of M. incognita suppressed through crop management, has been realized. Throughout the trial period (three years), populations of the root-knot nematode never reached the high levels noticed at the start of the trial. It also appears that M. incognita is unable to compete successfully with Tylenchorhynchus sp. and Helicotylenchus sp. during fallow. This rotation schedule will be recommended to growers on the south-central plains of Jamaica for management of M. incognita.

RESUMEN

Tres Años De Rotación De Cultivos Para El Control De *Meloidogyne incognita* En Los Llanos Centrales Del Sur De Jamaica (Reporte Provicional)

Un esquema de tres años de rotación está siendo desarrollado para controlar *Meloidogyne incognita* en los llanos centrales del sur de Jamaica. La secuencia de cultivo es acedera (*Hibiscus sabdariffa*), barbecho de 5 semanas, yuca (*Manihot esculenta*), barbecho de cuatro meses, col china (*Brassica chinensis*), maiz (*Zea mays*), frijol red kidney (*Phaseolus vulgaris*), un cultivo mezclado de frijol de castilla (*Vigna sinensis*) y callaloo (*Amaranthus viiridis*), y luego acedera nuevamente. El campo experimental estuvo inicialmente infestado con *Pratylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchulus reniformis* y *M. incognita*. Quimbombó (*Hibiscus esculentus*) cosechado poco antes del experimento mostró severo nodulamiento radicular y el suelo estuvo fuertemente infestado con *M. incognita*. No hubo posterior incremento de *M. incognita* en el suelo de acedera. Las raíces de acedera roja fueron severamente noduladas, pero las raíces de acedera blanca mostraron poco daño, sugiriendo que la acedera blanca es altamente resistente a este nemátodo. *M. incognita* disminuyó en el suelo de yuca y las raíces fueron ligeramente noduladas. *Pratylenchus* sp. incremento marcadamente en suelo y raíces de yuca. Poblaciones del nemátodo enanijador incrementaron durante el periodo de barbecho o descanzo, despues de la yuca, mientras que *M. incognita* disminuyó; pero estos nemátodos incrementaron en col china. *Pratylenchus* sp. se multiplicó marcadamente en suelo de maíz, mientras que *M. incognita* y *Tylenchorhynchus* sp. disminuyeron. El nemátodo espiral y reniforme también incremento en suelo de maíz. El frijol red kidney permitió un incremento substancial del nemátodo enanizador mientras que *Pratylenchus* sp. disminuyó después de maíz. En frijol de Castilla y callaloo, el nemátodo del nudo y de la lesion de la raíz permanecieron a bajos niveles, mientras que el nemátodo del enanismo alcanzó altas poblaciones. El nematodo espiral y reniforme tambien se incrementaron en frijol de Castilla. *M. incognita* nuevamente se ha incrementado en acedera roja, que ahora completa si ciclo de tres años, mientras que los otros nemátodos han declinado. Se ha logrado suprimir *M. incognita* a través de tres años de manejo de cultivos, ya que poblaciones de este nematodo nunca alcanzaron los altos niveles que mostraron inicialmente.

REFERENCES

1. Dixon, W. B. and R. Latta. 1965. Nematological Investigations 1958-1961. Bull. No. 59 (new series), Ministry of Agr. and Lands, Jamaica. 35 pp.

2. Lamberti, F. 1979. Chemical and cultural methods of control, pp. 405-423 In Root-knot Nematodes (Meloidogyne Species) Systematics, Biology and Control, eds. F. Lamberti and C. E. Taylor. Academic Press, London. 477 pp.

3. W. F. Mai, E. J. Cairns, L. R. Krusberg, B. F. Lownsberry, C. W. McBeth, D. J. Raski, J. N. Sasser and I. J. Thomason. 1968. Control of Plant-Parasitic Nematodes; Vol. 4, Principles of Plant Animal Pest Control. Nat. Acad. of Sci. Pub. 1696. Washington, D.C. 172 pp.

4. Oostenbrink, M. 1972. Evaluation and integration of nematode control measures, pp. 497-514 In Economic Nematology, ed. J. M. Webster. Academic Press, London. 563 pp.

BIOLOGICAL CONTROL OF MELOIDOGYNE SPP. AND GLOBODERA SPP. BY PAECILOMYCES LILACINUS IN PANAMA

A Collaborative Research Work Between
Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP)
and
The International Potato Center (CIP)

Cooperators

Ing. Eric Candanedo Lay (IDIAP)
Ing. Roberto Rodríguez (IDIAP)
Ing. Julio Lara (IDIAP)
Ing. German De Leon (IDIAP)
Ing. Felipe Gonzalez (IDIAP)
Dr. Parviz Jatala (CIP)

Following the successful results of field applications of *Paecilomyces lilacinus* for controlling *Meloidogyne incognita* in Peru, collaborative work in biocontrol of nematodes was initiated in Panama between IDIAP and CIP with the International *Meloidogyne* Project (IMP) serving as a vehicle and catalyst in promoting additional work on this subject among its cooperators in Central and South America, Asia and other countries.

Field experimentation was initiated in Cerro Punta, province of Chiriqui, for controlling *Globodera rostochiensis* and in three locations in the Province of Herrera for controlling *M. incognita*. Experiments were conducted in a randomized block design with 5 blocks consisting of 3 treatments per block. Treatments were as follows:

Treatment 1. Nematicide: Furadan (carbofuran) 5% granular formulation at the rate of 2.5 kg a.i./ha,

Treatment 2. Fungus: *Paecilomyces lilacinus*,[1/]

Treatment 3. Control (no treatment)

In Cerro Punta, each treatment plot consisted of 12 m^2 having 5 rows each 3 meters long with a distance of 80 cm between rows. Plots within blocks were 1.6-meters apart, and the blocks were separated by a distance of 1 meter.

The experiment was conducted in Mr. Henry Ledezmas' field which is highly and uniformly infested with *G. rostochiensis*. Soil samples were taken prior to planting and inoculation. Initial population density of *G. rostochiensis* was determined, and the viability test was conducted for 30 cysts per plot with two replications. Seeds of potato cultivar Alpha were used in this

---

[1/] *P. lilacinus* was grown on sterilized rice for two weeks prior to inoculation and was applied at the rate of 1.5 kg of infected grains per 40 m^2.

experiment, and normal field care and practices were carried out by the farmer. Data on plant growth, total yield, cyst population and egg infection are to be obtained at harvest.

A parallel greenhouse study is being carried out in Cerro Punta for controlling potato cyst nematodes. Seeds of potato cultivar Alpha were planted in pots containing 1.00 kg sterilized soil recently inoculated with 30 cysts (approximately 216 eggs and larvae/cysts) per pot. The experiment consists of 5 treatments replicated 10 times. Treatments are:

1. Control, 30 cysts but no other applications;
2. Carbofuran (Furadan) 5% granular formulation at 0.5 g/pot plus 30 cysts;
3. Fungus at the rate of 3.5 g infected rice grain per pot plus 30 cysts;
4. Fungus at the rate of 7.0 g infected rice grain per pot plus 30 cysts;
5. Fungus at the rate of 14 g infected rice grain per pot plus 30 cysts.

Upon harvest, data are to be obtained on total cyst count, number of eggs and larvae per cyst and egg infection by P. lilacinus. Utilizing these cysts, further experiments will be carried out in order to follow up on nematode reproduction and development. This work would allow data acquisition on the effect of fungus on succeeding generations of nematodes.

In the province of Herrera, experiments were carried out in 3 different locations highly infested with M. incognita. Similar experimental design and treatments as described above were used with a slight modification. Each treatment plot consisted of 36 m^2 having 5 rows of 6 meters long each with a 1.2-meter distance between rows. Blocks and the treatment plots within blocks were separated from each other by a 1 meter distance. A Meloidogyne-susceptible, Pseudomonas solanacearum-tolerant tomato cultivar "1-12 " was planted in all experiments. Soil samples were taken for nematode analysis, and a parallel bioassay analysis of soil was carried out to detect the presence and density of M. incognita. Upon harvest, data on root galling index, egg mass and egg infection as well as total yield is to be obtained.

Since these experiments were carried out recently, data are not available as yet. However, once the information becomes available, the cooperators will be notified. It is hoped that similar studies can be carried

out in other countries of the IMP Region I on various crops and nematode species. Pooled data of these experiments would provide a base on the effectiveness of P. lilacinus in controlling nematodes under field conditions in various geographical regions.

ECOLOGICAL STUDIES -- PROGRESS TO DATE

A. L. Taylor, L. A. Nelson, and J. N. Sasser*

Over the past several years, the International *Meloidogyne* Project has been conducting a survey of root-knot nematodes. In conjunction with this survey, pertinent ecological information and a soil sample have been gathered for each population sample. Data on 662 of these samples from 64 countries have been analyzed. From the preliminary results of this ongoing study, some basic relationships between ecology and the geographical distribution of *Meloidogyne* species in agricultural soils have been elucidated.

Sample populations were increased at the Project Center and then subjected to the North Carolina Differential Host Test. Identification of samples was based on this test, morphological characters, chromosome counts, and electrophoresis. The soil samples were analyzed physically and chemically. Ecological information accompanying each sample included temperature extremes and medians; average precipitation; cropping history, latitude, longitude, and elevation of the collection site; host plant; and a subjective estimate of crop yield loss.

Species Distribution

Although more than 50 species of root-knot nematodes have been described, about 99% of the populations collected and identified by the IMP from cultivated crops around the world belong to one of 4 species: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, and *M. hapla*. The first two species are widely distributed in tropical, subtropical, and warm temperate climates. Though less common than these species, *M. arenaria* also occurs in the same type of climates. *M. hapla*, on the other hand, is found primarily in cool to warm temperate climates.

Temperature

M. incognita, *M. javanica*, and *M. arenaria* occur in areas with an average temperature of 3°C or higher in the coldest month or 36°C or

---

*Special Consultant, Cooperating Statistician, and Principal Investigator, respectively; International *Meloidogyne* Project Headquarters, Raleigh, N.C.

lower in the warmest month. The average temperature of the coldest month of the year is apparently the principal factor limiting the occurrence of these species.

M. hapla, on the other hand, is a cold climate species, received from one location with a coldest month temperature of as low as -15°C. There is no indication that this is the coldest temperature for survival of M. hapla. Temperatures of about 24 to 27°C may limit the occurrence of M. hapla in warmer parts of the world.

Precipitation

In this survey, root-knot nematodes were collected from locations with total annual precipitation ranging from nearly zero to 5000 mm. Most populations were collected from areas with 1000 to 1500 mm annual precipitation. Less than 10% of the M. hapla and M. arenaria populations and only 17% of M. incognita populations came from areas with less than 500 mm annual precipitation. However, 42% of the M. javanica samples were received from such dry climates. These facts indicate that M. javanica is the best adapted of the four species for survival in dry climates.

Many regions of the world have distinct wet and dry seasons which can be classified by the number of "dry months" with precipitation less than 10 mm. About 80% of the M. hapla samples, 70% of the M. arenaria samples, and 48% of the M. incognita samples and 30% of the M. javanica samples came from regions with precipitation well distributed throughout the year, that is, with no dry months.

The data on precipitation indicate that 1) M. javanica is best adapted to survive in climates with distinct wet and dry seasons, and 2) M. incognita is less well adapted to such conditions. The data on M. arenaria and M. hapla is much less dependable because there is less of it, but both species seem to be best adapted to climates with well-distributed rainfall.

Soil pH

A correlation between soil pH and the frequency of occurrence of M. incognita and M. javanica has been found. Nearly 45% of M. javanica samples, and a lesser percentage of M. incognita samples, came from soils with pH values between 7.0 and 8.0. The positive correlation between high soil pH and the occurrence of M. incognita and M. javanica

reflects the prevalence of these two species in dry climates since areas with low rainfall tend to have a higher soil pH.

Soil Texture

Sand, silt, and clay analysis of infested soils has failed to reveal a high correlation between percentage of sand and severity and occurrence of root-knot nematode infestations. However, a significant inverse relationship appears to exist between infestation and percentages of silt and clay. Very few Meloidogyne populations have been collected from soils with more than 40% clay or 50% silt, probably because these small particles reduce soil pore space and, therefore, limit nematode dispersal through the soil.

Practical Applications of Ecology Program Results

At this time it seems probable that it will be possible to predict which species of root-knot nematode occur in any region by study of its climatic records. M. incognita will be found in regions where precipitation is more or less evenly distributed over the year, and the annual average temperature is in excess of 15°C. M. javanica will be found where the average annual temperature is 15°C or more and is often mixed with M. incognita where rainfall is in excess of 500 mm per year and distributed over 10 of the 12 months. Where there are 4 or more dry months per year, M. javanica may be the predominant species.

The status of M. arenaria is not yet clear, but there are indications that it will be found mixed with M. incognita and M. javanica in regions where there is well-distributed rainfall. M. hapla is the most common cool climate species and will be found in regions where the average temperature for the coldest month of the year is less than 0°C; the other species will not be found in these regions. M. hapla will also thrive where the average annual temperature is about 12-15°C, but will be less common where it is higher. There is still some uncertainty as to the upper limit for M. hapla. It occurs sporadically in Florida where the average warm month temperature reaches about 27°C, but most infections can be traced back to strawberry plants brought in from northern states.

Consideration of these facts will simplify future surveys for root-knot nematodes and provide a basis for estimating needs for resistance in crop cultivars to be used.

DESARROLLO Y EVALUACION DE LINEAS DE TOMATE CON TOLERANCIA A PSEUDOMONAS SOLANACEARUM Y RESISTENCIA A MELOIDOGYNE INCOGNITA

Dr. Rolando Lasso Guevara
Agr. Leonel Arúz S.

Introduccion

En 1972 se efectuó en el INA la cruza de la línea 22 tolerante a Pseudomonas solanacearum con la variedad Hawaii 7372-1 y resistente a Meloidogyne incognita. De esta cruza se derivaron las líneas que son objeto de este trabajo.

La línea 22 era el resultado de la cruza de la línea 173 S y la variedad Roma VF.

La línea 173 S se obtuvo mediante la cruza interespecífica entre Lycopersicon pimpinellifolium (CRA 66) y Lycopersicon esculentum variedad Roma VF (5).

El CRA 66 fue un aporte del programa hortícola de Guadalupe, Antillas Francesas.

La variedad Hawaii 7372-1 fue introducida por la Compañía Panameña de Alimentos (NESTLE) y cultivada en escala reducida.

Materiales y Metodos

Las poblaciones segregantes derivadas de la cruza de L-22 y Hawaii 7372-1 fueron manejadas por el método de selección genealógica o pedigree.

La selección para tolerancia a la marchitez bacteriana se realizó en cada generación valiéndonos de parcelas infectadas.

La selección para resistencia a los nemátodos se inició en la F_4 cuando Tarté (8) efectuó las primeras inoculaciones y posteriormente, en las generaciones F_7, F_8, F_9, realizamos una serie de 3 fases sucesivas de inoculación que nos condujo a estabilizar la resistencia al nemátodo; Candanedo, Lasso y Osorio (1).

En las generaciones F_{10} y F_{12} efectuamos diversos ensayos de observación y las líneas mas promisorias eran conservadas para las fases posteriores. En esta etapa enviamos semillas de las líneas de mejor comportamiento a nueve cooperadores del Programa Internacional de Meloidogyne y a diversos cooperadores en Panamá (4, 6).

Las líneas mas destacadas del período de ensayos de observación fueron llevadas a ensayos de rendimiento en 1979 (F_{13}).

En 1980 (F_{14}) incluimos las más prometedoras del grupo evaluada en 1979.

En 1981 (F_{15}) se repite, la evaluación con un grupo de líneas que sobresalieron en 1980.

En este trabajo presentaremos los resultados obtenidos en la localidad de Chichebre, Bayano en los años de 1980-1981.

Es conveniente resaltar que durante el mismo período este mismo juego de progenies estaba siendo evaluado en otras localidades del país con la avuda de la Compañía Panameña de Alimentos (NESTLE) y mediante tesis de estudiantes de la Facultad de Agronomía.

En Chichebre utilizamos, en 1980, parcelas de 25 metros de largo con una separación entre plantas de 30 cms. En 1981 el tamaño de parcela empleada fue de 10 metros de largo y la separación entre plantas se mantuvo a 30 cms. Entre hileras la separación utilizada ha sido en todos los casos de 1.20 m.

La fertilización empleada ha sido de 160 kilos/ha de P_2O_5 aplicados en su totalidad a la siembra y de 200 kilos/ha de nitrógeno aplicados en 3 fracciones de 66 kilos/ha, cada una; la primera aplicación la efectuamos a la siembra, la segunda 3 semanas más tarde y la tercera al inicio de la frutificación.

El combate químico de plagas se ha limitado al gusano del fruto Heliothis zea mediante fumigaciones semanales con Sevín a razón de 1.0 kilos/ha. Estas atomizaciones se han efectuado desde el inicio de la formación de frutos has ta el final de las cosechas.

No hemos efectuado combate químico de enfermedades.

El diseño experimental ha sido el de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Resultados y Discución

A pesar de que los grados de libertad fueron suficientemente grandes (66 gl.), cuando fueron evaluados 28 materiales, el coeficiente de variabilidad de 24.65% no fue lo esperado, sin embargo, este puede aceptarse como un experimento válido (Cuadro No. 1).

Los genotipos presentan diferencias estadísticamente significativas (P 0.10) en el rendimiento. Podemos observar que el grupo de mayor rendimiento encabezado por los genotipos 3-8, 1-2 Uvero y 3-18 es bastante numeroso. Igualmente se destaca la gran diferencia entre el material resistente 1-12 Uvero y el susceptible Rossol que obtuvo el menor rendimiento como se observa en el cuadro.

Cuadro No. 1 Evaluación de líneas de tomate industrial
Chichebre - Verano de 1980

Posición	Líneas o Genotipos	Rendimiento (kg/ha)	Rango
1	3-8	20,687	a
2	1-2 Uvero (T. resistente)	19,903	a
3	3-18	19,505	a
4	3-10	16,775	ab
5	2-12	16,252	ab
6	2-4	16,252	ab
7	2-10	16,129	ab
8	3-3	16,048	ab
9	2-9	15,325	ab
10	2-7	15,310	ab
11	2-15	15,227	ab
12	5-8	14,779	ab
13	2-13	14,760	lb
14	2-5	14,398	abc
15	2-2	14,150	bc
16	2-8	15,105	bc
17	2-11	13,968	bc
18	3-19	13,589	bc
19	2-1	13,029	bc
20	2-3	12,739	bc
21	3-15	12,362	bcd
22	2-14	12,200	bcd
23	4-1	11,837	bcd
24	2-16	11,693	cd
25	5-26	9,422	cd
26	2-17	9,312	cd
27	2-19	8,541	cd
28	Rossol (T. Susceptible)	6,186	d

Durante el ensayo de este año las pérdidas causadas por la marchitez bacteriana fueron muy fuertes, en el testigo susceptible la mortalidad estuvo ligeramente superior a un 90% mientras que en las mejores líneas la misma estuvo oscilando entre 20 y 30%.

En lo referente al ataque de los nemátodos no se aprecia un efecto importante, pues la 1-12, testigo tolerante a Pseudomonas solanacearum pero susceptible a Meloidogyne incognita, se comportó igual a las mejores líneas con resistencia o tolerancia a ambos enemigos.

El analisis realizado al No. de racimos florales por planta no mostró diferencias significativas entre las líneas; tampoco se encontró diferencias en el No. de flores por racimos (Cuadro No. 2).

El análisis de varianza para el número de frutos cuajados por racimo mostró diferencia significativa, encontrándose que las líneas 3-18 y L-22 fueron las que mayor número de frutos cuajados tuvieron.

El ANAVA realizado a los rendimientos no mostró diferencias significativas entre las líneas. Presentaron promedios mas altos las líneas: 5-26, 2-5, 3-18 y 5-8 con rendimiento de 55344, 54494, 54387 y 53426 kg/ha, respectivamente.

En la Fig. 1 se aprecia que durante el desarrollo de este ensayo la mortalidad inducida por la marchitez bacteriana varió entre 10 y 25%. Lamentablemente en el año 1981 no incluimos un testigo susceptible que nos permitiera establecer buenas comparaciones de tolerancia. En lo referente a la importancia del ataque de Meloidogyne incognita, nuevamente el mismo parece de poca magnitud, pues no aparecen diferencias en los rendimientos entre las progenies susceptibles a este nemátodo y las resistentes.

La distribución de la producción a lo largo de las diferentes cosechas, a razón de una/semana, aparece en la Fig. 2; en ella podemos apreciar que la mayor parte de la producción se obtiene en 4 cortes que son los realizados durante la, 2a, 3a, 4a, y la 5a semana.

En la figura 3 y 4 se puede apreciar la evolución que presentan tanto el diámetro como el peso de los frutos a lo largo del período de cosecha, en ambos aspectos se nota una leve tendencia a la reducción de los frutos hacia el final de la cosecha.

En el cuadro No. 3 aparecen los coeficientes de correlación calculados con los datos obtenidos en 1981. Aparecen como significativas las correlaciones entre las siguientes características:

a. No. de recimos florales por planta y tamaño del fruto.

b. Tamaño del fruto y rendimiento.

c. No. de racimos florales por planta y rendimiento.

Cuadro No. 2 Ensayo sobre rendimiento de líneas de tomate - Bayano, 1981
Cuadro de promedios de las diferentes características agronómicas estudiadas

Tratamiento	No. de racimos Florales/Plant.	Peso del Fruto en gramos	No. de Flores por racimos	No. de Futos cuajados por racimos	Rendimiento kg/ha
1-13 (T. resistente)	18.25	54.7	4.0	1.85	44291
2-1	20.5	59.3	5.75	1.8	51784
2-2	20.0	68.9	5.5	1.77	46906
2-4	18.0	55.9	5.25	1.97	53612
2-5	21.5	53.8	5.25	2.1	54494
2-8	18.5	58.5	5.5	2.0	45625
2-10	20.0	64.2	4.0	1.85	49469
3-8	20.25	56.0	5.5	2.0	49081
3-18	20.25	50.8	4.75	2.45	54387
4-1	17.50	69.4	4.75	1.90	47493
5-8	20.0	64.2	5.5	1.92	53426
5-26	20.75	60.4	4.0	1.9	55344
L-22 (T. resistente)	16.5	39.7	5.5	2.37	47231

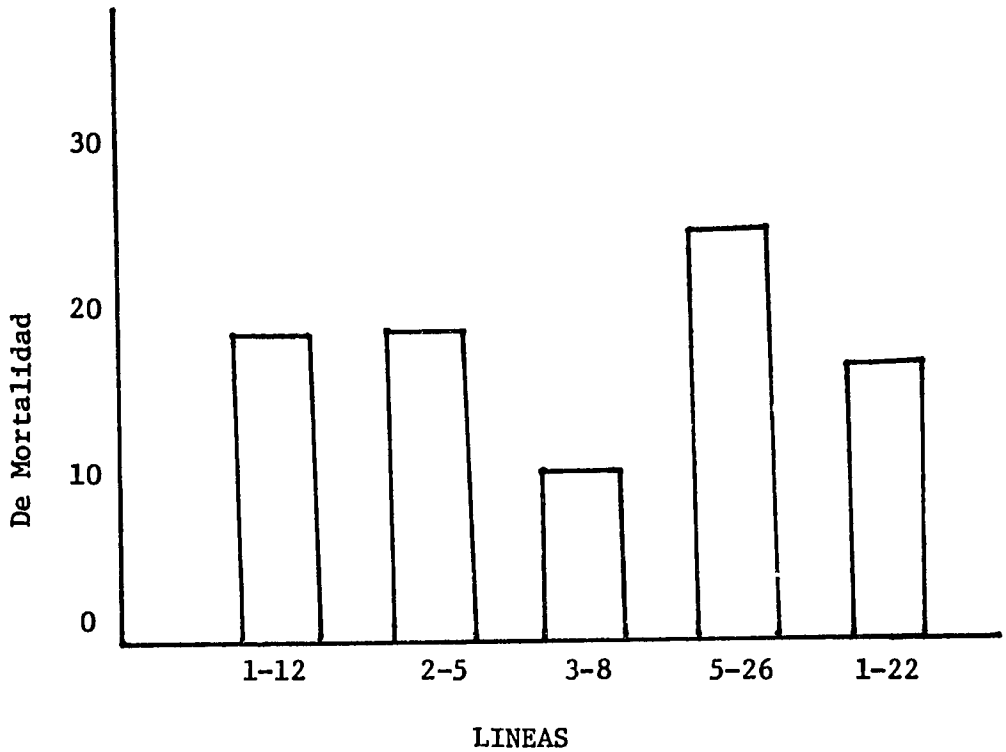


Figura No. 1 Porcentaje de Mortalidad Por Marchitez Bacteriana en Algunas Líneas de Tomate Chichebre, 1981

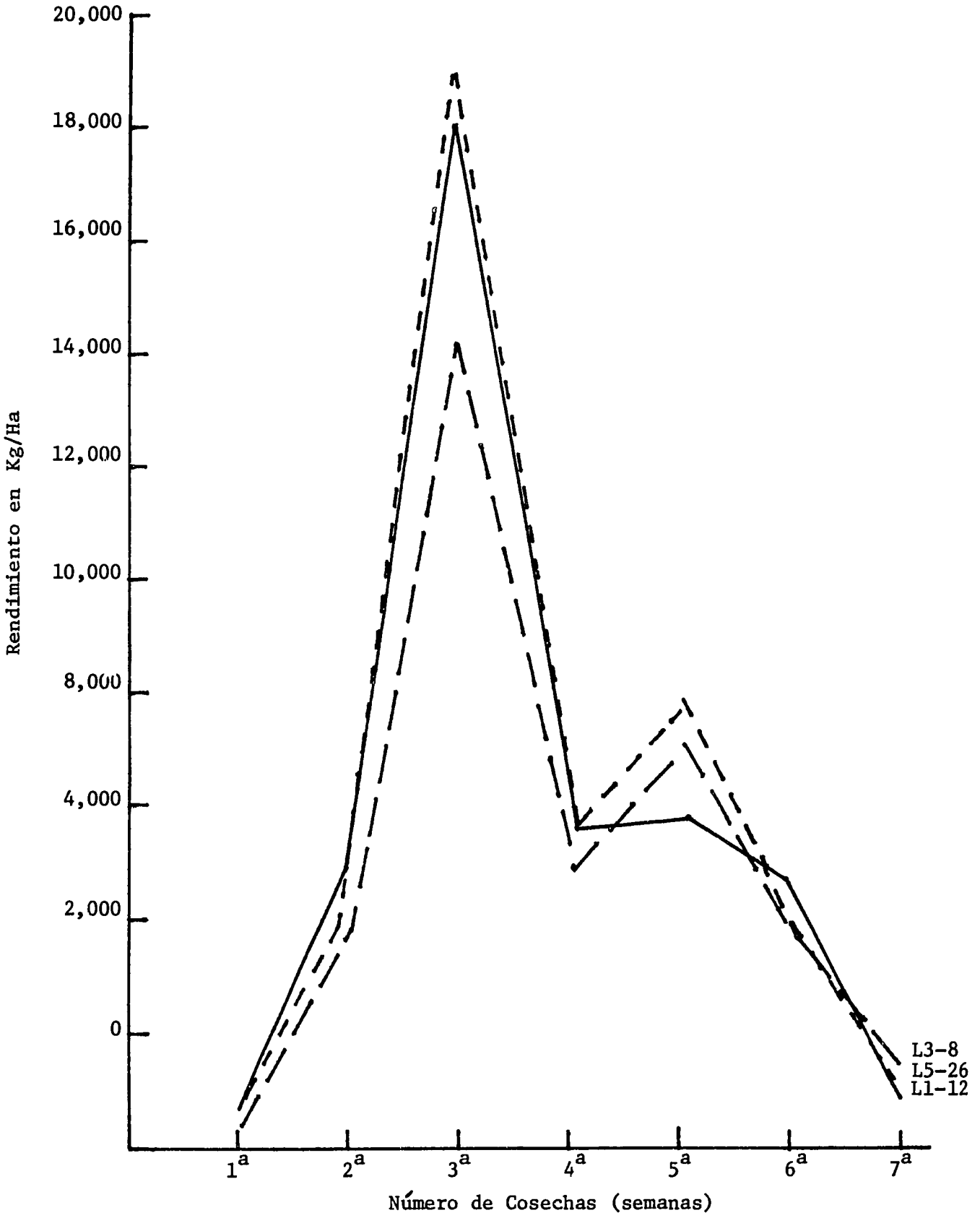


Figura No. 2 Rendimiento vs. Cosecha Para 3 Líneas de Tomate

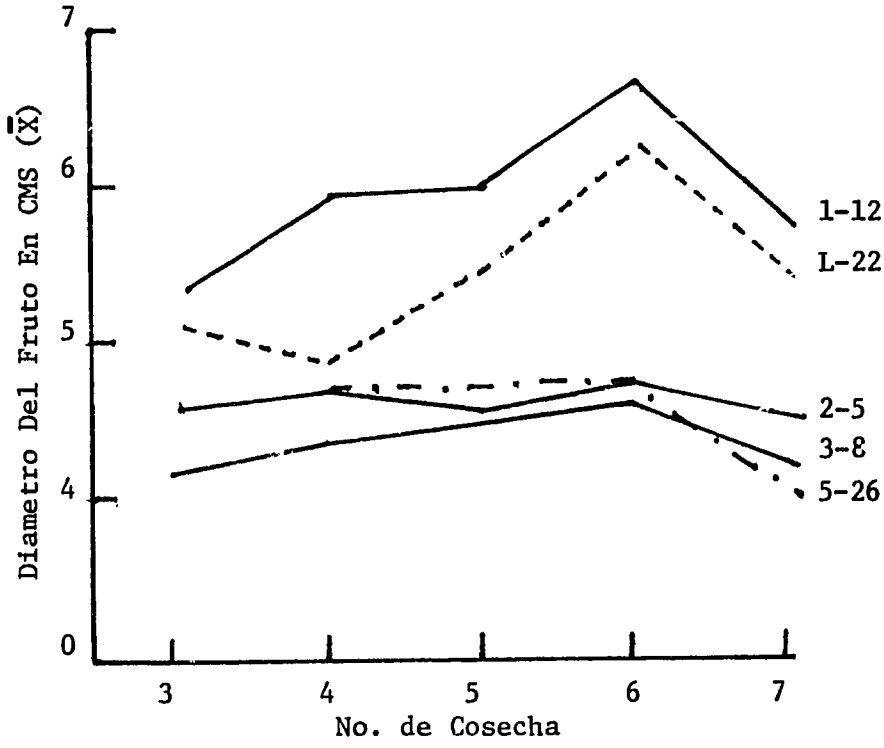


Figura No. 3 Diametro ($\bar{X}$) Del Fruto Del Tomate Por Cosecha, Chichebre, 1981

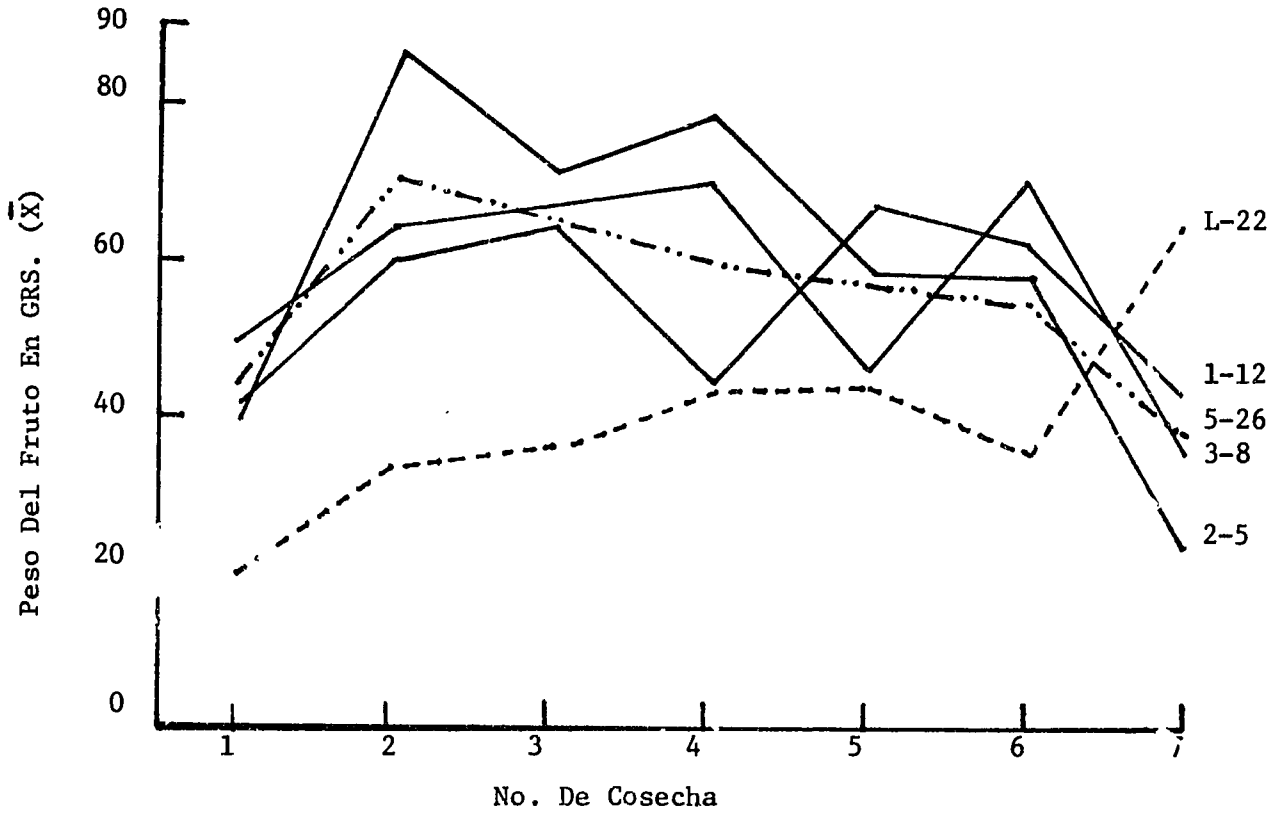


Figura No. 4 Peso Del Fruto Del Tomate Por Cosecha, Chichebre, 1981.

Cuadro No. 3 Coeficiente De Correlación De Las Principales Características Chichebre 1981

P (r 0.55, P 0.05)

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. No. racimos flor/planta	1							
2. No. de flores/racimo	0.03	1						
3. No. de frutos cuajados/ racimos	0.19	0.13	1					
4. Tamaño del fruto	0.57*	0.31	0.05	1				
5. No. de plantas al final de la primera cosecha	0.04	0.64*	0.09	0.29	1			
6. Rendimiento (kg/ha)	0.59*	0.005	0.22	0.62*	0.03	1		

d. No. de plantas al final de la primera cosecha (indicador de tolerancia a marchitez bacteriana) y No. de flores por racimo.

Nos parece sorprendente la bajísima correlación que encontramos entre el No. de frutos cuajados en cada racimo y el rendimiento; ésto pareciera indicar que las plantas produjeron más flores de las necesarias. En promedio, el grupo de progenies estudiadas en 1981 presentó 5.02 flores por racimo y de esas sólo 1.99 llegaron a producir frutas lo cual representa un 40% de Prendimiento.

Vale la pena destacar que los rendimientos obtenidos en 1981 están entre los más altos registrados en este país, lo cual habla muy bien del potencial de estas líneas.

En el cuadro No. 4 aparecen los resultados obtenidos al analizar algunas de las líneas de tomate en el laboratorio de la C.P.A. (NESTLE) en el se puede apreciar que estas líneas presentan características bastantes buenas para consumo fresco o enlatado.

Conclusiones

Tras 10 años de trabajo poseemos un grupo de líneas muy promisorias con tolerancia a marchitez bacteriana, resistencia a nemátodos de agallas, buen potencial de rendimiento y buenas características para consumo fresco o enlatado.

Las evaluaciones prosiguen hasta que podamos determinar con precisión cual de las líneas es la más tolerante a la marchitez bacteriana.

ABSTRACT

Development and Evaluation of Tomato Lines With Tolerance to *Pseudomonas solanacearum* and Resistance to *Meloidogyne incognita*

During the last ten years, work has been undertaken first in the selection and stabilization and secondly in the evaluation of the lines derived from the cross of *Lycopersicon pimpinellifolium* (CRA 66)/ *Lycopersicon esculentum* (Roma VF)//*Lycopersicon esculentum* (Roma VF)/// *Lycopersicon esculentum* (Hawaii 7372-1 PM). The lines are tolerant to *Pseudomonas solanacearum* and resistant to *Meloidogyne incognita*.

The evaluation period is divided into two years of observation trials and three of yield trials. During this time the lines have been evaluated in different countries and localities in Panama.

Cuadro No. 4 Analisis De Algunas Características De Los Frutos*

	TOMATE FRESCO RENDIMIENTO				ANALISIS A BASE DE JUGO DE TOMATE							ASPECTO LOPTICO, TOMATE	ORGANO-JUGO	CALIFICACION DEL LABORATORIO*
	Peso Tomate	Peso Jugo	Porcentage rendimiento	Prueba de Caida 1 mt.	pH	Acidez	TC Brix	Rojo	Amarillo (%)	Gris (%)	Negro (%)	Aspecto	Sabor	
2-8	163.8	127.5	77.83	1	4.20	0.45	6.3	83	--	--	--	Normal	Normal	A
2-10	170.1	134.8	79.04	2	4.20	0.42	6.3	88	--	--	--	Normal	Normal	A
3-18	203.4	171.0	84.40	1	4.15	0.49	6.1	96	--	--	--	Normal	Normal	A
2-2	229.8	156.4	68.05	3	4.20	0.43	7.3	84	--	--	--	Normal	Normal	A
3-3	172.0	114.8	66.74	3	4.25	0.41	6.9	91	--	--	--	Normal	Normal	A
2-1	284.9	142.8	50.12	2	4.30	0.40	5.6	88	--	--	--	Normal	Normal	A
3-8	292.5	220.2	75.28	3	4.5	0.26	5.4	92.5	--	--	--	Normal	Normal	A
L-22	176.7	138.2	78.21	2	4.43	0.42	5.8	93.0	--	--	--	Normal	Normal	A

*Laboratorio C.P.A.S.A. (Natá)

A = Excelente

B = Bueno

C = Regular

D = No satisfactoria

This article presents the results obtained in the last two years in Chichebre, Bayano, Republic of Panama. The lines that have outlived the evaluation trials are of high yield. Experiments will continue to determine which of the lines under study is the most tolerant to Pseudomonas solanacearum.

Bibliografia

Candanedo Lay, E., R. Lasso, y J. M. Ozoiro. 1978. Evaluación preliminar de la resistencia o tolerancia a Pseudomonas solanacearum y cinco poblaciones de nemátodos del género Meloidogyne en líneas de tomate industrial. Ciencia Agropecuaria 1:99-104.

De León, Germán, R. Lasso, y B. Name. 1981. Guía para el cultivo del tomate industrial IDIAP.

Díaz, J. 1981. Resultados de laboratorio CPASA.

Domínguez, G. 1981. Rapport de stage sur la tomate Station D'amelioration des plantes du centre INRA-Antilles-Guyane. Domaine duclos - Petit bourg-Guadeloupe. p. 29.

Lasso, R. 1974. Desarrollo de variedades de tomate industrial tolerantes a Pseudomonas solanacearum mediante cruces interespecíficos. Fitotecnia Latinoamericana 10:1, 46-51.

Morán, B. 1978. Informe técnico - RE.NA.RE.

Osorio, J. M. 1981. Inoculación technique for Meloidogyne incognita and Pseudomonas solanacearum m.s. screening in tomato seedlines. Thesis, University of Delaware. 24 pp.

Tarté, R. 1976. El nemátodo modular, Meloidogyne sp. determinación de especies existentes en Panamá, daños ocacionados al cultivo del arroz y búsqueda de resistencia en tomate industrial (Proyecto Internacional de Meloidogyne). Investigaciones Agropecuarias. Facultad de Agronomía, Universidad de Panamá. pp. 420-446.

REPORT OF COMMITTEE ON BREEDING FOR RESISTANCE

Committee Members

G. Anais (Chairman) - Guadeloupe
J. M. Osorio - Panama
P. Jatala - Peru
E. Candanedo Lay - Panama

The working group has discussed collaborative research among cooperators of Region I in the area of breeding for resistance to Meloidogyne spp.

It appears that up to date the main species that we are dealing with in breeding is Meloidogyne incognita. One important point which has arisen from the discussion is the necessity of better and more extensive information among cooperators. To improve efficiency in collaborative work in breeding for resistance to Meloidogyne in our Region, we propose:

1. To establish a directory of the cooperators involved in plant breeding for resistance--plant breeders, nematologists, pathologists, agronomists, etc. This directory shall list cooperators; mention their relation with international institutes such as CIP, AVRDC, IITA, CIMMYT, etc; and include breeding material for various crops available from cooperators.

2. To exchange information on methods used in evaluating resistance in view to standardize methods in Region I.

3. To exchange and coordinate evaluation of resistant germplasm (breeding pines and sources of resistance).

4. To ask Dr. Sasser if he can help in:
   a. Evaluating resistance of our breeding material to nematode species that we are not screening in our trials.
   b. Establishing a germplasm bank for resistance to various species of nematodes.

INFORME DEL COMITE SOBRE EL MEJORAMIENTO PARA RESISTENCIA

Miembros del Comite

G. Anais (presidente) - Guadeloupe
J. M. Osorio - Panama
P. Jatala - Peru
E. Candanedo Lay - Panama

El grupo de trabajo ha discutido sobre la investigación colaborativa entre los cooperadores de la Región I, en el area de mejoramiento para resistencia de Meloidogyne spp.

Al parecer hasta hoy Meloidogyne incognita es la especie de mayor importancia con que estamos tratando para el mejoramiento. Un punto importante que ha surgido en la discusión es la necesidad de ampliar y mejorar la información entre los cooperadores. Proponemos lo siguiente para aumentar la eficiencia en el grupo colaborativo en el mejoramiento para resistencia a Meloidogyne en nuestra Región:

1. Establecer un directorio de los cooperadores dedicados al mejoramiento para resistencia--mejoradores, nematólogos, patologos, agronomistas, etc. El directorio deberá incluir el nombre del cooperador, mencionando su relación con institutos internacionales como CIP, AVRDC, IITA, CIMMYT, etc., e incluir el material de mejoramiento para diversas cosechas que tiene disponible.

2. Intercambiar información sobre métodos usados para la evaluación de resistencia para poder uniformizar los métodos en la Región I.

3. Intercambiar y coordinar la evaluación de germplasma resistente (mejoramiento de pinos y fuentes de resistencia).

4. Preguntar al Dr. Sasser si él puede ayudar en:
   a. Evaluar de la resistencia a especies de nematodos en nuestro material de mejoramiento que no vamos a tamizar en nuestros experimentos.
   b. Establecer un banco de germoplasma para la resistencia de varias especies de nematodos.

REPORT OF COMMITTEE ON TECHNOLOGY TRANSFER

Committee Members

Dr. N. D. Singh (Chairman)
Dr. Phyllis L. Coates-Beckford
Mrs. Rinie Segeren Van den Oever
Mr. Dave G. Hutton
Dr. Julio Sequeira

The committee recognized that the many problems besetting the agricultural sector were common to most countries in Central America and the Caribbean (IMP Region I). Also, generally apart from publications in regional journals (Nematropica, Tropical Agriculture, Turrialba, Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, etc.), research findings of a more practical and everyday nature are communicated at the personal level and among interest groups. There is no efficient vehicle to transfer this type of information regionwide at the official level.

It is recommended that:

1. Research findings of a more practical and everyday nature, i.e. information useful to the farming community but which is not suitable for publication in official journals should be compiled by the Agricultural Information Service of a particular territory (where there is no A.I.S. one should be established) and distributed region wide to relevant ministries, statutory bodies and other agencies.

2. Training. Extension officers should be trained to interpret research findings in order to be able to transfer such findings as useful information to farmers. Agricultural agencies should set up the mechanism to effect this. In fact, the committee advises that extension officers be trained to become extension specialists or subject matter specialists.

3. Administrators in ministries and agriculture-related agencies should be brought up to date on problems besetting the farming community and those research findings which demonstrate how these problems may be alleviated. The A.I.S has a role here as well. When administrators are made to become appreciative of a particular situation, it is envisioned that they will be more sympathetic to giving assistance.

4. The A.I.S. must become more active in data collection and the transfer of research findings, put in an acceptable form, to growers through extension agents or specialists.

5. The A.I.S. could/would assist the dissemination of agricultural information through regular radio and TV programs and press releases.

6. Researchers should be encouraged to prepare bulletins/newsletters, in collaboration with the A.I.S., which set out research findings in a practical format for use by extension agents/specialists and growers.

7. Agricultural specialists should be invited to give talks/seminars/ lectures on selected topics at institutions where agriculture is taught.

8. IMP might serve as a clearinghouse for certain types of research findings collected from the various territories/regions/International Institutions worldwide; this information would be channeled to IMP cooperators.

9. IMP could produce films and other audiovisual aids concerning the importance and methods of controlling nematodes.

10. IMP could provide funding or identify sources of funding to provide some training for subject matter specialists working in the discipline of nematology (see point 2 above).

11. Ministries of Agriculture generally have clearly defined research and extension sections. Generally, however, there is no bridge between these sections, and this is where this committee sees technology transfer breaking down. It is recommended that this lack be publicly identified and steps taken to set up the mechanism to effect the bridge.

12. Traveling libraries of books and other training aids on agriculture and containing research findings set out in a simple and practical manner should be circulated via target homes in agricultural communities. These libraries would stress information on the chief crops grown in the particular community. The A.I.S. would have responsibility here.

13. The A.I.S. should on a regular basis present films and other audio-visual aids relevant to crops grown in the particular farming community. These films and audiovisual aids would, of course, present the latest developments applicable to production of the target crops.

INFORME DEL COMITE DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Miembros del comité

Dr. N. D. Singh, Presidente
Dr. Phyllis L. Coates-Beckford
Sra. Rinie Segeren Van den Oever
Sr. Dave G. Hutton
Dr. Julio Sequeira

El comité reconoció que muchos de los problemas acosando el sector de agricultura son comunes en la mayoría de los países en Centro América y en el Caribe (IMP, Región I). También reconoció que generalmente, y aparte de las publicaciones en revistas regionales (Nematropica, Agricultura Tropical, Turrialba, Revista de Agricultura de la Universidad de Puerto Rico, etc.), los resultados de una naturaleza práctica y cotidiana de las investigaciones son comunicados solamente entre los grupos interesados y a un nivel personal. No hay un método eficiente establecido para transferir este tipo de información a un nivel oficial en todas las regiones.

Se recomienda lo siguiente:

1. Los resultados de una naturaleza práctica y cotidiana de las investigaciones (información provechosa para la comunidad rural pero no apropriada para publicar en las revistas oficiales) deberían ser recolectados por un instituto tal como el Servicio de Información Agricultural (A.I.S.) de una región en particular y distribuidos a los pertinentes ministerios, organismos estatuarios y otras agencias en cada región. En los lugares donde no existe un A.I.S. se debería establecer uno.

2. Entrenamiento: Los funcionarios de extensión deberían ser entrenados a interpretar los resultados de las investigaciones de tal manera que puedan transferirlos como información útil para el agricultor. Las agencias de agronomía deberían establecer un sistema para los efectos de este tipo de entrenamiento. Más aún, el comité sugiere que los funcionarios de extensión reciban entrenamiento para ser extencionistas especializados o especialistas en materias técnicas.

3. Los administradores de los ministerios y de las agencias relacionadas con la agricultura deberían ser actualizados con respecto a los problemas que acosan las comunidades rurales y con los resultados de las investigaciones que demuestran cómo se pueden aliviar estos

problemas. El A.I.S. también tiene participación en estos. Cuando los administradores son informados de una situación en particular, se prevee que se sentirán mas simpatizantes para dar asistencia.

4. El A.I.S. debe ser más activo en la copilación de información y en la transferencia de los resultados de las investigaciones, pero en una forma aceptable, al productor por medio de los extensionistas o especialistas.

5. El A.I.S. podría asistir en la diseminación de la información agricultural a través de los programas regulares de radio y televisión y de comunicados de prensa.

6. Los investigadores deberían ser estimulados para preparar boletines informativos, en colaboración con el A.I.S., que contengan los resultados de investigaciones en una forma práctica para el uso de los extensionistas y/o especialistas y de los productores.

7. Especialistas en agricultura deberían ser invitados a dar charlas y/o seminarios y/o conferencias en las instituciones donde se enseña la agricultura acerca de temas específicos.

8. El IMP puede ser utilizado para la distribución de varias clases de informaciones recolectadas desde varios territorios, regiones o institutos internacionales alrededor del mundo; esta información sería envíada a los cooperadores del IMP.

9. El IMP podría hacer películas y otros materiales audiovisuales con respecto a la importancia y métodos de controlar nematodos.

10. IMP podría proveer fondos o identificar fuentes de financiación para proveer algún entrenamiento para especialistas en materias técnicas trabajando en el ramo de Nematología (punto 2).

11. Generalmente los ministerios de agricultura tienen secciones bien definidas de investigación y de extensión. Sin embargo, tienden a generalmente no tener un puente de comunicación entre estas secciones y es precisamente aquí donde el comité ve el derrumbamiento de la transferencia de tecnología. Se recomienda que esta falta de enlace sea publicamente identificado y medidas se lleven a cabo para poder establecer un puente de comunicación.

12. Librerías ambulatorias de libros y otros materiales de entrenamiento acerca de agricultura con información redactada en una forma simple y práctica deberían circular por las comunidades rurales parando en ciertas casas previamente indicadas. Estas lib erías podrían poner énfasis en la información acerca de los principales cultivos sembrados en cada comunidad. El A.I.S. tendría cierta responsibilidad en esto.

13. El A.I.S. debería presentar regularmente películas y otros materiales audivisuales con respecto a los cultivos sembrados en cada comunidad rural. Estas películas y materiales audivisual deberían, por supuesto, presentar los últimos logros aplicables a la producción de los principales cultivos.

Opening Address by Dr. Rodrigo Tarte

Costa Rica (L to R): Ing. Adrian Figueroa, Dr. Roger Lopez, and L. A. Salazar

Jamaica (L to R): Phyllis Coates-Beckford, Sharon Eason-Heath, Dr. Dave G. Hutton

Panama (L to R): Dr. Julio Lara, Dr. Rodrigo Tarte, Ing. Eric Candanedo Lay and Mr. Cordero.

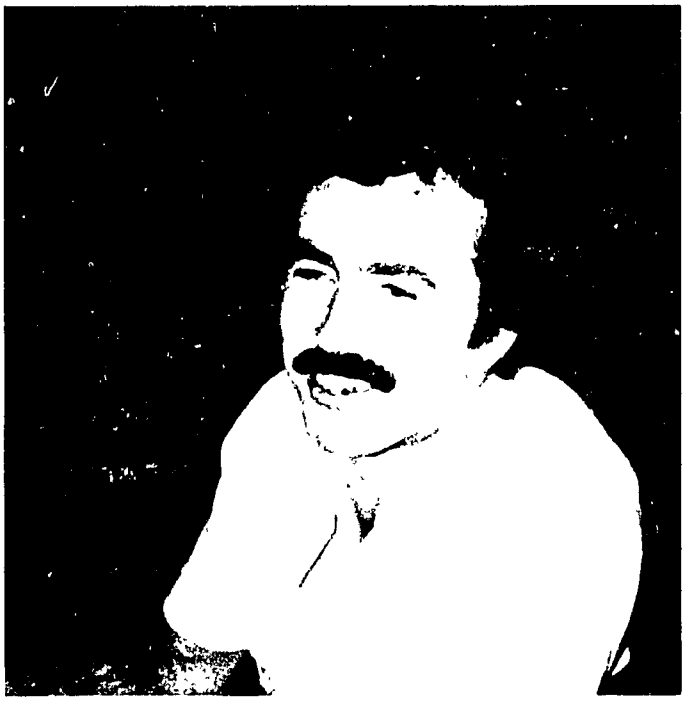
Nicaragua: Marywbska Calderon Vega

Guadeloupe: G. Anais

Panama, USAID: Dr. Harlin Davis

Suriname: Mrs. Rinie Segeren van den Oever

Mexico: Dr. Carlos Sosa Moss



Puerto Rico: Jorge A. Toro

Trinidad: Dr. N. D. Singh

Peru: Dr. Parviz Jatala

United States: Dr. Joseph N. Sasser

United States: Dr. A. C. Triantaphyllou