

Caracterización y Frecuencia de Nematodos  
en Musáceas y Cítricos en el Valle  
de Yeguare

MICROISIS:	<u>1523</u>
FECHA:	<u>23/01/91</u>
ENCARGADO:	<u>UARGAS</u>

P O R

*Paúl Alfredo Núñez Antón*

**T E S I S**

PRESENTADA A LA  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION  
DEL TITULO DE

**INGENIERO AGRONOMO**

El Zamorano, Honduras  
Abril, 1990

BIBLIOTECA WILSON POPENDE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
TEGUCIGALPA HONDURAS

CARACTERIZACION Y FRECUENCIA DE NEMATODOS EN MUSACEAS  
Y CITRICOS EN EL VALLE DE YEGUARE

Por  
Paúl Alfredo Núñez Antón

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana  
permiso para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para los usos que considere necesarios.  
Para otras personas y otros fines, se reservan  
los derechos de autor.

---

Paúl Alfredo Núñez Antón

Abril - 1990

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y respeto, dedico este trabajo a mis padres Vicente y Melba, a mis hermanos Alfredo, Lissette y Pilar, a mi tío Don Fernando Velasco Lainez por el apoyo brindado. A Dios por el camino abierto y la oportunidad dada.

## AGRADECIMIENTO

A Aleida por todo el apoyo brindado en los momentos difíciles.

A todo el Departamento de Protección Vegetal por la cooperación prestada.

Al Ing. Hernando Domínguez por su valiosa asesoría.

Al Dr. Jacobo Cáceres C. y al Dr. Marciano Rodríguez por sus consejos y su ayuda incondicional.

Al Dr. Keith Andrews por el ejemplo como profesional que me dió.

Agradezco al Dr. Leonardo Corral, por las recomendaciones y por el apoyo dado durante toda la carrera.

A los dibujantes Darlan Matute y Ana Acosta, a las secretarías Doris Rubio, Lesbia Zelaya e Iris Juárez.

A las familias que habitan en el Valle de Yeguaré por la colaboración dada.

A la familia Puerto Ramírez por la amistad incondicional, a César Chávez, Roberto Cordero y Jaime Torres por el apoyo brindado y los grandes amigos que siempre supieron ser.

A todos los colegas de la clase '90, en especial a la colonia ecuatoriana.

## INDICE GENERAL

	Pag.
I. INTRODUCCION . . . . .	1
A. <u>Importancia</u> . . . . .	1
B. <u>Distribución y Diseminación</u> . . . . .	3
C. <u>Objetivos</u> . . . . .	4
II. REVISION DE LITERATURA . . . . .	5
A. <u>Nematodos en Musáceas</u> . . . . .	5
B. <u>Nematodos en Cítricos</u> . . . . .	10
C. <u>Muestreo en el Campo: Importancia y Métodos</u> . . . . .	13
D. <u>Métodos en el Laboratorio: Extracción e</u> <u>Identificación</u> . . . . .	20
III. MATERIALES Y METODOS . . . . .	25
A. <u>Zona del Muestreo y Condiciones Climatológicas</u> . . . . .	25
B. <u>Características del Clima en la Epoca del</u> <u>Muestreo</u> . . . . .	26
C. <u>Características del Muestreo</u> . . . . .	27
D. <u>Procesamiento en el Laboratorio</u> . . . . .	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	31
A. <u>Relación Nematodo-Hospedero</u> . . . . .	34
B. <u>Relación Nematodo-suelo.</u> . . . . .	38

V.	CONCLUSIONES . . . . .	43
VI.	RECOMENDACIONES . . . . .	44
VII.	RESUMEN . . . . .	45
VIII.	LITERATURA CITADA . . . . .	47

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. - Estoma y Esófagos.....	24
Figura 2. - <u>Radopholus similis</u> .....	32
Figura 3. - <u>Meloidogyne hapla</u> .....	33

## INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. - Evaluación de daños en raíces de banano, mediante el Método del "In- dice de la Lesión de la Raíz".....	16
Tabla 2. - Evaluación de daño de raíces de banano de 10 cm de largo causado por el Nematodo Barrenador.....	17

## INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. - Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en los Meses en que se realizó el Sondeo.....	27
Cuadro 2. - Cuantificación y Porcentaje por Género de Nematodo de Muestras de Suelo y Raíz de Musáceas y Citricos del Valle de Yeguaré.....	35
Cuadro 3. - Correlación entre Géneros de Nematodos por Muestra (suelo-raíces) de Musáceas y Citricos y Tipo de Suelo de las Areas Muestreadas.....	39

## INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Precipitación mensual en 1989 registrada en la estación meteorológica de El Zamorano.....	52
Anexo 2. Temperatura máxima y mínima en 1989 registrada en la estación meteorológica de El Zamorano.....	53
Anexo 3. Mapa del muestreo realizado en el Valle de Yeguaré.....	54
Anexo 4. Mapa de suelos a semidetalle del Valle de Yeguaré y sus descripciones.....	55
Anexo 5. Clasificación de las muestras por tipo de suelo del Valle de Yeguaré.....	60
Anexo 6. Población de género de nematodos por muestra.....	62
Anexo 7. Porcentaje promedio de arena y arcilla de los suelos muestreados.....	64
Anexo 8. Descripción de los suelos muestreados.....	65

## I. INTRODUCCION

Los nematodos fitoparásitos limitan el desarrollo de los cultivos agrícolas. Las especies cultivadas se encuentran afectadas por el ataque de estos organismos que debilitan su crecimiento y reducen sus rendimientos (Tarté y Pinochet, 1981).

En los trópicos de latinoamérica, la nematología no ha tenido un desarrollo rápido, a pesar de los graves problemas con nematodos en la agricultura. Como ejemplo de estos factores limitantes en la producción, tenemos al nematodo barrenador del banano Radopholus similis, el nematodo de los cítricos Tylenchulus semipenetrans y el nematodo agallador Meloidogyne sp. en café, piña, tabaco y caña de azúcar (Figueroa, 1982b; Taylor y Sasser, 1983; Van Gundy, 1986).

Al descubrirse que hay aumentos significativos en la producción de cosechas por el control de los nematodos, el estudio de la nematología ha cobrado gran importancia durante los últimos 30 años (Román, 1978).

### A. Importancia del Estudio

En el suelo encontramos que el 30-50% de los nematodos que lo habitan son parásitos de plantas. Estos representan un 2% de la biomasa total del suelo y no modifican la textura,

estructura o procesos generales, que determinan formación o fertilidad del suelo (Figueroa, 1982b).

Según encuestas hechas por 371 científicos de 75 países, se estima que hay reducciones de 12.3% en el rendimiento anual en los cultivos más importantes por daños de nematodos. En los países en desarrollo, hay reducciones de un 14% de rendimiento económico. En términos monetarios, las pérdidas a nivel mundial, causadas por daños de nematodos es de 77000 millones de dólares (Sasser y Freckman, 1987).

Taylor (1962), citado por Román (1978), al analizar resultados de 853 experimentos de campo, encontró que el rendimiento medio de las parcelas tratadas con nematicidas era 87% mayor que el de las no tratadas.

Desde 1958 muchas investigaciones y estudios han situado a los nematodos fitoparásitos como un patógeno importante del cultivo del banano (Musa acuminata), en la mayoría de las regiones del trópico donde se cultiva (Pérez, 1975). Las principales especies de nematodos que afectan el cultivo son: R. similis, Pratylenchus coffeae, Meloidogyne sp., Helicotylenchus multicinctus y Rotylenchus reniformis (Román, 1986). Las Naciones Unidas y la FAO, citadas por Román (1986) estimaron que la producción mundial de banano (Musa acuminata) en 1984, fue de 44 millones de toneladas métricas, y la producción de plátano (Musa paradisiaca), fue de 20 millones de toneladas métricas.

En los cítricos, se han detectado 44 géneros de nematodos, que abarcan 200 especies. Sin embargo, solo 20 especies les causan daños patogénicos. Aún así los nematodos no son reconocidos como plaga importante en cítricos de alta calidad en áreas productoras del mundo (Van Gundy, 1986). Esto junto al hecho de que el ataque de nematodos va dirigido principalmente a las raíces, hacen que el daño que ocasionan pase con frecuencia desapercibido (Tarté y Pinochet, 1981).

En la actualidad existen aproximadamente 1.5 millones de hectareas en el mundo dedicadas a la producción de cítricos, que producen unos 40 millones de toneladas métricas de naranjas, toronjas, limones, limas y mandarinas. El nematodo de los cítricos afecta la mitad de todas las áreas en producción. Se estima que hay pérdidas en rendimiento del 10% de la producción mundial causadas por este patógeno, lo cual representa 4 millones de toneladas métricas por año (Van Gundy, 1986).

### C. Distribución y Diseminación

Cobb (1914), citado por Van Gundy (1986), reportó al nematodo de los cítricos como patógeno en Australia, Malta, Israel, España y América del Sur. Actualmente se encuentra diseminado en todas las regiones que cultivan cítricos en el mundo.

Feakin (1977), reportó al nematodo barrenador del banano como plaga importante en la mayoría de regiones del mundo. En

Oceania se lo encontró en Australia. En América se reportó en los Estados Unidos, América Central, América del Sur y en las Islas del Caribe. En Africa se encontró en todo el territorio menos al Norte.

#### B. Objetivos del Estudio

1. Identificación hasta el nivel de género de los nematodos encontrados en el Valle de Yeguaré.

2. Cuantificación total por género de nematodos encontrados en el Valle de Yeguaré.

3. Relación de la textura del suelo (arena y arcilla) de las áreas muestreadas en el Valle, con las muestras de los géneros de nematodos encontrados.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. Nematodos en Musáceas

Las pérdidas causadas por el nematodo barrenador Radopholus similis en bananales y platanales, varía considerablemente de país a país. Esto parece deberse a los factores del medio, los hongos asociados y la diferencia de patogenicidad. En América Latina, las pérdidas económicas, se encuentran asociadas con la diferencia entre los niveles poblacionales de nematodos existentes en las raíces y rizomas, con los daños a las plantas y con la respuesta de las plantas a la utilización de nematicidas. Esto tiene como prueba, los diferentes tipos de huéspedes, con diferentes índices de reproducción y diferentes características morfológicas y citogenéticas (Pinochet, 1987). En Africa existen serios problemas debido a los daños que causan los nematodos, especialmente Pratylenchus goodeyi y R. similis. Otros de menor importancia que causan lesiones en las raíces de las plantas de banano son Meloidogyne sp. y Helicotylenchus multincinctus (Bridge, 1988; Ddungu, 1988).

FHIA (1987), describe al nematodo R. similis, como un patógeno de gran fuerza destructiva que causa grandes pérdidas económicas a la mayoría de países exportadores de la fruta. Figueroa (1982a), afirmó que el nematodo agallador Meloidogyne

sp. y el nematodo espiral Helicotylenchus sp., entran dentro del grupo de plagas pero con menos importancia que R. similis. Según CYANAMID (1987), Molina y Figuroa (1988), R. similis es considerado el nematodo más importante como plaga de las musáceas. Ataca el sistema radicular de la planta y produce daños que se reflejan en reducciones del peso del tallo, de rendimientos y aumento en la incidencia de volcamientos.

En Costa Rica, el nematodo barrenador ha causado daños estimados en un 20-30% en las cosechas de banano, sin tomar en cuenta la influencia de este microorganismo en el envejecimiento prematuro de las plantas. Por su amplia diseminación, las cuantiosas pérdidas y altos costos que tiene su control, es considerado como uno de los fitoparásitos más importante en este cultivo (Figuroa, 1975).

Según Stover en 1972 (citado por Pérez, 1975), en fincas de Panamá y Costa Rica, que fueron sembradas con semillas contaminadas por el R. similis, se observó una baja en el rendimiento de 30-40% entre el cuarto y quinto año de establecidas; bajo las mismas condiciones, en el valle de Ulúa en Honduras, se observó una baja en el rendimiento del 10 al 20%.

Swennen y Langhe (1989), afirman que la acción de los nematodos en bananos de regiones altas es desconocida debido a la falta de estudios y experimentaciones en estas zonas. Esta falta de interés por parte de los especialistas se debe, a que el clima de estas regiones no es el adecuado para un

buen establecimiento de una plantación con fines de exportación.

United Brands (1975), afirma que la principal forma de diseminación del nematodo barrenador a largas distancias, es por medio de rizomas infectados. Por esto recalcan la importancia de la utilización de rizoma libre de nematodos en plantaciones nuevas, tomando en consideración que si el suelo está infestado, no sirve de nada la utilización de semilla limpia.

Existen diferentes razas de R. similis. Una raza puede parasitar banano, pero no cítricos y se llama "raza del banano"; otra parasita banano y cítricos y se conoce como "raza de los cítricos". Esta diferencia en las razas se debe a la diferencia entre las hembras de este nematodo recolectadas en bananos y cítricos. La separación de razas se realizó específicamente por diferencias en el número de cromosomas, preferencias de hospederos y proteínas presentes en el cuerpo (Esser et al., 1984).

Ayoub (1980), hace referencia al ciclo de vida del nematodo barrenador. Es un endoparásito migratorio que puede pasar toda su vida en las raíces. El R. similis en su ciclo de vida pasa por cuatro estadios larvales y cuatro mudas antes de llegar al estado adulto. Se reproduce por huevos, existiendo fenómenos como partenogénesis y hermafroditismo. Sin embargo, en ausencia de machos adultos las hembras pueden poner huevos, que eclosionan en machos y hembras. Durante la

migración al tejido del hospedero la hembra produce numerosos huevos que incuba y forma colonias de estos a lo largo de su migración. Los huevos del nematodo eclosionan durante un periodo de 3-7 días. El tiempo requerido para su desarrollo depende de la planta hospedera, pero generalmente su ciclo de vida requiere de 18-20 días con una temperatura promedio de 24 a 27°C. La tasa de reproducción de los nematodos decrece cuando la población se incrementa, y cuando no encuentra el alimento necesario para suplir sus requerimientos. Los estados larvales y las hembras adultas son las que infectan las plantas. Estos nematodos atacan raíces jóvenes, rompen sus paredes celulares y se alimentan de su contenido.

Síntomas directamente asociados con presencia de nematodos en las plantaciones bananeras son: tallos delgados, clorosis, enanismo, reducción en el número de hijos y raíces, una pobre cobertura en la plantación, una baja considerable en la producción, racimos más pequeños con menor número de manos, dedos más delgados y de mala calidad, plantas con menor duración productiva y las plantas son fácilmente derribadas por el viento. La destrucción de las raíces se acelera por patógenos que penetran por las heridas que dejan abiertas los nematodos. El daño causado por los nematodos, predispone a las plantas a la infección del hongo Fusarium oxysporum var. cubense, causante del mal de Panamá (BAYER, 1980; Bridge, 1988; Dunn, 1989a).

Según BAYER (1980), los nematodos que afectan las plantaciones banancras, se reproducen en grandes cantidades e inclusive se han encontrado infestaciones de hasta 100,000 nematodos por 100 g de raíces. Tarté y Pinochet (1981), afirman que la densidad poblacional del nematodo barrenador, no solamente afecta su tasa de reproducción, sino también la proporción de su sexo y longevidad. Cuando la población es muy alta en relación a la disponibilidad de raíces y rizomas, la tasa de reproducción disminuye y aumenta la mortalidad debido a la competencia entre los individuos de la población, mientras que a poblaciones bajas, sucede lo contrario.

Muestreos realizados en Honduras, demostraron que los nematodos Meloidogyne sp., Pratylenchus spp., H. multicaucus y R. similis, causan grandes daños en plantaciones de banano. En cultivares de plátanos (M. paradisiaca), muestreados en el departamento de Francisco Morazán en Honduras, se encontró la presencia de: Helicotylenchus spp., Meloidogyne sp., Paratylenchus spp., Pratylenchus spp., Rotylenchus spp. y Trichodorus spp. (Pinochet y Ventura, 1980). FHIA (1988), tiene entre los propósitos, objetivos y acciones del programa de mejoramiento de banano y plátano, el desarrollo de variedades comerciales con resistencia al ataque del nematodo barrenador.

El Dr. Eugene Ostmark (Comunicación personal, 1990) afirma que en Honduras estudios realizados por investigadores de las compañías bananeras y por científicos de la FHIA,

demuestran que el nematodo barrenador no causa daño alguno a las raíces de la planta, y por esta misma razón en este país no se utiliza ninguna clase de nematicida. Esto es muy posible que se deba a una diferencia en la raza del nematodo que influye tremendamente en su comportamiento.

### B. Nematodos en Cítricos

Desde 1973 hasta 1980, se encontraron pérdidas promedio en todo el mundo de 12.4 TM de fruto/ha, equivalentes a \$60/TM en cultivos cítricos que no recibieron ninguna clase de tratamiento. Se estimaron pérdidas anuales por daño de nematodos en cultivos cítricos de \$13.2 millones de dólares (Timmer y Davis, 1982).

Entre los nematodos de mayor importancia en cítricos, encontramos al nematodo barrenador R. similis, causante de la enfermedad marchitez progresiva de los cítricos (DuCharme y Suit, 1983). El daño causado por el nematodo agallador, Meloidogyne sp., se reconoce por la presencia de agallas en las raíces (Dunn, 1989b). El nematodo de lesión Pratylenchus spp., causante de la pudrición de los cítricos; y el nematodo de los cítricos Tylenchulus semipenetrans, que es el agente causal del lento decaimiento de los cítricos, son considerados dentro de este grupo. El nematodo de los cítricos posee cuatro tipos de razas distintas: la "raza de los cítricos" (RC); la "raza del Mediterráneo" (RM); la "raza del Poncirus" (RP); y la "raza de la grama" (RG). Son nombradas de esta

forma, no por su morfología, sino por su distribución (O'Bannon y Esser, 1985ab; O'Bannon y Tarjan, 1985). Se encontró también el nematodo pinchador Belonolaimus spp., de menor importancia en las plantaciones cítricas (Esser y Simpson, 1984).

Los síntomas y daños causados por el nematodo de los cítricos T. semipenetrans, son la muerte de las raíces, reducción en el crecimiento y tamaño del árbol, muerte regresiva en las ramas, caída de las hojas, reducción en el tamaño y uniformidad de los frutos, bajas en el rendimiento, amarillamiento de las hojas y raquitismo (Noling y Duncan, 1987; Dunn 1989a).

Según Kaplan y Timmer (1982), poblaciones altas de T. semipenetrans y P. coffeae, tienden a disminuir la densidad poblacional de otros nematodos, por lo que se les consideró como los nematodos de más importancia en cultivos cítricos.

Las razas de nematodos se pueden diferenciar morfológica y morfométricamente, pero tienen iguales y distintas preferencias por sus hospederos. En cultivares de cítricos en la Florida se encuentran distintas enfermedades causadas directamente por el ataque de nematodos en las raíces de las plantaciones. Dependiendo del género del cítrico atacado se puede identificar la raza del nematodo implicada (O'Bannon y Esser, 1985ab).

Noling y Duncan (1987), hacen referencia al ciclo de vida relativamente simple del nematodo de los cítricos T.

semipenetrans. Este consiste en fase de huevo, cuatro estadios larvales y el adulto macho y hembra. El primer estadio larval ocurre dentro del huevo; el segundo estadio larval eclosiona y sale del huevo, infecta las raíces jóvenes del cultivo invadiendo el tejido vascular secundario, luego penetra en el tejido cortical y permanece inmóvil hasta completar su total desarrollo. Las hembras adultas depositan de 75-100 huevos en la superficie de las raíces, en un material gelatinoso que ellas secretan. El ciclo de vida puede durar de 4-8 semanas dependiendo de la temperatura. Ayoub (1980) se refiere a la biología y al ciclo de vida del nematodo agallador, Meloidogyne sp., describiéndolo como un endoparásito de raíces secundarias y tubérculos. La reproducción en primer lugar es partenogénica, aunque la fertilización sexual no está completamente ausente. La diferenciación de sexos está determinada por el medio ambiente. El segundo estado larval es el que infecta la planta. Migran a través del suelo hasta las raíces, y producen la formación de agallas en raíces jóvenes. Las larvas en el suelo son atraídas por la exudación de las raíces. Si existe una población alta de larvas pueden penetrar muchas por la misma herida. Estas son capaces de sobrevivir en estado semiactivo por muchos meses, viviendo en láminas de agua rodeadas de partículas de suelo. Las larvas tienen tres estados larvales y los sexos se diferencian en el tercer estado. Los huevos se encuentran rodeados de una masa

gelatinosa producida por las hembras afuera de las agallas de las raíces. La secreción de los tejidos de las agallas y la masa gelatinosa sirven de protección al embrión. Las hembras ponen de 500 a 2,800 huevos de una sola vez. El rango del total de la población de nematodos varía de acuerdo a la temperatura del medio ambiente. Las hembras producen huevos aproximadamente 23 días después de la fertilización.

Muestreos realizados en Honduras demostraron que los nematodos Helicotylenchus spp., Meloidogyne sp., Pratylenchus spp. y T. semipenetrans, son causantes de daños en plantaciones de cítricos. No se encontró la presencia de R. similis. En el conteo general de nematodos, se encontraron 3250 nematodos de distintos géneros en 250 cc de suelo, en la zona del departamento de Atlántida (Pinochet y Ventura, 1980).

### C. Muestreo en el Campo: Importancia y Métodos

Las poblaciones de nematodos aumentan o disminuyen a través del tiempo. Son afectadas por una serie de factores en relación a su densidad. Entre ellos se destacan las influencias edáficas y ambientales; la propia densidad de población del nematodo; la condición fisiológica de la planta; la susceptibilidad del cultivo; la presencia de otros organismos y las condiciones patogénicas del tipo de nematodo presente. A todo esto hay que agregar el error de muestreo y la falta de uniformidad existente entre los investigadores en cuanto al muestreo y extracción de los nematodos. En

cítricos y musáceas, cuando el ataque de los nematodos es muy severo, resulta fácil cuantificar los daños ocasionados. Cuando el ataque es leve o moderado, es difícil de cuantificar, a menos que el cultivo sea desarrollado con una alta tecnología, constituyendo el combate de los nematodos un componente esencial a considerar dentro de las prácticas del cultivo (Tarté y Pinochet, 1981).

En la mayoría de regiones en el mundo donde se cultivan cítricos y bananos, se realizan muestreos mensuales de volúmenes definidos de suelo. En plantaciones de banano, la etapa fenológica recomendada para los muestreos, es cuando están cerca de la fructificación. En cítricos es mejor realizarlo cuando la planta tiene de 2-3 años en el campo (Figueroa, 1975).

Dunn y Henley (1989), recomiendan tener presente al momento de muestrear, los posibles síntomas y daños que pueden causar los nematodos fitopatógenos en los distintos cultivares de cítricos. Entre los síntomas más importantes tenemos: declinación del follaje acompañada siempre por una clorosis evidente, manchas oscuras en las raíces y una posterior muerte de los tejidos y pérdida de follaje.

Según Tarté y Pinochet (1981), existen tres criterios principales que han sido utilizados por investigadores y personal técnico especializado en la investigación de daños causados por los nematodos. En primer lugar, el conteo poblacional en las raíces y el rizoma, tomando en cuenta el

nivel crítico establecido en la zona donde se realiza el muestreo. Este método es válido generalmente para fines experimentales, pero menos práctico como método para estimar daño. En segundo lugar, el índice de la lesión de la raíz es más sencillo y correlaciona más las pérdidas producidas por desraizados. En tercer lugar, contar el número de plantas desraizadas, en especial aquellas que presentan daños de nematodos en las raíces y el rizoma, sin considerar las poblaciones de nematodos existentes. Esta labor se realiza cada 15 días y la evaluación se presenta en términos de plantas desraizadas/ha/mes. Estos dos últimos métodos son utilizados por la United Fruit Company, para estimación de pérdidas y aplicación de nematicidas, siendo necesario tomar en cuenta que no todas las pérdidas de raíces son causadas por nematodos, sino también por otros organismos (bacterias, picudos negros) y suelos con alto contenido de arena.

Murray en 1981 (citado en comunicación personal por Tarté y Pinochet, 1981), afirma que para el método del índice de la lesión de la raíz, existen tablas con porcentajes de daño en las raíces no funcionales, relacionándolos con el nivel poblacional del nematodo existente en las raíces, las cuales son utilizadas también por la compañía Del Monte en Centroamérica (Tabla 1). Estos porcentajes se obtienen mediante la siguiente ecuación de regresión:

$$y = 8.276 + 0.000423 x$$

$y$  = porcentaje de daño en raíces no funcionales  
 $x$  = nivel poblacional del nematodo

Tabla 1. Evaluación de Daños en Raíces de Banano, mediante el Método del "Índice de la Lesión de la Raíz"

Porcentaje de daño	Evaluación obtenida por control
menor a 5%	Excelente
5 - 15%	Bueno
15 - 20%	Regular
20 - 30%	Deficiente
mayor a 30%	Pobre

Fuente: Tarté y Pinochet, 1981

Union Carbide Inter-America (1980), utiliza metodología de escala, expresada en grados de daños que van desde grado 1 a grado 6; la cual tiene la función de evaluar daños de R. similis en raíces de 10 cm de largo (Tabla 2).

En Costa Rica se hacen muestreos mensuales de raíces con volúmenes definidos de suelo, y en plantas de banano prontas a la emisión del racimo. Estos muestreos, hay que realizarlos en áreas determinadas y fijas, dependiendo del número de estaciones del área cultivada (Figueroa, 1985).

Según Hugon (1987), la extracción de raíces para el conteo de nematodos en cultivos de banano para exportación, se realiza cada dos semanas, en parcelas plantadas cada dos meses. La operación comienza a los tres meses en cada

parcela. Las plantas de banano que sirven de muestra, son seleccionadas al azar. Los factores climáticos son de mayor importancia que los factores que tienen que ver con el desarrollo de la planta; la temperatura es más importante que la pluviosidad.

Tabla 2. Evaluación de Daño de Raíces de Banano de 10 cm de largo Causado por el Nematodo Barrenador

Grado de daño	Características de las raíces
Grado 0	Raíz y raicilla sanas, totalmente blancas o amarillentas, sin daños de nematodos
Grado 1	Raíz con 1-2 manchas necróticas
Grado 2	Raíz con hasta 4 manchas necróticas y algunas raicillas atrofiadas
Grado 3	Raíz hasta con 7 manchas necróticas y unas pocas lesiones alargadas, las raicillas más finas están atrofiadas
Grado 4	Raíz con 5-6 lesiones necróticas alargadas y unas pocas manchas necróticas aisladas; la mayoría de raicillas están atrofiadas y las más finas totalmente necróticas
Grado 5	Raíz casi en su totalidad necrótica, con solo unas pocas secciones activas funcionando; todas las raicillas están atrofiadas
Grado 6	Raíz y raicillas totalmente atrofiadas y necróticas

Fuente: Union Carbide Inter-America, 1980

Mientras más muestras se tomen en las zonas determinadas, la precisión del muestreo es mayor. Sin embargo, se

encuentran serias limitaciones en el cumplimiento de esto, por cuestiones de tiempo y costo. A continuación se presentan guías generales para la recolección de muestras en el campo (Sasser y Freckman, 1987).

- \* En cultivos de bajo valor económico se realiza una muestra cada 4 ha, y en las de alto valor económico una muestra cada 2 ha.
- \* La muestra debe ser tomada en suelos que muestren uniformidad y que posean un historial de cultivos.
- \* Se hace el muestreo cuando la humedad del suelo es adecuada para un buen crecimiento de la planta. Evitar suelos secos y saturados.
- \* La recolección de suelos y raíces se realiza en forma sistemática. Asegurarse que las muestras se toman en sitios igualmente distribuidos sobre el área de muestreo. El patrón zig-zag es ampliamente usado.

Union Carbide Inter-America Inc. (1980), afirma que existen métodos diversos para la realización de muestreos de nematodos en suelos, raíces y rizomas, pero es recomendable seguir los siguientes métodos:

1. Tomar las muestras con el suelo algo húmedo. Generalmente no se encuentran nematodos en suelos muy secos, con excepción de los nematodos del quiste.
2. Tomar muestras de suelo sin vegetación entre 7.5 cm y 45 cm.
3. Tomar muestras en suelo cultivado en la zona de raíces de las plantas, entre 7.5 y 45 cm de profundidad, incluyendo raíces en la muestra si es posible.
4. Cuando las plantas cultivadas son árboles o arbustos, tomar las muestras entre 30 y 60 cm de

- distancia del tronco y entre 7.5 y 45 cm de profundidad, incluyendo raíces si fuera posible.
5. Muestrear las zonas o focos que presentan fuertes síntomas, las que presentan síntomas medios y las zonas que aparecen sin síntomas.
  6. La muestra puede tomarse utilizando una sonda o simplemente una pala. Si se utiliza una sonda se tomarán de 10 a 20 muestras, las suficientes para obtener aproximadamente un kilo de suelo en total. En el caso de usar pala, tomar la tierra y raíces pegadas a la hoja y hacer un número de tomas suficiente para completar un kilo de suelo.
  7. Cuanto mayor sea el número de muestras necesarias para completar el kilo en un mismo campo, más representativa será la muestra.
  8. Una muestra no debe representar más de 4 hectáreas. Si la superficie es mayor, usar mayor número de muestras.
  9. Poner las muestras en bolsas de plástico, bien cerradas, para evitar las pérdidas de humedad.
  10. Poner una etiqueta a cada bolsa que permita identificar la fecha, campo donde se tomó, cultivo, etc.
  11. No dejar las muestras al sol o en una caja que pueda calentarse; muchos nematodos mueren a temperaturas superiores a los 40°C y algunos a temperaturas más bajas.
  12. Enviar las muestras al laboratorio cuanto antes. Si deben almacenarse por algún tiempo, debe hacerse en un frigorífico.

Flores y Salazar (1987), recomiendan el conteo de los nematodos, en los días 0, 30, 60 y 90 de la aplicación de nematicidas, recalcando que estos días pueden cambiar según la necesidad de control que se tenga.

Las muestras del suelo deben tomarse en el lugar donde están localizadas las raicillas de la planta, descartando los

primeros 2-3 cm del suelo y profundizando de 15-20 cm. La muestra debe estar constituida por 300 g de suelo y algunas raicillas, hojas, tallo o cualquier otro material vegetativo que se crea infectado. El material recolectado deberá protegerse por medio de una funda plástica debidamente marcada con los datos de la muestra (Román, 1978).

El equipo necesario para la recolección de muestras de suelo y raíces en cultivos de bananos y cítricos es el siguiente: pala grande, pala chica, palín, piocha, tubo Haufler, barreno, duplex y cuchillo (Ayoub, 1980).

Pérez (1975), obtuvo muestras en banano a una profundidad de 0-50 cm en la base de la planta próxima a emitir la inflorescencia. Una muestra de raíz esta constituida de 15-20 plantas vegetativamente adultas (7-8 meses), y una muestra de suelo esta constituida de la rizósfera de 15-20 plantas, tomadas al azar dentro del área muestreada. Una vez extraídas las muestras, es recomendable colocarlas en bolsas de polietileno debidamente identificadas, y preservarlas en un recipiente que las proteja de la radiación solar hasta el traslado al laboratorio.

#### D. Métodos en el Laboratorio: Extracción e Identificación

Ayoub (1980), afirma que para el diagnóstico de un nematodo generalmente no se tienen síntomas visibles. Debido a esto, es necesario el procesamiento de las muestras de

suelos, raíces y otros materiales de la planta, para poder determinar las especies de nematodos.

Es recomendable procesar las muestras inmediatamente que lleguen al laboratorio, con la finalidad de evitar deterioro y mortalidad de nematodos. Caso contrario hay que preservarlas en cámaras refrigeradas a 5° C (Nombela y Bello, 1983).

Existen tres diferentes métodos utilizados para la extracción de nematodos: 1. La separación mecánica mediante tamices y sedimentación o flotación mediante centrifuga, 2. Utilización del elutriador y 3. Modificación de embudos Baermann. En este último esta separación depende del comportamiento en cuanto a la movilidad de los nematodos (Robinson y Heald, 1989).

Chalaw *et al.*, en 1975 (citado por Southey, 1985) sostiene que el método de flotación por centrifugación (utilizando la azúcar fructosa) , es un método más apropiado que el de Baermann, si lo que se requiere es una separación total de los nematodos de partículas de suelo para tener una mayor claridad en la identificación; estudios de Caveness y Jensen (1955), (citados por Southey, 1985) en extracciones de nematodos, afirman también que el método de centrifugado directo es muy eficiente; concluyendo Dunn 1971 (citado por Southey, 1985) que la centrifugación directa es el método menos laborioso y de mayor facilidad para extracción y separación de los nematodos.

El método del tamizado y embudo de Baermann, es el más utilizado para la separación de nematodos mediante el movimiento de éstos. La extracción de partes vegetativas en general requieren de la trituración del materia, para lo cual se utiliza una licuadora. El método de flotación por centrifugación con azúcar, utiliza una serie de tamices, siendo este muy efectivo y utilizado para la realización de trabajos de cuantificación e identificación de nematodos (Ayoub, 1980).

Se recomienda especialmente el método de centrifugación en la extracción de nematodos de escasa movilidad y en el caso de hembras adultas inmobilizadas (Nombela y Bello, 1983).

Boag en 1982 (citado por Southey, 1985) dijo que no solamente existía un método para la muerte, fijación y procesamiento para el montaje de los nematodos; sino que existían varios métodos y sus posibles combinaciones. Todo esto según el propósito y criterio de la persona que está realizando estas labores de preservación, con el fin de evitar, la distorsión de las estructuras internas de los nematodos y daños en el tejido externo. Hoff et al. (1964 citados por Southey, 1985) utilizan una solución de formalina al 40%, ácido glacial acético y agua destilada para efectuar la fijación de los nematodos.

Existen dos estructuras internas importantes para la identificación de los nematodos que son: el estoma y el esófago (Figura 1). Con la característica que tienen los

nematodos de que son transparentes esta labor se realiza con facilidad. Estoma, se identifica como la parte que comienza en la apertura bucal hasta el comienzo del esófago. El esófago comienza al final del estoma, y termina al comienzo del intestino. Mediante una separación de estoma y esófago se puede identificar la mayoría de nematodos fitoparásitos, hasta a nivel de género. Para una identificación a nivel de especie, es necesario observar distintas características en la estructura interna y externa del nematodo como ser: marcas cuticulares, el sistema reproductivo, y para alcanzar el nivel de raza es necesario tomar en cuenta el comportamiento de estos organismos y los cultivos hospederos (Mai y Lyon, 1975).

Smart y Nguyen (1988), realizaron la segunda revisión a la clave ilustrada para la identificación de nematodos comunes en la Florida, mediante sus estructuras externas e internas. Mai y Lyon (1975), realizaron una clave ilustrada específica para nematodos fitoparásitos.

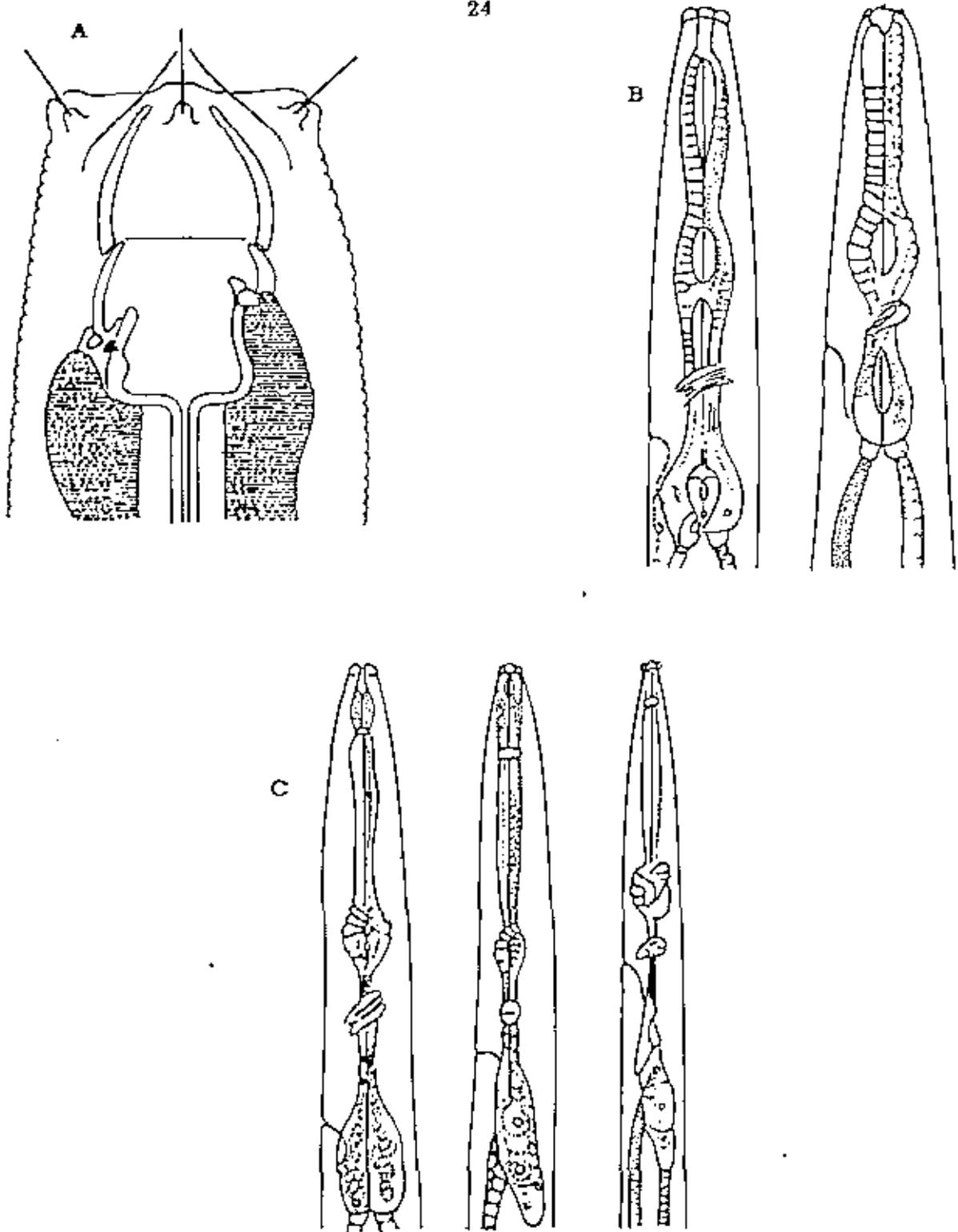


Fig. 1 A- Estoma. B- Esófago. C- Esófago. (Tomado de Smart y Nguyen, 1988)

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. Zona del Muestreo y Condiciones Climatológicas

El muestreo nematológico de campo se lo realizó en el valle de Yeguaré (El Zamorano), ubicado en la parte Sur-Oriental de Honduras, entre los Departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso. Más específicamente y según hojas cartográficas entre: Morocelí, Tegucigalpa, Yuscarán y San Buenaventura. Colindando al Norte con la cabecera del Municipio de San Antonio de Oriente y el caserío de Joya Grande; al Sur con Cerros los Pozos, los Lajeros, la Crucita, los Coyotes, el Sombrerito y los caseríos de Galeras y el Chaguíte, al Oeste con la Cordillera de Azacualpa con su cerro el Uyuca y los caseríos de Pilas, la Unión, Calpules y el cerro las Tablas y al Este con Loma Verde y caserío las Mesas, Sta. Inés, Sta. Rosa y los Lirios. La mayor parte se encuentra dentro del Municipio de San Antonio de Oriente (Díaz, 1989).

El valle tiene una extensión de 3428.70 ha, de terreno que no excede del 15% de pendiente, excluyendo área que cubren ríos drenajes y cerros. Posee una altitud de 774 metros sobre el nivel del mar, precipitación anual promedio de 1110 mm, temperatura promedio de 24.4° C y una ubicación de 14°00' Latitud Norte y 87°00' Longitud Oeste (Díaz, 1989).

Ecológicamente, según la clasificación de Holdrige (1978), el valle está situado en la zona de vida "bosque tropical seco".

En la zona descrita, no se encuentran plantaciones comerciales de musáceas ni de cítricos, sino pequeños lotes de plantas de estos cultivos, cuyo objetivo principal es alimentación familiar. En este valle y ocupando la mayor parte de su extensión (2286 ha), se encuentra la Escuela Agrícola Panamericana, en la cual las plantaciones de bananos y cítricos ocupan un área mayor en comparación con las unidades familiares y fincas que ocupan el resto del valle.

Las muestras de suelo y raíces de los cultivos mencionados, se colectaron en la EAP, huertos familiares y la mayoría en pequeños terrenos y en viviendas campesinas. El banano (*M. acuminata*) y el plátano (*M. paradisiaca*) fueron las musáceas que se encontraron. De los cítricos se recolectó muestras en naranja, toronja, mandarina y limón.

#### B. Características del Clima en la Época del Muestreo

La recolección de las muestras se realizó en los meses de Septiembre y Noviembre de 1989. Estas muestras fueron parte de un sondeo que se realizó con la finalidad de poder determinar métodos de muestreo, métodos de laboratorio y posibles géneros de nematodos presentes. En el cuadro 1, se muestran la temperatura promedio en estos meses con sus respectivos máximos y mínimos. De la misma forma la

precipitación y la humedad relativa promedio mensual. La importancia de estos datos radica, en la relación de la densidad poblacional con las posibles variaciones climatológicas existentes en la zona muestreada.

Cuadro 1. Temperatura, Precipitación y Humedad relativa en los meses en que se realizó el muestreo, 1989

MESES	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACION (mm/me)	HUMEDAD R. (%)
	MAX.	MIN.		
SEPTIEMBRE	29.10	19.30	360.20	62
NOVIEMBRE	28.10	18.00	47.70	72
PROMEDIO	28.60	18.65	203.95	67

El muestreo cuantificado se lo llevó a cabo, en el mes de marzo de 1990. Durante este mes la temperatura promedio mínima y máxima fue de 13° C y 34.2° C, respectivamente con una precipitación total de 4.3 mm.

### C. Características del Muestreo

Las muestras en musáceas se obtuvieron a una profundidad de 0-30 cm en la base de la planta. La prioridad la tuvieron las plantas que estaban próximas a emitir la inflorescencia (7-8 meses), pero no siempre fue así, por la poca población de plantas en las áreas escogidas. Las muestras en cítricos, se obtuvieron a profundidades de 0.5-1.5 m.

El material (suelos y raíces) se recolectó, utilizando las siguientes herramientas: pala #3, pala #2, palín, tijeras,

navaja, piocha y tubo Haufler. Las muestras se depositaron en bolsas de polietileno transparentes identificadas con el lugar, fecha, número de muestra y recolector. Cada muestra de suelo y raíces estaba formada por varias submuestras, dependiendo de la población de plantas encontrada en las áreas del muestreo. Se recolectó un total de 65 muestras, de las cuales 41 fueron en musáceas (suelos y raíces) y 21 en cítricos (suelo y raíces).

Las muestras fueron selladas y luego colocadas en una nevera, fuera de la luz directa del sol. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio el mismo día del muestreo.

#### D. Procesamiento en el Laboratorio

El análisis nematológico en la fase de laboratorio se efectuó en el Laboratorio del Centro de Diagnóstico del Departamento de Protección Vegetal de la EAP. La identificación de los géneros de nematodos se logró gracias a la colaboración del M.Sc. Hernando Domínguez y al Dr. Robert Dunn (comunicación personal, 1989).

En el laboratorio las raíces se lavaron a fondo, con la finalidad de eliminar el suelo adherido. Se separaron las raíces descartando las superficiales, las podridas y las tiernas sin lesiones. Las raíces seleccionadas de musáceas y cítricos se les cortó en trocitos de aproximadamente 1-1.5 cm de largo, tomando una muestra representativa de 10 g, licuándolas por 30 segundos a la velocidad más baja de la

licuadora. Se las colocó en embudos Baermann y se las dejó reposar por 24 horas. Este método fue utilizado para las muestras de raíces de los dos muestreos realizados.

La extracción de los nematodos del suelo, en el muestreo de sondeo que se realizó, fue mediante una combinación y modificaciones del método de los tamices de Cobb y modificaciones del método del Embudo de Baermann realizado por Domínguez (comunicación personal, 1989). En el laboratorio de cada muestra de suelo se extrajo una submuestra de 100 g, y fue pasada por un tamiz de 20 mallas ayudado con presión de agua. La muestra se dejó en reposo por 1 minuto. Luego se pasó por un segundo tamiz de 325 mallas y las finas partículas que quedaron en él, fueron recolectadas en un vaso de laboratorio con la utilización de agua. Una tela blanca de algodón (muselina), fue utilizada como filtro sobre los embudos Baermann y se mantuvo en reposo a las partículas por 24 horas. Se recogieron 5 ml de la muestra para su posterior conteo e identificación de géneros en el estereoscopio. En el muestreo cuantificado, se realizó el mismo procedimiento de tamices. Pero una vez recolectada la muestra por el tamiz de 325 mallas, se procedió a centrifugarla durante tres minutos. Luego se realizó el decante de la muestra. Se le agregó una solución de azúcar de mesa preparada en el laboratorio (0.454 kg de azúcar con 1 litro de agua) con la finalidad de hacer la segunda centrifugación por tres minutos. Nuevamente se procedió al decante, haciendo pasar la

suspensión de azúcar de mesa por el tamiz de 325 mallas. Se lavó el tamiz y se recogió la muestra para su posterior conteo e identificación.

El conteo y la identificación fueron realizadas bajo el estereoscopio. Se prepararon placas para su posterior identificación en el microscopio. Estos se fijaron con formalina al 5% antes de ponerlos en los portaobjetos.

La identificación del género, se hizo por medio de claves dicótomas ilustrativas de la estructura interna y externa de los nematodos a nivel de estereoscopio, dándole mucha importancia a la forma de la cabeza, cola y posición de la vulva en las hembras adultas, traslocación de esófago con intestino (Mai y Lyon, 1975; Smart y Nguyen, 1988).

Con el mapa de suelos a semidetalle del Valle de Yeguaré (1989) de la dirección Ejecutiva de Catastros (Anexo 4), y la ubicación de las muestras en el mapa se obtuvieron los tipos de suelo en los que se hizo el muestreo (Anexo 5). Con esta información, se realizó la correlación entre la textura de suelo (arena y arcilla) con las densidades poblacionales de los géneros identificados.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el muestreo de sondeo realizado se observaron tres géneros de nematodos fitopatógenos asociados con cultivos o lotes de musáceas. Se encontró el nematodo barrenador R. similis (Figura 2), el nematodo agallador Meloidogyne sp. (en la figura 3 se observa M. hapla) y el nematodo espiral Helicotylenchus sp. Se encontraron también nematodos de vida libre que para razones del estudio no tienen ninguna importancia. En los cítricos predominaron Meloidogyne sp., y Helicotylenchus sp. En el muestreo cuantificado que se realizó en el mes de marzo de 1990, se encontró asociación de Meloidogyne sp. con musáceas, siendo el género con mayor densidad poblacional en este cultivo. En los suelos este nematodo represento un 71.20% del total de la muestra observada; mientras que en las raíces fue de 82.50%. En segundo lugar se identificó a Helicotylenchus sp. con 26.30% del total de los nematodos en las muestras de suelo y 9% en la de raíces. R. similis ocupó el tercer lugar, con una densidad poblacional de 2% de la muestra de nematodos en el suelo y 8.10% en la de raíces. Se identificó el género Criconemoides sp. con 0.5% de la muestra encontrada en el suelo y 0.3% en raíces.

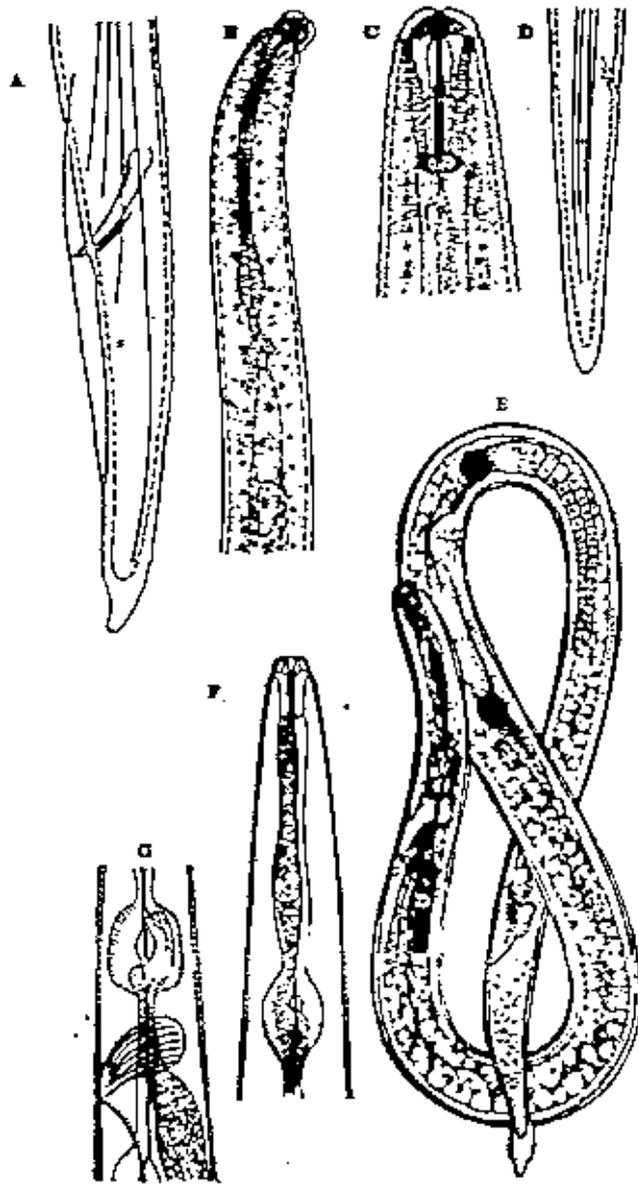


Fig. 2 *Radopholus similis*. A- Cola del macho. B- Parte anterior del macho. C- Cabeza de la hembra. D- Cola de la hembra. E- Hembra joven. F- Tylenchoidea. Arreglo de las glándulas esofageales. G- Aphelenchoidea. Arreglo de las glándulas esofageales. (Tomado de Mai y Lyon, 1975).

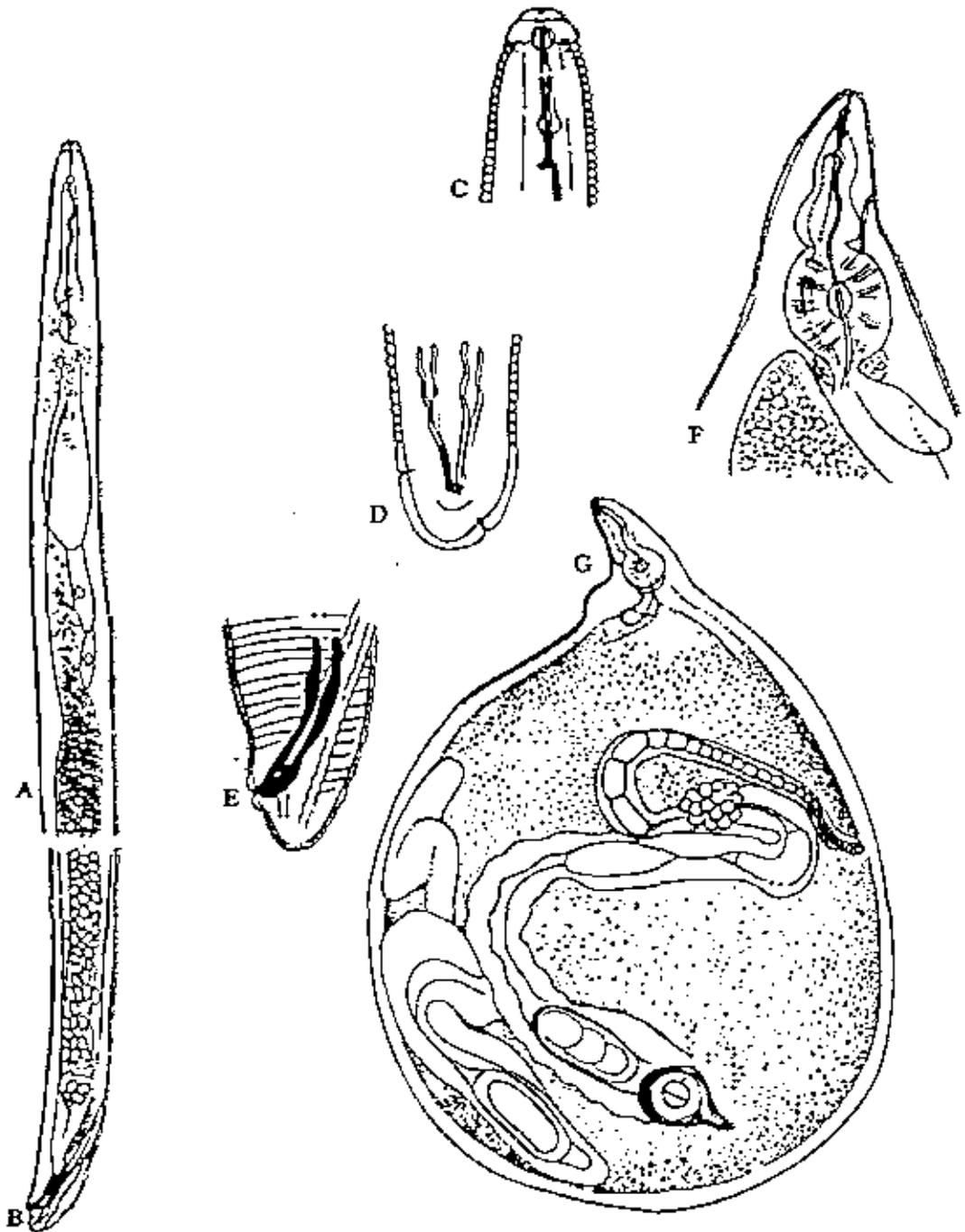


Fig. 3 *Meloidogyne hapla*. A- Región esofageal del macho, vista ventral. B- Cola del macho, vista lateral. C- Cabeza del macho, vista lateral. D- Cola del macho, vista ventral. E- Cola del macho, vista lateral. F- Región esofageal de la hembra. G- Hembra adulta. (Tomado de Ayoub, 1980.)

En el muestreo cuantificado de los cultivos citrícolas se encontró que en las raíces existen poblaciones de nematodos bajas en comparación con las densidades poblacionales en el suelo, aunque esto es una situación normal en el cultivo (Van Gundy, 1986). De los géneros encontrados Helicotylenchus sp. ocupó el primer lugar en densidad poblacional en el suelo con 53.20%; mientras que en las raíces ocupó el segundo lugar con 43.40%. Meloidogyne sp. fue encontrado en las muestras de suelo con una densidad de 45.20%, y en las raíces con 52.10%. Xiphinema sp. y Tylenchus sp. se encontraron con una densidad en el suelo de 1% y 0.5%, respectivamente. Criconemoides sp. se encontró en las raíces con una densidad de 4.30% del total de la muestra.

Los porcentajes encontrados, son en base a la muestra total de los nematodos localizados. En el cuadro 3 se pueden ver las densidades que se obtuvieron por género de nematodo, en número y el porcentaje que representa.

#### A. Relación Nematodo-Hospedero

Meloidogyne sp. se encontró en mayores cantidades en las musáceas muestreadas así como en los cítricos. Este nematodo representó la mayoría de la población de los nematodos encontrados en las raíces, y ocupó el segundo lugar en las muestras de suelo. En la mayoría de las muestras de raíces de musáceas se localizaron "nódulos" o "agallas", dentro de las cuales se encuentran las hembras que tienen forma de pera

Cuadro 2. Cuantificación y Porcentaje por Género de Nematodo de Muestras de Suelo y Raíz en Musáceas y Cítricos del Valle de Yeguaré.

## MUSACEAS

Tipo de muestra	No. de muestras	Nematodos	No. de nematodos	%
Suelo	29(18) <sup>a</sup>	<u>Meloidogyne</u> sp.	2928	71.20
		<u>Helicotylenchus</u> sp.	1083	26.30
		<u>R. similis</u>	81	2.00
		<u>Criconemoides</u> sp.	20	0.50
Total			4112	100.00
Raíces	12(8)	<u>Meloidogyne</u> sp.	540	82.50
		<u>Helicotylenchus</u> sp.	59	9.00
		<u>R. similis</u>	53	8.10
		<u>Criconemoides</u> sp.	2	0.30
Total			654	100.00

## CITRICOS

Tipo de muestra	No. de muestras	Nematodos	No. de nematodos	%
Suelo	15(10)	<u>Meloidogyne</u> sp.	180	45.20
		<u>Helicotylenchus</u> sp.	212	53.20
		<u>Xiphinema</u> sp.	4	1.00
		<u>Tylenchus</u> sp.	2	0.50
Total			398	100.00
Raíces	9(3)	<u>Meloidogyne</u> sp.	12	52.10
		<u>Helicotylenchus</u> sp.	10	43.40
		<u>Criconemoides</u> sp.	1	4.30
Total			23	100.00

<sup>a</sup> Submuestras por muestra

y sus masas de huevos envueltas o protegidas en una capa gelatinosa. Durante su actividad alimenticia el nematodo secreta una sustancia que incita al crecimiento celular y la formación de nódulos; por lo que se lo conoce como el nematodo "agallador" (Ayoub, 1980). La raíz atacada cesa su crecimiento y se encuentra proliferación de raíces secundarias en la parte superior. El daño de este nematodo se observó con mayor severidad en raíces localizadas a una profundidad de 0-20 cm. Larvas de segundo estadio son las infecciosas. Las larvas de tercer estadio tienen una cola aguda, lo cual las diferencian de los machos que la tienen redondeada. Esta diferencia entre las formas de las colas fue claramente observada en el estudio realizado. Ayoub (1980) dice que las hembras adultas se encuentran enquistadas en el cilindro central de las raíces en las musáceas, lo cual no se observó en este estudio. Pérez (1975) lo describe como un endoparásito sedentario.

La mayor concentración de R. similis se encontró en los bordes rojizos de las lesiones en las raíces de musáceas. Las larvas recién eclosionadas están fisiológicamente capacitadas para atacar las células de la raíz y alimentarse de su contenido. En este género de nematodos se consideran parásitos las hembras y los estados larvales, no así los machos (Pérez, 1975). Se observó mayor incidencia del nematodo barrenador en las raíces jóvenes de las musáceas

muestreadas que en el suelo, coincidiendo con las investigaciones de Figueroa (1985).

Se encontraron diferencias del daño provocado en las raíces por *R. similis* con el daño provocado por *Helicotylenchus* sp. Las raíces dañadas por este último presentaron perforaciones que no llegan al cilindro central de la raíz, mientras que en *R. similis* se encontró que sí profundiza su daño hasta el interior de la raíz. En *Helicotylenchus* sp., son parásitos de las musáceas tanto las larvas como los machos y hembras adultos.

En los cítricos, se identificó además del nematodo "agallador" a *Helicotylenchus* sp., que es conocido como el nematodo "espiral". Las densidades poblacionales de este nematodo fueron altas en el suelo en comparación con *Meloidogyne* sp., localizándose tanto en las muestras de suelo como en la de raíces de los cítricos muestreados. También se encontró una gran proliferación de raíces secundarias y raicillas, que son daños de nematodos en cítricos reportados por Dunn (1989a).

Las poblaciones de nematodos encontradas en musáceas se las considera bajas (Cuadro 3), ya que Figueroa (1985) reportó poblaciones de 30,000 nematodos *R. similis* y 18,250 nematodos *Helicotylenchus* sp. En cuanto a *Meloidogyne* sp. aparentemente las poblaciones son bajas, pero no se puede afirmar esto, por que no existen datos específicos reportados en la literatura. En cítricos y musáceas en la actualidad, la forma de

cuantificar el daño causado por los nematodos en las raíces se basa en las escalas de la tabla 1 (comunicación personal, Ascencio 1989).

Las cantidades de nematodos encontradas en el conteo, demuestran que las condiciones climáticas y edáficas del valle de Yeguaré, no son las más apropiadas para que la población de estos nematodos fitoparásitos alcancen densidades que podrían determinar un daño considerable en las musáceas y en los cítricos. Figueroa (1985) reporta poblaciones más altas con temperaturas óptimas de desarrollo a los 27° C. Ayoub (1980) indica que los rangos óptimos de temperatura son de 26 a 27° C. La densidad encontrada en el muestreo no está influenciada por ninguna clase de químicos, ya que estos no son utilizados en el valle. Las cantidades de plantas fueron de 6-10 en promedio por lote.

#### B. Relación Nematodo-Suelo

Basados en el mapa de suelos a semidetalle del valle de Yeguaré (Díaz, 1989) llevado a cabo por la dirección Ejecutiva de Catastros (Anexo 4), se realizó la correlación entre el tipo de textura del suelo (arena y arcilla) de las áreas en que se realizó el muestreo con la población de géneros de nematodos encontrada.

Cuadro 3. Correlación entre Géneros de Nematodo por Muestra (suelo-raíces) de Musáceas y Citricos y Tipo de Suelo de las Areas Muestreadas

Género de Nematodo	Arena	Arcilla
MUSACEAS-SUELO		
<u>Meloidogyne</u> sp.	+0.007 n.s.	-0.584 *
<u>Helicotylenchus</u> sp.	+0.094 n.s.	-0.486 *
<u>Radopholus similis</u>	-0.189 n.s.	+0.150 n.s.
<u>Criconemoides</u> sp.	+0.223 n.s.	-0.262 n.s.
MUSACEAS-RAICES		
<u>Meloidogyne</u> sp.	+0.106 n.s.	-0.537 n.s.
<u>Helicotylenchus</u> sp.	-0.175 n.s.	+0.419 n.s.
<u>Radopholus similis</u>	-0.621 *	+0.408 n.s.
<u>Criconemoides</u> sp.	-0.621 n.s.	+0.052 n.s.
CITRICOS-SUELO		
<u>Meloidogyne</u> sp.	-0.422 n.s.	+0.327 n.s.
<u>Helicotylenchus</u> sp.	-0.245 n.s.	+0.043 n.s.
<u>Xiphinema</u> sp.	-0.328 n.s.	+0.142 n.s.
<u>Tylenchus</u> sp.	-0.224 n.s.	+0.097 n.s.
CITRICOS-RAICES		
<u>Meloidogyne</u> sp.	-0.739 *	+0.119 n.s.
<u>Helicotylenchus</u> sp.	+0.318 n.s.	-0.669 *
<u>Criconemoides</u> sp.	-0.372 n.s.	+0.156 n.s.

\* Significativo al 5% nivel de probabilidad ( $P \leq 0.05$ )  
n.s. Diferencia estadísticamente no significativa

Por medio del mapa (Anexo 4) se identificaron los lugares donde fueron tomadas las muestras y en el Anexo 5 se reportan las muestras por tipo de suelo encontrado en el valle, procediendo a sacar la información requerida en porcentaje de arena y arcilla (Anexo 7) por muestra, con la finalidad de realizar la correlación con las muestras de géneros de nematodos por muestra (Anexo 6). En el cuadro 4 se presentan los resultados de esta correlación.

En el Anexo 8 se dan características específicas de los tipos de suelos en los que se sacaron y obtuvieron las muestras. Se encuentran numerados del 1 al 15, y el número fue dado totalmente al azar.

Se encontró que no existe correlación significativa ( $P < 0.05$ ) entre las densidades poblacionales de los géneros de nematodos encontrados en las muestras de suelo en musáceas y el porcentaje de arena de dichos suelos, lo que da a entender que este componente de la textura del suelo, no influyó en las densidades poblacionales de los nematodos. Es posible considerar que la precipitación pluvial en la época de muestreo (4.3 mm) puede haber tenido alguna influencia. El movimiento de los nematodos en el suelo puede haber sido restringido por la estructura del suelo que se torna más compacta al existir en la época de muestreo tan poca precipitación (Dr. Rodríguez, comunicación personal, 1990). Los géneros Meloidocyne sp. y Helicotylenchus sp. mostraron una correlación negativa significativa con respecto al

porcentaje de arcilla de los suelos (Cuadro 4). Con estos resultados se considera que a menor cantidad de arcilla presente la cantidad de estos géneros de nematodos tiende a aumentar, la arcilla compacta el suelo y el movimiento de los organismos es menor. Consideramos que la época de muestreo puede haber tenido influencias en estos resultados (Dr. Rodríguez, comunicación personal, 1990). Los géneros R. similis y Criconeoides sp. no mostraron ningún tipo de correlación significativa.

En las muestras de raíces de las musáceas no se observó correlación significativa ( $P \leq 0.05$ ) alguna entre las muestras de los géneros de nematodos encontrados y el porcentaje de arcilla de los suelos. Con respecto a la correlación con el porcentaje de arena y según los datos del cuadro 4, solamente R. similis mostró una correlación negativa, esto nos lleva a considerar que a menor cantidad de arena la población del nematodo barrenador tiende a aumentar. Este resultado se puede deber también a que el número de muestras para las raíces fue menor que el número de muestras de suelo, y esto puede haber influenciado en los resultados de las correlaciones (Dr. Corral, comunicación personal, 1990). La precipitación puede influir en esto, especialmente en el cambio que puede tener la estructura de los suelos en cuanto a la compactación.

Los porcentajes de arena y arcilla de las muestras de los suelos de los cítricos, no mostraron correlación alguna con las densidades poblacionales de los géneros de nematodos

encontrados. La cantidad de arena y arcilla, no influyeron en las poblaciones de los nematodos encontradas en el estudio. Nuevamente el número de muestras fue menor y puede haber sido motivo de este resultado. Las poblaciones bajas de nematodos encontradas pueden haber estado influenciadas por la época de muestreo, lo que indirectamente esta influyendo sobre el resultado obtenido en la correlación.

El nematodo agallador mostró una correlación negativa con el porcentaje de arena de los suelos donde fueron tomadas las muestras de raíces de los cítricos. Este resultado nos indica que a menor cantidad de arena, la población de Meloidogyne sp. tiende a aumentar en las raíces. Según el Dr. Corral (comunicación personal, 1990) es posible considerar una relación entre cantidad de arena y arcilla presente en un suelo con los porcentajes de nutrientes disponibles para la planta, e indirectamente esto influye en los nutrientes de los cuales el nematodo se puede alimentar, lo cual influye en las poblaciones de nematodos encontradas. El nematodo espiral fue el único que mostró una correlación negativa con el porcentaje de arcilla en las muestras de raíces de los cítricos, con lo cual es posible considerar que a menor porcentaje de arcilla en el suelo, la población de Helicotylenchus sp. tiende a aumentar. Esto se puede deber a las mismas razones dadas para la correlación encontrada entre el nematodo agallador y el porcentaje de arena.

## V. CONCLUSIONES

1. Se encontraron tres géneros de importancia en los cultivos de musáceas y cítricos. Los géneros Meloidogyne sp., Helicotylenchus sp y R. similis fueron asociados al cultivo de musáceas. Los géneros Meloidogyne sp. y Helicotylenchus sp. fueron asociados con los cultivos citrícolas.
2. Se identificaron tres géneros de menor importancia. Criconemoides sp. en cítricos y musáceas. Xiphinema sp. y Tylenchus sp. asociados con cultivos de cítricos.
3. En las muestras de suelo de las musáceas, Meloidogyne sp. y Helicotylenchus sp. mostraron una correlación negativa con el porcentaje de arcilla. En las muestras de raíces R. similis mostró correlación negativa con el porcentaje de arena de los suelos muestreados.
4. En las muestras de suelo de cítricos no se encontró correlación alguna. En las muestras de raíces, Meloidogyne sp. mostró correlación negativa con el porcentaje de arena y Helicotylenchus sp. presentó correlación negativa con el porcentaje de arcilla de los suelos.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Relacionar nutrientes primarios de los tipos de suelos con las poblaciones de nematodos.
2. Considerar cultivos que representen utilidad económica para los habitantes de la zona, como son las hortalizas. Realizar estudios de densidades poblacionales de nematodos en estos cultivos y relacionarlas con el rendimiento del cultivo y con los distintos factores climáticos y edáficos.
3. No se recomienda el uso de nematicidas en los cultivos de musáceas y cítricos del valle de Yeguaré, por las bajas densidades poblacionales encontradas.

## VII. RESUMEN

En la localidad del valle de Yeguaré ubicado en la parte Sur oriental de Honduras, entre los Departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso, cultivos de musáceas y cítricos fueron muestreados para determinar la presencia de géneros de nematodos y su densidad poblacional general encontrada en cada uno de los cultivos. Se realizó un total de 65 muestras entre raíces y suelo, de las cuales 41 fueron en musáceas y 24 en cítricos. El muestreo se realizó durante el mes de Marzo de 1990. El nematodo agallador Meloidogyne sp., el nematodo espiral Helicotylenchus sp. y el nematodo barrenador Radopholus similis, fueron los que se encontraron con mayor frecuencia en las musáceas. Estos fueron localizados en suelo y raíces. Con la densidad poblacional más baja entre estos géneros importantes fue encontrado en este mismo cultivo el nematodo barrenador. En los cultivos cítricos predominaron dos tipos de nematodos fitoparásitos, Meloidogyne sp. y el nematodo espiral Helicotylenchus sp., tanto en suelo como en raíces, predominando en cuanto a densidad poblacional el nematodo agallador. En el valle de Yeguaré no utilizan estos cultivos para producción comercial, las plantas encontradas únicamente sirven para consumo familiar, y generalmente se encuentran en números muy reducidos. Las cantidades bajas de población de los nematodos establecidas en el estudio,

demuestran que las condiciones climáticas y edáficas no son las más apropiadas para el desarrollo de estos fitoparásitos en los cultivos estudiados. Las densidades poblacionales de los nematodos encontradas en este muestreo, no representan peligro alguno para las pocas plantas que a nivel familiar se cultiva en el área estudiada. Las poblaciones de los géneros de nematodos encontradas, mostraron en algunos casos correlación negativa con los componentes de la textura de los suelos (arena y arcilla). Meloidogyne sp. y Helicotylenchus sp. mostraron correlación negativa con respecto al porcentaje de arcilla en las muestras de suelo de las musáceas. En las muestras de raíces de musáceas solamente R. similis mostró correlación negativa. En las muestras de raíces de los cítricos Helicotylenchus sp. mostró correlación negativa con el porcentaje de arcilla. En las muestras de suelo de los cítricos Meloidogyne sp. presentó correlación negativa con el porcentaje de arena de los suelos muestreados.

#### VIII. LITERATURA CITADA

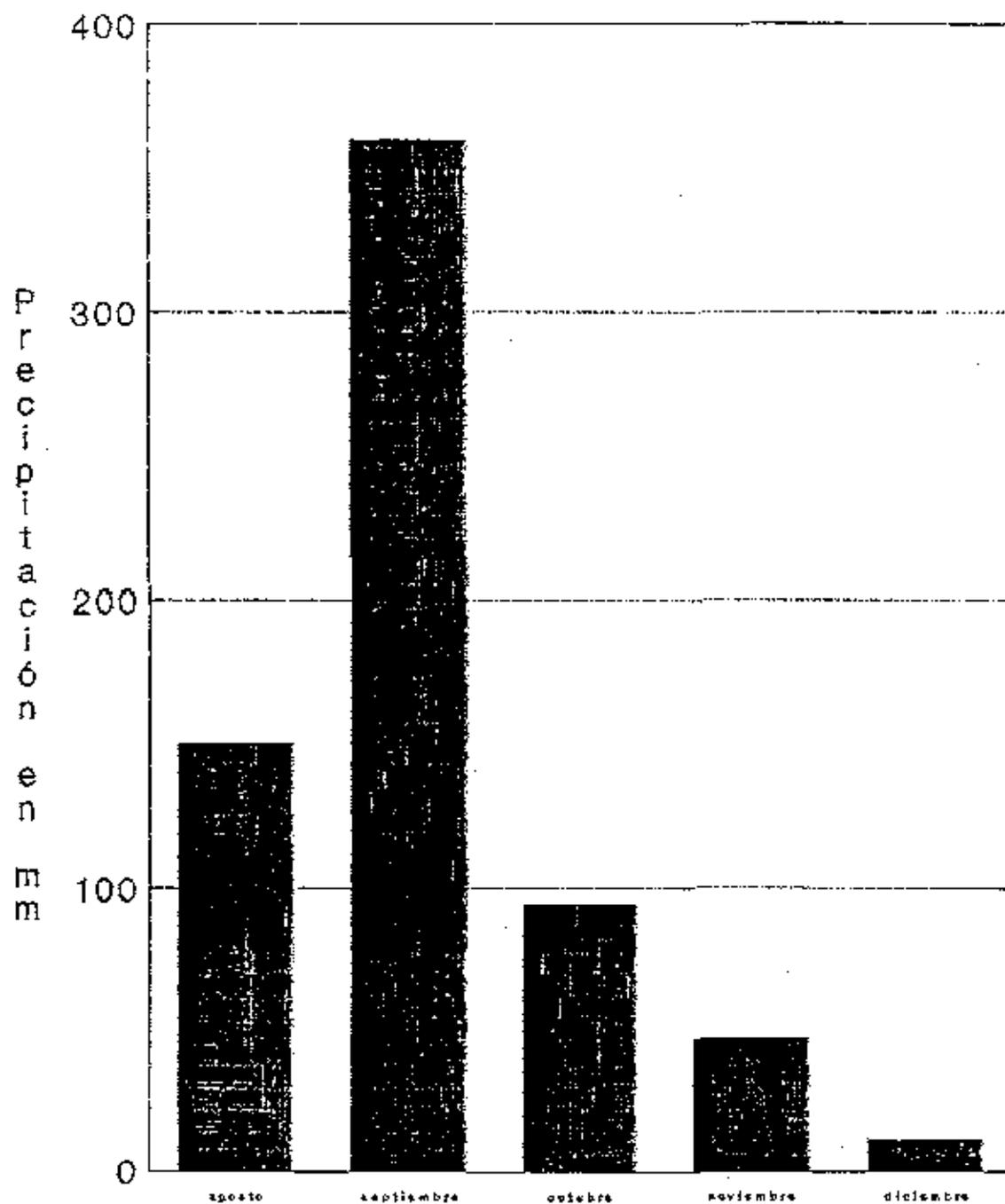
- AYOUB, S. M. 1980. Plant Nematology. An Agricultural Training Aid. NemaAid Publications. 71 pp.
- HAYER. [1980]. Plagas y Enfermedades del Plátano y Banano. 9 pp.
- BRIDGE, J. 1988. Plant Nematode Pests of Banana in East Africa with Particular Reference to Tanzania. pp. 35-39 En: INIBAP. Nematodes and the Borer Weevil in Bananas: Present Status of Research and Outlook. Proceedings of a workshop held in Bujumbura, Burundi, 7-11 December 1987.
- CYANAMID. 1987. Counter. Insecticida-Nematicida Sistémico. American Cyanamid Company. 14 pp.
- DIAZ ZELAYA, J. 1989. Estudio de Suelos a Semidetalle del Valle del Zamorano. Secretaria de Planificación, Coordinación y Presupuesto. Dirección Ejecutiva de Catastro. Tegucigalpa, Honduras. pp. 108.
- DDUNGU, J. C. M. 1988. The Weevil Borer and Nematode Problems in Musa in Uganda. pp. 40 En: INIBAP. Nematodes and the Borer Weevil in Bananas: Present Status of Research and Outlook. Proceedings of a workshop held in Bujumbura, Burundi, 7-11 december 1987.
- DUCHARME, E. P. Y R. F. SUIT. 1983. Marchitez Progresiva. pp. 77-79. En: Pratt, R. M. Guia de Florida Sobre Insectos, Enfermedades y Trastornos de la Nutrición en los Frutos Cítricos. Editorial Limusa, México.
- DUNN, R. A. 1989a. Nematode Pests of Perennial Landscape Plants. NPPP-21 SS-ENY-910. IFAS, Univ. of Florida. 6 pp.
- DUNN, R. A. 1989b. Plant Nematodes -- What They Are and What They Do? NPPP-36 SS-ENY-916. IFAS, Univ. of Florida. 2 pp.
- DUNN, R. A. Y R. W. HENLEY. 1989. Nematode Control for Commercial Nursery Crops for Florida. NPPP-22 SS-ENY-904. IFAS, Univ. of Florida. 8 pp.

- ESSER, R. P. Y S. E. SIMPSON. 1984. Sting Nematode on Citrus. Nematology Circular No. 106. Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv. Division of Plant Industry. Contribution No. 272, Bureau of Nematology.
- ESSER, R. P., A. L. TAYLOR Y Q. L. HOLDEMAN. 1984. Characterization of Burrowing Nematode Radopholus similis (Cobb, 1983) Thorne, 1949 for Regulatory Purposes. Nematology Circular No. 113. Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv. Division of Plant Industry. Contribution No. 275, Bureau of Nematology. 4 pp.
- FEAKIN, S. D. 1977. Nematodes. pp. 73-85 In: Pest Control in Bananas. PANS Manual No. 1. Third Edition. Centre for Overseas Pest Research. Londres.
- FHIA. 1987. Programa de Cítricos y Plátanos. Informe anual. pp. 37-42/59-66.
- FHIA. 1988. Proyecto de Cítricos, Bananos y Plátanos. Informe anual. pp. 21-35/51-55.
- FIGUEROA M., A. 1975. Cinco Nematicidas en el Control de Radopholus similis (Cobb) Thorne en la Zona Bananera de Guápiles. Boletín Técnico No. 64. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 24 pp.
- FIGUEROA M., A. 1982a. Historia de la Nematología. Rev. ASBANA, abril, 1982. pp. 8-19.
- FIGUEROA M., A. 1982b. Nematología. Rev. ASBANA. Año 6, No. 17. Septiembre, 1982. pp. 8/13/17/19.
- FIGUEROA M., A. [1985]. Sistema de Pronóstico y Advertencia en el Control de Nematodos en Banano. Rev. ASBANA. Año 9, No. 23. pp. 10-13.
- FLORES, A. Y L. SALAZAR. 1987. Efecto de Tres Nematicidas no Fumigantes para el Combate de Radopholus similis en Banano (Musa acuminata) cv Grande Naine. pp. 193-201 En: ACORBAT 85 - Memorias VII Reunión. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- HOLDRIGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. IICA. 216pp.
- HUGON, R. 1987. Dinámica de la Población de Radopholus similis. Importancia de los Factores Relacionados al Clima y al Banano. pp. 183-191 En: Galindo, J. J. y R. Jaramillo (eds.) ACORBAT 85 - Memorias VII Reunión. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

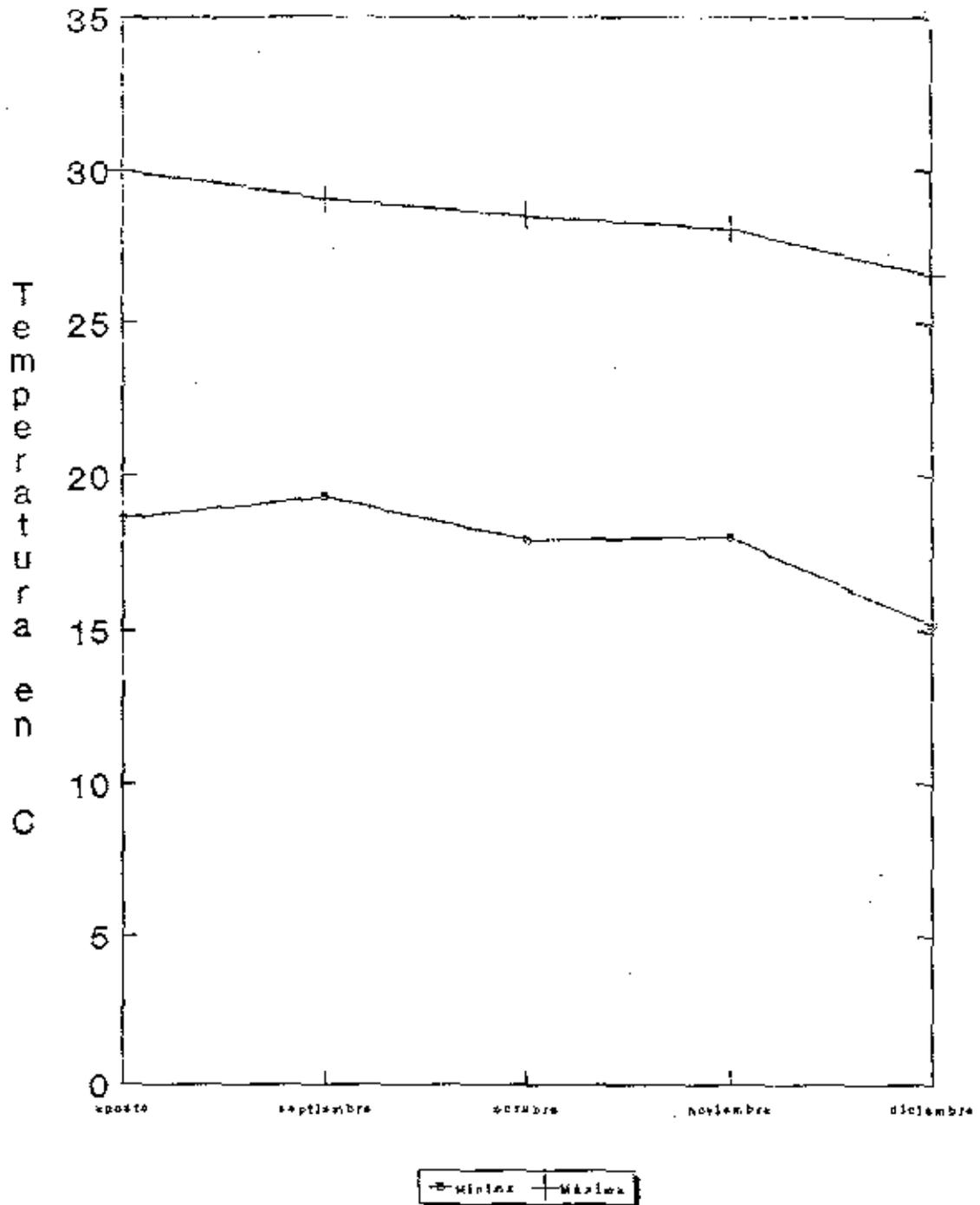
- KAPLAN, D. T. Y L. W. TIMMER. 1982. Effects of Pratylenchus coffeae--Tylenchulus semipenetrans Interactions on Nematode Population Dynamics in Citrus. Journal of Nematology 14:368-373.
- MAI, W. F. Y H. H. LYON. 1975. Pictorial Key to Genera of Plant-Parasitic Nematodes. Fourth Edition. Cornell University Press. 219 pp.
- MOLINA A., M. E. Y A. FIGUEROA M. [1988]. Efectos de los Nematicidas en el Control de los Nematodos y la Producción del Banano. Rev. ASBANA. Año 12, No. 29. pp. 19-25.
- NOLING, J. W. Y L. W. DUNCAN. 1987. Guidelines for Managing Citrus Nematode. NPPP-27 SS-ENY-804. IFAS, Univ. of Florida. 7 pp.
- NOMBELA, G. Y A. BELLO. 1983. Modificaciones al Método de Extracción de Nematodos Fitoparásitos por Centrifugación en Azúcar. Bol. Serv. Plagas, 9:183-18
- O'BANNON, J. H. Y A. C. TARJAN. 1985. Citrus Declines Caused by Nematodes in Florida. III. Citrus Slump. Nematology Circular No. 117. Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv. Division of Plant Industry.
- O'BANNON, J. H. Y R. P. ESSER. 1985a. Citrus Declines Caused by Nematodes in Florida. I. Soil Factors. Nematology Circular no. 114. Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv. Division of Plant Protection. Contribution No. 283, Bureau of Nematology. 4 pp.
- O'BANNON, J. H. Y R. P. ESSER. 1985b. Citrus Declines Caused by Nematodes in Florida. II. Physiological Races. Nematology Circular No. 116. Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv. Division of Plant Industry. Contribution No. 284, Bureau of Nematology. 4 pp.
- PEREZ C., L. E. 1975. Identificación de las Especies de Nematodos Asociados al Cultivo de Banano (Musa sapientum L) y Otras Musaceas en la Zona de Morales y entre Ríos, Departamento de Izabal, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 41 pp.
- PINOCHET, J. 1987. La Variabilidad de Radopholus similis en Banano en las Diferentes Regiones Productoras del Mundo. pp. 175-182 En: Galindo, J. J. y R. Jaramillo (eds) ACORBAT 85 - Memorias VII Reunión. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

- PINOCHET, J. 1988. Nematode Problems in Musa spp.: Pathotypes of R. similis and Breeding for Resistance. pp. 66-70 En: INIBAP. Nematodes and the Borer Weevil in Bananas: Present Status of Research and Outlook. Proceedings of a workshop held in Bujumbura, Burundi, 7-11 december 1987.
- PINOCHET, J. Y O. VENTURA. 1980. Nematodes Associated with Agricultural Crops in Honduras. Turrialba 30:43-47.
- ROBINSON, A. F. Y C. M. HEALD. 1989. Accelerated Movement of Nematodes from Soil in Baermann Funnels with Temperature Gradients. Journal of Nematology 21:370-378.
- ROMAN, J. 1978. Fitonematología Tropical. Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, P.R. 256 pp.
- ROMAN, J. 1986. Plant-Parasitic Nematodes that Attack Bananas and Plantains. pp. 6-19 En: Union Carbide Agricultural Products Company, Inc. (ed) Plant-Parasitic Nematodes of Bananas, Citrus, Coffee, Grapes, and Tobacco. North Carolina, USA.
- SASSER, J. N. y D. W. FRECKMAN. 1987. A World Perspective on Nematology: The Role of the Society. pp. 7-14 En: Veech, J. A. y D. W. Dickson (eds). Vistas on Nematology: A Commemoration of the Twenty-fifth Anniversary of the Society of Nematologists. Society of Nematologists, Inc. Hyattsville, Maryland.
- SMART, G. C., Jr., Y K. B. NGUYEN. 1988. Illustrated Key for the Identification of Common Nematodes in Florida. IFAS, Univ. of Florida. 91 pp.
- SOUTHEY, J. F. (ed). [1985]. Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. Reference Book 402. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Londres. 79 pp.
- SWENNEN, R. Y DE LANGHE, E. [1989]. Amenazas en el Banano de Regiones Altas de Africa del Este. MUSARAMA. Montpellier, Francia. pp. 2-4.
- TARTE, R. Y J. PINOCHET. 1981. Problemas Nematológicos del Banano. Contribuciones Recientes a su Conocimiento y Combate. UPEB, Panamá. 32 pp.

- TAYLOR, A. L. Y J. N. SASSER. 1983. Mejoramiento de Cultivares de Plantas para Resistencia a las Especies de Meloidogyne. pp. 37-39. En: Biología, Identificación y Control de los Nematodos de Nódulos de la Raíz (Especies de Meloidogyne). Raleigh, Carolina del Norte.
- TIMMER, L. W. Y R. M. DAVIS. 1982. Estimate of Yield Loss from the Citrus Nematode in Texas Grapefruit. Journal of Nematology 14:582-585.
- UNION CARBIDE INTER-AMERICA, INC. [1980]. Los Nematodos y su Control. 35 pp.
- UNITED BRANDS. 1975. Guía Práctica para el Cultivo del Banano. 132 pp.
- VAN GUNDY, S. D. 1986. Plant-Parasitic Nematodes that Attack Citrus. pp. 20-31 En: Union Carbide Agricultural Products Company, Inc. Plant-Parasitic Nematodes of Bananas, Citrus, Coffee, Grapes, and Tobacco. North Carolina, USA.

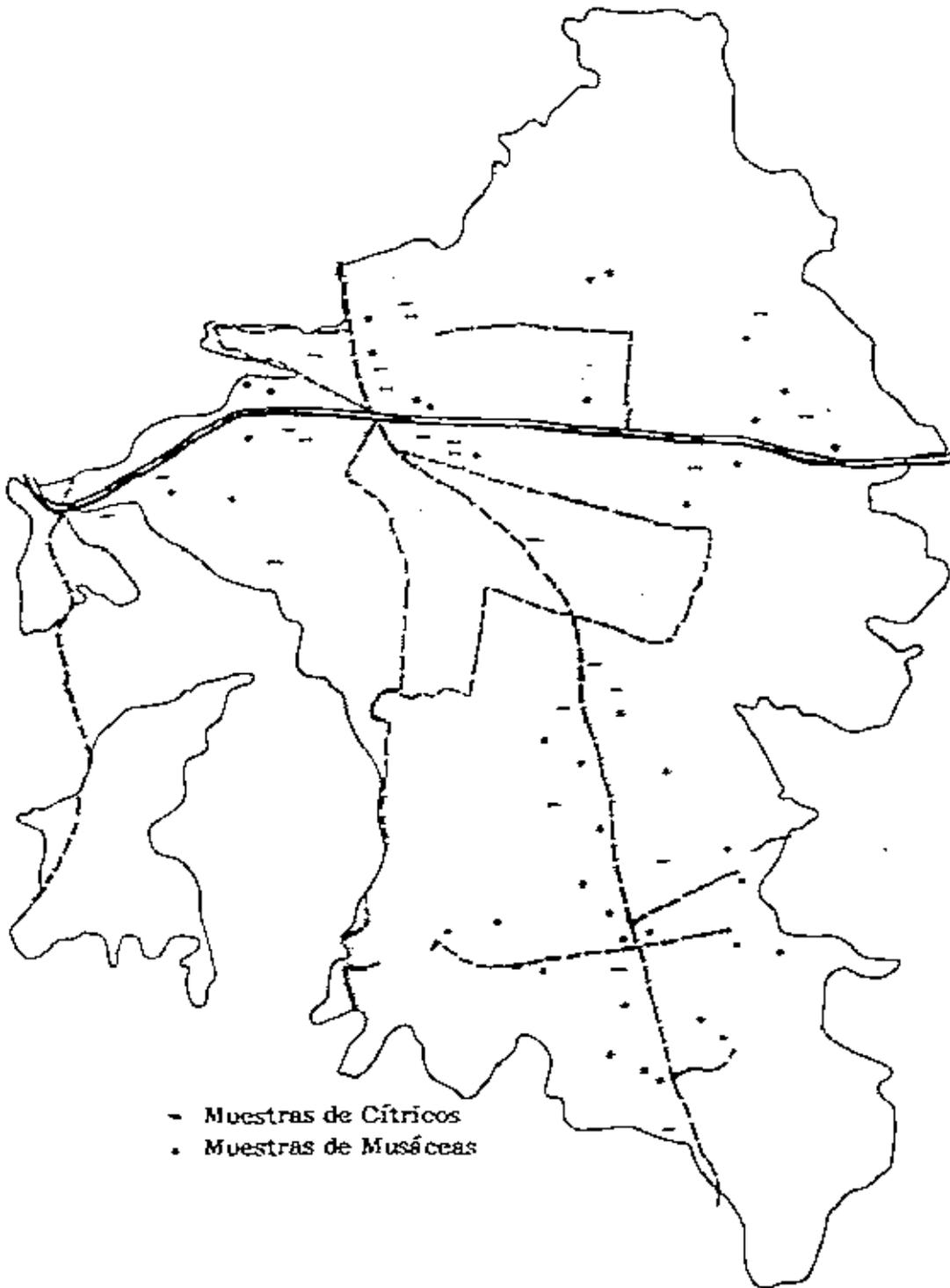


Anexo 1. Precipitación mensual del Valle Yeguaré, 1989



Anexo 2. Temperatura mensual del Valle Yeguaré, 1989

ANEXO 3. Mapa del muestreo realizado en el Valle de Yeguaré.





## ANEXO 4. ...continuación

## DESCRIPCIONES

SERIE	NOMBRE DE SERIE	CARACTERISTICAS
AGR	AGRONOMIA	TYPIC USTIFLUVENT; MEDIANA SOBRE FINA, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO. PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTES DE 0-2% Y 2-5%.
BU	BUFALO	VERTIC HAPLUSTALF; MEDIANA SOBRE FINA, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO, PROFUNDO, IMPERFECTAMENTE DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTES DE 0-2% Y 2-5%.
CI	CITRICOS	VERTIC HAPLUSTALF; MEDIANA SOBRE FINA, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO. PROFUNDO, IMPERFECTAMENTE DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0-2%.
GA	LOS GALLARDO	UDIC HAPLUSTALF; MEDIANA SOBRE FINA, SOBRE MEDIANA, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO. PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0-2%.
QG	QUEB. EL GALLO	MOLLIC USTIFLUVENT; MEDIANA SOBRE FRAGMENTAL, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL RECIENTE, PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0-2%.
JI	JICARITO	TYPIC USTERTHENT; GRUESA SOBRE MEDIANA, SOBRE FRAGMENTAL MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO, PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0-2%.
LLA	EL LLANO	ULTIC HAPLUSTALF; MEDIANA SOBRE FINA, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO, MODERADAMENTE PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTES DE 2-5% Y 1-15%.
MA	EL MATASANO	MOLLIC USTIFLUVENT; MEDIANA SOBRE GRUESA, SOBRE FRAGMENTAL, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL RECIENTE, PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0-2%.
MR	MONTE REDONDO	TYPIC USTIFLUVENT; GRUESA SOBRE MEDIANA, SOBRE FRAGMENTAL, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL RECIENTE. PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0-2%.

RO	RIO LA ORILLA	TYPIC USTORTHENT; GRUESA SOBRE FRAGMENTAL, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO. PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0-2%.
PE	PELEN	LITHIC USTORTHENT; MEDIANA, MIXTO, ISOHIPERTERMICO, COLUVIAL. POCO PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 5-10%.
RP	RIO PUJACA	MOLLICUSTIFLUVENT; MEDIANA SOBRE GRUESA, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL RECIENTE. PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0 2%.
SC	SANTA CLARA	TYPIC USTORTHENT; GUESA, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO. PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0-2%.
SF	SAN FRANCISCO	TYPIC USTORTHENT; GRUESA SOBRE MEDIANA, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO. PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTES DE 0-2% Y 2-5%.
RIN	EL RINCON	TYPIC USTORTHENT; MEDIANA SOBRE FRAGMENTAL, MIXTO, ISOHIPERTERMICO, ABANICO ALUVIAL. PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0-2%.
QS	QUEB. SUYATILLO	LITHIC USTORTHENT; GRUESA SOBRE MEDIANA SOBRE FRAGMENTAL, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. COLUVIAL. POCO PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTES DE 0-2%, 2-5% Y 10-15%.
RY	RIO YEGUARE	TYPIC USTORTHENT; GRUESA SOBRE MEDIANA, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO. MODERADAMENTE PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0-2%.
ZM	EL ZAMORANO	MOLLICUSTIFLUVENT; GRUESA SOBRE MEDIANA, MIXTO, ISOHIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO. PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTE DE 0-2%.
QZ	QUEB. EL ZAPOTE	UDIC HAPLUSTALF; MEDIANA SOBRE FINA, SOBRE FRAGMENTAL, MIXTO, ISOMIPERTERMICO. PLANO ALUVIAL ANTIGUO. PROFUNDO, BIEN DRENADO, COLOR CAFE, PENDIENTES DE 0-2%, 2-5% Y 10-15%.
TD		TIERRA DETERIORADA.
C		CERROS NO INCLUIDOS EN EL AREA DE ESTUDIO.
JDZ-		CALICATAS JDZ-1 ---- JDZ-20

## INDICADORES

EROSION	TOPOGRAFIA Y PENDIENTE	PIEDRAS Y GRAVA EN LA SUPERFICIE
1- LIGERAMENTE EROSIONADO	a- 0 a 2%	p1- 5 10%
2- MODERADAMENTE EROSIONADO	b- 2 a 5%	p2- 15 a 50%
3- SEVERAMENTE EROSIONADO	c- 5 a 10%	p3- + de 60%
4- CARCAVAS	d- 10 a 15%	

## CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

- CLASE I TIERRAS SIN LIMITACIONES. ADECUADAS PARA CASI TODOS LOS CULTIVOS ADAPTABLES A LA REGION.
- CLASE II TIERRAS CON LIMITACIONES MODERADAS. NECESITAN PRACTICAS MODERADAS DE CONSERVACION DE SUELOS.
- CLASE III TIERRAS CON RESTRICCIONES MAS SEVERAS QUE LA CLASE II PARA CULTIVOS AGRONOMICOS. NECESITAN PRACTICAS DE CONSERVACION MAS DIFICILES DE APLICAR Y MANTENER.
- CLASE IV TIERRAS CON LIMITACIONES MUY SEVERAS QUE RESTRINGEN LA SELECCION DE CULTIVOS. NECESITAN LABOREO MUY CUIDADOSO.
- CLASE VI TIERRAS NO APTAS PARA LOS CULTIVOS. SU USO ADECUADO PARA NO DETERIORARLAS SE LIMITA A PASTOS, SITIOS Y LOTES FORESTALES. NECESITAN PRACTICAS DE MANEJO Y CONSERVACION DIFICILES DE APLICAR.
- CLASE VIII TIERRAS CON LIMITACIONES EXTREMAS DE PENDIENTE, SUELO DRENADO Y CLIMA. LAS TIERRAS DESNUDAS, PLAYA DE ARENA, MANGLARES, AFLORAMIENTOS ROCOSOS Y TIERRAS CON MAS DEL 60% DE PENDIENTE, QUEDAN COMPRENDIDAS EN ESTA CLASE.

## SIMBOLOS MODIFICADORES PARA SUB-CLASES

- o EROSION.  
ESTA SUBCLASE ESTA FORMADA POR TIERRAS DONDE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION Y LA EROSION PASADA SON LOS PROBLEMAS DOMINANTES PARA EL USO.
- W EXCESO DE AGUA.  
ESTA SUBCLASE ESTA FORMADA POR TIERRAS QUE SON PROBLEMENTE DRENADAS, MOJADAS DE NAPA DE AGUA SUPERFICIAL Y QUE SON INUNDABLES.
- s LIMITACIONES EN LA ZONA RADICULAR.  
DENTRO DE ESTA SUBCLASE SE INCLUYEN TIERRAS QUE TIENEN LIMITACIONES EN LA ZONA RADICULAR, TALES COMO PIEDRAS EN ABUNDANCIA, BAJA CAPACIDAD DE RETENCION DE HUMEDAD, FERTILIDAD BAJA O PROBLEMAS DE SALINIDAD.

## CRITERIOS PARA LAS UNIDADES DE CAPACIDAD

UNIDAD	PROFUNDIDAD	DRENAJE	TEXTURA
1	PROFUNDO ( > 100 cm)	BUENO	GRUESA
2	PROFUNDO ( > 100 cm)	BUENO	MEDIANA
5	PROFUNDO ( > 100 cm)	IMPERFECTO	MEDIANA
10	MODERADAMENTE PROFUNDO (50-100 cm)	BUENO	GRUESA
11	MODERADAMENTE PROFUNDO (50-100 cm)	BUENO	MEDIANA
20	POCO PROFUNDO (10-50 cm)	BUENO	MEDIANA
UNIDAD	LIMITANTE		
36	GRAVA Y PIEDRA EN LOS 50 cm SUPERFICIALES		
37	GRAVA Y PIEDRA POR DEBAJO DE 50 cm		
45	EROSION HIDRICA (CARCAVAS)		

ANEXO 5. Clasificación de las muestras por tipo de suelo del valle de Yeguaré.

MUSACEAS-SUELO

NUMERO DE MUESTRA	TIPO DE SUELO
01	AGR1aI-2
03	SFlaIIIIs-1
05	SFlaIIIIs-1
08	RPlaI-2
09	SFlaIIIIs-1
10	GA1aI-2
11	GA1aI-2
13	BU1aIIIW-5
14	QG1aVIIs-36
15	QG1aVIIs-36
16	BU1aIIIW-5
18	RO1aIVIs-37
19	AGR1aI-2
20	RPlaI-2
21	RPlaI-2
23	CI1aIIIW-5
24	CI1aIIIW-5
26	TDVIII-45
27	AGR1aI-2
28	JIIaIIIs-37
29	JIIaIIIs-37
30	JIIaIIIs-37
31	CI1aIIIW-5
33	CI1aIIIW-5
34	CI1aIIIW-5
36	QS2dpVIIs-11
38	QS2dpVIIs-11
39	PE2cp2IVIs-36
40	PE2cp2IVIs-36

## MUSACEAS-RAICES

NUMERO DE MUESTRA	TIPO DE SUELO
02	AGR1aI-2
04	AGR1aI-2
06	SF1aIIIs-1
07	TDVIII-45
12	BU1aIIIW-5
17	BU1aIIIW-5
22	BU1aIIIW-5
25	J11aIIs-37
32	AGR1aI-2
35	J11aIIs-37
37	PE2cp2IVes-36
41	Pe2cp2IVes-36

## CITRICOS-SUELOS

NUMERO DE MUESTRA	TIPO DE SUELO
42	AGR1aI-2
43	GA1aI-2
44	RP1aI-2
45	ZM1aIIIs-1
46	RY1aIIIs-10
47	AGR1aI-2
48	AGR1aI-2
49	AGR1aI-2
50	CI1aIIIW-5
51	CI1aIIIW-5
52	J11aIIs-37
53	QS2dp2Vies-11
54	QS2dp2Vies-11
55	PE2cp2IVes-36
56	PE2cp2IVes-36

## CITRICOS-RAICES

NUMERO DE MUESTRA	TIPO DE SUELO
57	SF1aIIIs-1
58	BU1aIIIW-5
59	BU1aIIIW-5
60	RO1aIVs-37
61	CI1aIIIW-5
62	MR1aIIs-37
63	J11aIIs-37
64	QS2dp2Vies-11
65	PE2cp2IVes-36

## ANEXO 6. Población de género de nematodos por muestra.

Nº de muestra	M <sup>a</sup>	MUSACEAS-SUELO			TOTAL
		H <sup>b</sup>	R <sup>c</sup>	C <sup>d</sup>	
01	18	2	0	0	20
03	13	7	0	0	20
05	0	7	0	0	07
08	57	32	0	0	89
09	06	18	05	0	29
10	04	06	04	0	14
11	03	13	0	0	16
13	0	26	01	0	27
14	03	20	0	0	23
15	08	24	02	0	34
16	19	13	10	0	42
18	57	05	0	03	65
19	12	06	0	0	18
20	29	13	02	0	44
21	69	10	0	0	79
23	181	07	0	03	191
24	144	24	0	01	169
26	45	16	0	03	64
27	04	05	0	0	09
28	26	34	0	02	62
29	19	13	02	03	37
30	171	17	0	0	188
31	07	03	12	0	22
33	293	17	03	0	313
34	0	0	40	0	40
36	98	02	0	05	105
38	63	296	0	0	359
39	796	255	0	0	1051
40	783	192	0	0	975
TOTAL	2928	1083	81	20	4112

	MUSACEAS-RAICES			TOTAL
	M	H	R	
02	02	04	01	08
04	06	03	06	15
06	29	05	0	34
07	06	14	05	25
12	01	05	09	15
17	0	04	09	13
22	04	07	10	21
25	03	03	0	06
32	18	05	09	32
35	05	02	04	12
37	16	04	0	20
41	450	03	0	453
TOTAL	540	59	53	654

## CITRICOS-SUELO

N° de muestra	M	H	X <sup>c</sup>	T <sup>f</sup>	TOTAL
42	31	07	0	0	38
43	07	08	0	0	15
44	25	16	0	0	41
45	05	06	0	0	11
46	0	01	0	0	01
47	0	07	02	02	11
48	06	11	0	0	17
49	06	56	02	0	64
50	25	10	0	0	35
51	20	15	0	0	35
52	20	23	0	0	43
53	10	12	0	0	22
54	10	15	0	0	25
55	08	10	0	0	18
56	07	15	0	0	22
TOTAL	180	212	04	02	398

## CITRICOS-RAICES

	M	H	C	
57	0	0	0	0
58	01	0	0	01
59	02	02	01	05
60	0	04	0	04
61	03	0	0	03
62	02	02	0	04
63	01	0	0	01
64	01	0	0	01
65	02	02	0	04
TOTAL	12	10	01	23

- 
- <sup>a</sup> Meloidogyne sp.  
<sup>b</sup> Helicotylenchus sp.  
<sup>c</sup> Radopholus similis  
<sup>d</sup> Criconemoides sp.  
<sup>e</sup> Xiphinema sp.  
<sup>f</sup> Tylenchus sp.

ANEXO 7. Porcentaje promedio de arena y arcilla de los suelos muestreados.

<u>NUMERO DE SUELO</u>	<u>% ARENA</u>	<u>% ARCILLA</u>
01	38.70	19.90
02	70.60	22.30
03	35.25	26.00
04	41.20	20.85
05	41.15	17.45
06	45.80	17.90
07	67.25	11.40
08	38.30	21.45
09	-----	-----
10	54.40	13.60
11	52.05	18.10
12	48.90	8.70
13	58.30	21.85
14	61.95	14.60
15	60.50	13.35

## ANEXO 8. Descripción de los suelos muestreados.

AGRONOMIA (01): Pertenece a la familia mediana sobre fina, suelo franco en su primera capa y en el substrato arcilloso. Contiene 38.70% de arena y 19.90 de arcilla. Suelos bastante profundos, bien drenados y con una permeabilidad moderada en el perfil. La topografía va de terrenos planos a casi planos con pendientes entre 0 y 2%.

SAN FRANCISCO (02): Miembro de la familia gruesa sobre mediana, suelo franco arenoso. Contiene 70.60% de arena y 22.30 de arcilla. Suelos profundos, bien drenados, de permeabilidad moderadamente rápida en todo el perfil. Topografía con pendiente entre 0 y 2% y grados de erosión ligera.

RIO PUJACA (03): Miembro de la familia mediana sobre gruesa, franco arenoso. Contiene 35.25% de arena y 26% de arcilla. Suelos profundos, bien drenados, con una permeabilidad moderada en el perfil. Topografía con pendiente entre 0 y 2% y con un ligero grado de erosión.

LOS GALLARDO (04): Miembros de la familia mediana sobre fina, en su primera capa son francos y su substrato arcilloso. Contiene 41.20% de arena y 20.85% de arcilla. Suelos profundos, bien drenados, con una permeabilidad moderadamente lenta y grados de erosión ligera. Topografía con pendiente entre 0 y 2%.

BUFALO (05): Pertenecen a la familia mediana sobre fina, en su primera capa son francos y en su substrato arcilloso. Contiene 41.15% de arena y 17.45% de arcilla. Suelos profundos, imperfectamente drenados, con permeabilidad moderada en todo el perfil. La topografía muestra pendiente entre 0 y 2% y un ligero grado de erosión.

QUEBRADA DEL GALLO (06): Pertenece a la familia mediana sobre fragmentada, en su primera capa son francos y su substrato es muy limitante. Contiene 45.80% de arena y 17.90% de arcilla. Suelos profundos, bien drenados, con una permeabilidad moderada en el perfil. Topografía entre 0 y 2%.

RIO ORILLA (07): Pertenecen a la familia gruesa sobre fragmentada, en su primera capa son franco arenosos y su substrato es piedra y grava. Contiene un 67.25% de arena y 11.40% de arcilla. Suelos profundos, bien drenados y con permeabilidad moderadamente rápida en todo el perfil. Topografía entre 0 y 2%.

CITRICOS (08): Pertenecen a la familia mediana sobre fina, su primera capa es suelo franco y su substrato franco arcilloso. Contiene un 38.30% de arena y 21.45% de arcilla. Suelos profundos, imperfectamente drenados y con una permeabilidad moderada en todo el perfil, generalmente contienen exceso de agua. Topografía entre 0 y 2%.

TIERRA DETERIORADA (09): No clasificado como serie.

JICARITO (10): Pertenecen a la familia gruesa sobre mediana, su primera capa es franco arenosa, su segunda capa franco arcillo arenoso y su substrato piedra y grava. Contiene 54.40% de arena y 13.60% de arcilla. Suelos profundos, bien drenados y con permeabilidad moderadamente rápida en todo el perfil. Topografía entre 0 y 2%.

QUEBRADA SUYATILLO (11): Pertenecen a la familia gruesa sobre mediana, su primera capa es franco arenosa, la segunda es franco y su substrato contiene arcilla pero no consolidada. Contiene 52.05% de arcilla y 18.10% de arena. Suelos poco profundos, bien drenados y con permeabilidad moderadamente rápida. Topografía entre 0 y 2% con un ligero grado de erosión y con 5 a 10% de piedras y grava en la superficie.

PELEN (12): Pertenecen a la familia mediana mixta, su primera capa es suelo franco y su substrato es roca ácida, piedra y grava. Contiene 48.90% de arena y 8.70% de arcilla. Suelos poco profundos, bien drenados y de permeabilidad moderadamente rápida en todo el perfil. La topografía es moderadamente ondulada con pendientes entre el 5 y 10% y un grado severo de erosión.

EL ZAMORANO (13): Son miembros de la familia gruesa sobre mediana, su primera capa franco arcilla arenoso, su segunda capa es franco arenoso, la quinta capa franco arcilloso y el substrato es piedra y grava. Contiene un 58.30% de arena y 21.85% de arcilla. Suelos profundos, bien drenados y con un permeabilidad moderadamente rápida. Topografía de 0 a 2%.

RIO YEGUARE (14): Miembro de la familia gruesa sobre mediana, su primera capa es franco arenoso, su tercera capa es franco arcilla arenoso y su substrato roca ácida, moderadamente profundos, drenaje imperfecto, con una permeabilidad moderadamente rápida en el perfil y grado de erosión ligera. Contiene 61.95% de arena y 14.60% de arcilla. Topografía de 0 a 2%.

MONTE REDONDO (15): Miembro de la familia gruesa sobre mediana, la primera capa es franco arenosa y su substrato es piedra, grava y arena.. Contiene 60.50% de arena y 13.35% de arcilla. Suelos profundos, bien drenados, con una permeabilidad moderadamente rápida en el perfil y grado de erosión ligera. Topografía de 0 a 2%.

## DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre:..... Paúl Alfredo Núñez Antón

Lugar de nacimiento:.. Guayaquil, Guayas, Ecuador

Fecha de nacimiento:.. 22 de Octubre de 1964

Nacionalidad:..... Ecuatoriano

## Educación:

Primaria:..... Colegio Salesiano Cristóbal Colón.  
1972-1978.

Secundaria:..... Colegio Salesiano Cristóbal Colón.  
1978-1984.

Superior:..... Escuela Agrícola Panamericana.  
1986-1988.

Títulos recibidos:.... Agrónomo Zamorano.