

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**DETERMINACION DEL TAMAÑO MINIMO DE MUESTRAS DE CAFE PARA
ANALISIS NEMATOLOGICO.**

DIPLOMANTES:

**BR. IVANIA MARGARITA MEDINA RODRIGUEZ
BR. MARTA LORENA CALERO GONZALEZ**

ASESORES:

**LIC. MSC. MARYNBSKA CALDERON VEGA
DR. DAVID MONTERROSO**

MANAGUA, SEPTIEMBRE DE 1996

DEDICATORIA

Le dedicamos este trabajo de titulación a DIOS nuestro creador que nos dio la luz y las fuerzas para iniciar y concluir este trabajo con satisfacción.

A nuestros padres Julio Cesar Medina, Guillermina Rodríguez, Humberto Calero Rodríguez, Rosa González Ortiz que con gran amor y esfuerzos nos dieron la oportunidad de llegar al final de nuestra carrera.

A mis hijos y esposo: Martita Belén, él que se encuentra en mi vientre y Martín José, quienes me acompañaron en todo el período de mi trabajo de tesis.

AGRADECIMIENTO

Es nuestro agradecimiento en primer lugar para nuestro padre celestial, que nos iluminó y nos dio su conocimiento espiritual, permitiendo culminar nuestros estudios.

A nuestros padres que con sacrificio y abnegación colaboraron con nuestra formación.

Agradecemos con mucho cariño a valiosos amigos que nos brindaron su tiempo y aumentaron nuestros conocimientos, nuestros asesores: Lic. Msc. Marywska Calderón Vega; Ph. D. David Monterroso Salvatierra.

Nuestro sincero agradecimiento a las siguientes entidades:
Al MiP-CATIE por el apoyo material y moral que nos brindó, especialmente a Lic. Maritza Ramírez por su paciencia y colaboración.

A nuestro centro de enseñanza UNA, especialmente a la Escuela de Sanidad Vegetal, por el apoyo material que nos brindaron.

A nuestros seres amados por su ayuda incondicional, mi esposo Orson Peralta Castillo y mi esposo Martín José Paredes Ramírez.

INDICE GENERAL

SECCION	PAGINA
Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Indice general.....	iii
Indice de cuadros.....	v
Indice de gráficos.....	vi
Resumen.....	vii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
OBJETIVOS.....	22
MATERIALES Y METODOS.....	23
I. Selección y organización de las áreas de muestreo.....	23
II. Descripción de las fincas en estudio.....	23
III. Descripción del muestreo.....	26
IV. Procedimiento del muestreo.....	27
V. Fase de laboratorio.....	27
A. Extracción de nematodos de suelo.....	27
B. Extracción de nematodos de raíces.....	28

IV

	página
VI. Propuesta para el tamaño de la muestra.....	28
VII. Estudio del tamaño de la muestra.....	29
RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
I. Determinación del tamaño de la muestra.....	35
CONCLUSIONES.....	41
RECOMENDACIONES.....	42
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	43
ANEXO.....	48

V

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.	PAG.
1.- Condiciones climáticas de la zona.	24
2.- Características físicas de las fincas	24
3.- Nivel tecnológico de las fincas	25
4.- Manejo Agronómico de las fincas	26
5.- Valor medio de la población de Nematodos encontrados en tres fincas a diferentes profundidades por 100 cc de suelo y 100 grs de raíz.	35

VI

INDICE DE FIGURA

Figura	Pag.
1. Distribución espacial de nematodos en café (Noviembre 1993; Carazo IV Región de Nicaragua).....	38
2. Plantas a muestrear por hectárea de café para estimar poblaciones de nematodos en la raíz a 15 (A) y 30 (B) cm de profundidad Carazo, Nicaragua 1993.....	39
3. Sitios a muestrear por planta de café para estimar poblaciones de nematodos en la raíz a 15 (A) y 30 (B) cm de profundidad Carazo, Nicaragua 1993.....	40

VII

RESUMEN

Con el objetivo de lograr un tamaño adecuado de muestras, que con cierto grado de precisión nos permita hacer una estimación de la densidad de nematodos, se realizó un muestreo en las fincas, La Breña, ubicada en Jinotepe, María Auxiliadora y El Porvenir, ubicadas en San Marcos (IV región de Nicaragua). El objetivo principal del estudio fue determinar en el cultivo del café un tamaño mínimo de muestras para análisis nematológico que permita obtener mayor precisión en la estimación de sus densidades y a la vez resulte menos costos para el productor en la toma de decisiones para el manejo de nematodos en plantaciones de café establecidas. En cada finca se seleccionó una hectárea tomando 25 plantas al azar, en cada planta se muestrearon 4 sitios y en cada sitio se muestrearon 2 profundidades (15 y 30 cm), totalizando 8 muestras por planta. Los géneros estudiados son: *Meloidogyne sp*, *Pratylenchus sp* y *Rotylenchulus sp*. Los resultados muestran que la situación actual de la población de nematodos se encuentra agregada en las fincas, María Auxiliadora y El Porvenir y uniforme en el caso de la Breña. Se determinó que aceptando un 20% de error se hace necesario muestrear 10 plantas (100 grs de raíz), dos sitios por planta, a una profundidad de 15 cms y las muestras se deben tomar a 15 cm de la base del tallo.

INTRODUCCION

El cafeto *Coffea arabica* (L). es una planta de zona tropical, cuya producción esta concentrada fundamentalmente en los países en vía de desarrollo, América Latina produce más de la mitad de la cosecha global mundial del café. En Nicaragua, la producción de café alcanzada a nivel nacional fue de 721,233 qq de café oro en el ciclo 1992-1993 lo que representa un volumen de exportación de 652,520 qq oro netos, disminuyendo en un 30 % con respecto al ciclo 1991-1992, esta baja se debió a problemas de crédito, fenómenos climatológicos, disminución del área de producción y principalmente los patógenos y de nematodos (UNICAFE, 1993).

En Nicaragua se han realizado estudios sobre la presencia de nematodos fitoparásitos en diversos cultivos para obtener información sobre distribución, frecuencia y niveles poblacionales los que se han constituido en factores seriamente limitativos de la producción agrícola y económica.

Con el desarrollo de los conceptos de manejo integrado de plagas y enfermedades en los cultivos, el muestreo es un componente cada vez mas importante dentro de la agricultura moderna.

En Nicaragua existen muy pocos trabajos sobre muestreos de nematodos con fines de diagnósticos y/o recomendación, el muestreo nematológico y el uso del servicio de diagnóstico varía grandemente

entre los productores y técnicos variando desde una muestra representando una hectárea de café hasta 15 ó más muestras representando la misma área. El costo por el servicio alcanza en algunos casos hasta \$12.00 por muestra lo que representa una inversión fuerte para el productor, esto significa que si la muestra no es representativa (en número de muestras) aún con el mejor método de extracción utilizado, los resultados tendrán poco valor para cualquiera que sea el propósito del muestreo.

Según Ferris, Goodell y Mckenry (1981), afirman que la confiabilidad de un esquema de muestreo esta indicada por la variabilidad entre estimaciones repetidas de la población. Si muestras repetidas del mismo campo en el mismo tiempo dan estimaciones muy diferentes de las poblaciones de nematodos, este procedimiento de muestreo no es una base confiable para tomar decisiones en el manejo de los nematodos. Existen varios elementos que deben tomarse en cuenta al diseñar un esquema de muestreo. Uno de ellos es la densidad poblacional de los nematodos la cual varía grandemente en el tiempo y en el espacio, en este caso la representatividad juega un papel muy importante en la estimación de sus densidades. Otro es la distribución espacial de los nematodos, la cual se presenta típicamente en parches o agregados (de lo que es parcialmente responsable el clima y la distribución de las raíces) y los cambios de las comunidades en el tiempo, también inciden en la estimación de poblaciones el mal manejo de las muestras, el transporte y almacenamiento de las mismas, ya que estos son pasos extremadamente vulnerables en la estimación de sus

densidades.

Otros elementos que inducen a cambios en la precisión y en los costos es el número de muestras y sub-muestras, a medida que el número de muestras que representan a un campo se incrementan, aumentan los costos, por otro lado, si el número de sub-muestras que constituyen cada muestra es aumentado el incremento en el costo es mucho menor porque el número de muestras no cambia, ya que los análisis nemátológicos se realizan por muestra compuesta de varias submuestras.

Con el presente estudio se pretende determinar en el cultivo del café un tamaño mínimo de muestras para análisis nematológico, que permita hacer estimación de sus densidades con mayor precisión y a la vez resulte menos costoso para el productor.

REVISION DE LITERATURA

CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS DEL CAFE

El sistema radical esta compuesto de un eje central cónico o raíz pivotante que alcanza hasta 60 cm, de ella salen dos tipos de raíces: unas profundas de sostén y otras que se extienden lateralmente de las cuales brotan las raicillas que son las que absorben el agua y los nutrientes del suelo, el 80% de ellas se concentran en los primeros 30 cm y cubren un radio a partir del tronco de hasta 2,5 m (Figueres, 1989).

El cafeto necesita crecer bajo un régimen de termoperíodo que beneficie el crecimiento vegetativo y el sistema radical, siendo el rango de temperatura entre 23°C y 30°C (Franco, 1958, Mes 1956, citados por Carvajal (1984)).

Krug (1963) citado por Carvajal (1984), mencionó que el cafeto se cultiva en una variedad de condiciones ecológicas en altitudes desde unos pocos metros sobre el nivel del mar hasta aproximadamente 2000 mts, en los más diversos tipos de suelo y clima.

Varios autores indican que una precipitación anual entre 1600 mm y 1800 mm es ideal para *C. arabica* y el mínimo absoluto para esta especie es cerca de 1000 mm con un promedio de humedad

relativa del 70 al 95 % (Carvajal, 1984).

Carvajal (1984), también ha mencionado que los suelos dedicados al cultivo del café son de origen variado, algunos son derivados de cenizas volcánicas (inceptisoles a menudo laterizados), estos y los de origen aluvial presentan condiciones excelentes para el cafeto, pero no son de muy amplia distribución.

En relación a la textura se ha indicado que el suelo ideal debería tener un espacio de poro del 60% del cual un 30% debe permanecer ocupado por el aire del suelo, cuando es húmedo. También se ha señalado que el suelo debería contener alrededor del 50% de porosidad y 45% de sustancias minerales (Hardy 1958, Kupper 1981, citados por Carvajal, 1984).

Por otro lado, varios autores señalan que la cobertura en el cultivo del café proporciona efectos positivos tales como el mejoramiento de las condiciones físicas-químicas y biológicas del suelo, el mantenimiento de una mayor cantidad de agua, control de la erosión, etc; siendo estas condiciones las que permiten un mejor desarrollo radicular, lo que acelera el crecimiento del café (Carvajal, 1984).

GENERALIDADES DE LOS NEMATODOS.

IMPORTANCIA DE LOS NEMATODOS

La importancia dentro de la agricultura radica en los daños mecánicos, químicos y como vectores de otros agentes infecciosos a las plantas; estos daños pueden repercutir en la reducción de la velocidad de crecimiento y pérdida de la vitalidad. Los síntomas que los nematodos ocasionan se asocian al sistema radicular en el cual se puede observar la presencia de agallas, en este caso sobresale el género *Meloidogyne sp*, lesiones en las raíces provocadas por *Pratylenchus sp* y *Rotylenchulus sp* (Hernández, 1991).

DISTRIBUCION Y ECOLOGIA.

La distribución de los nematodos es casi la misma que la de las raíces del cultivo, la mayoría de la población esta de 5 a 30 cm debajo de la superficie del suelo, y decrece su densidad hasta un metro de profundidad. El factor mas importante en la vida de los nematodos es la temperatura del suelo que es determinada por el clima, este depende de la latitud y altitud sobre el nivel del mar, localización geográfica y variación estacional. El segundo factor es la humedad y tercero es la textura del suelo que tienen influencia en la densidad de las poblaciones (Taylor & Sasser, 1978).

Los nematodos se concentran sobre todo en los 30 cm superficiales del suelo, se ha estimado que en los 2.5 cm en una hectárea existe hasta 6,000 millones; sin embargo existe muy poca información sobre su distribución a mayor profundidad de 30 cm; aunque se ha encontrado a *Meloidogyne incognita* a una profundidad máxima de 5 metros en viñedos (National Academy of Sciences, 1989).

En un estudio realizado, para determinar los patrones de distribución vertical y horizontal de nematodos fitoparásitos asociados al café, se determinó que los géneros que se presentaron con mayor frecuencia y en altas densidades fueron *Pratylenchus sp* y *Meloidogyne sp*, entre otros. En el sentido horizontal se encontró que en las raíces la tendencia general es a localizar las mayores densidades de nematodos a la mitad de la zona de goteo, mientras que en el suelo, se localizaron en la zona de goteo y en densidades bajas. En el sentido vertical en las raíces se encontró que se presentaron en densidades y frecuencias variables, en el suelo igual que en las raíces las densidades y frecuencias fueron variables, pero muy bajas (Bolívar, Salazar & Echeverri, 1984).

TEMPERATURA DEL SUELO.

Casi todos los nematodos parásitos de plantas se vuelven inactivos en una gama de temperaturas bajas entre 5° a 15°C y altas temperaturas como de 30° a 40°C, siendo el rango óptimo entre 15° y 30°C (National Academy of Sciences, 1989).

Para huevos y larvas de *Meloidogyne* dos intervalos de temperatura son importantes, el tiempo que sobrevive en suelos fríos (0°C a 5°C) y la infectividad en suelo templado de 35°C a 40°C (Taylor & Sasser, 1978).

La temperatura óptima del suelo para *Pratylenchus sp* es aproximadamente de 21.1 °C (70°F) y la actividad y la reproducción de algunas especies decrece a mayor temperatura (Christie, 1976).

HUMEDAD DEL SUELO

Los nematodos necesitan películas de agua libre en el suelo para su incubación y movimiento; aunque la influencia de la humedad sobre ellos es poco conocida, se cree que ellos siempre están activos en suelos que tienen al menos un contenido de humedad de 40% a 60% de su capacidad de campo. También el desarrollo y crecimiento de los nematodos depende del oxígeno disponible del suelo, en general, los altos niveles de poblaciones se encuentran en suelos húmedos bien aireados (National Academy of Sciences, 1989).

Las especies de *Meloidogyne* dependen del agua en el suelo para continuar su vida y todas sus actividades. Las larvas y los huevos mueren en suelo seco; pero pueden sobrevivir si hay suficiente humedad para mantener el aire del suelo, con casi 100% de humedad Peacock (1957), citado por Taylor & Sasser (1978). Sin embargo,

Taylor & Sasser (1978) afirman que en suelos muy húmedos, la emergencia puede inhibirse y el movimiento larval disminuye por falta de oxígeno.

TEXTURA DEL SUELO

La velocidad del movimiento de los nematodos dentro del suelo está relacionado con el diámetro de los poros, tamaño de las partículas de agua sobre y entre la tierra, lo cual indica que existe una interrelación de la estructura del suelo, la humedad y la aireación, que determinan la distribución de los nematodos en una área. En general, en suelos de textura gruesa (arenosos) se encuentran un gran número de nematodos como el del quiste, nódulo radicular y la mayoría de los lesionantes (National Academy of Sciences, 1989).

Las larvas de *Meloidogyne* se mueven através de los poros del suelo, los cuales dependen del tamaño de las partículas del suelo. El movimiento es imposible si los espacios porosos son tan pequeños que les impidan deslizarse através de ellos y la movilidad es aparentemente máxima cuando la proporción entre el diámetro de la partícula sobre la longitud del nematodo es de 1:3 (Wallace, 1964 citado por Taylor & Sasser, 1978).

Muchos nematólogos han afirmado que *Meloidogyne sp* es mas severo en suelos arenosos que en suelos arcillosos. En Arizona

O'Bannon & Reynolds, (1961) citado por Taylor & Sasser, (1978) compararon tres tipos de suelo: Arenas-Francas con 73% de arena, Franco-Arenoso con 53% de arena y Limo-Franco con 34% de arena. Observándose que el daño mas severo fue en suelos que contenían más del 50% de arena.

CONSTITUCION DEL SUELO

De los constituyentes principales del suelo, algunos de los cuales producen efecto sobre la vida de los nematodos, los fertilizantes y la materia orgánica, pueden influir sobre las poblaciones en forma indirecta al aumentar el desarrollo de la planta huésped. De la misma forma los nematodos están sujetos a concentraciones variables de sales en la solución del suelo que pueden influir en la incubación de los huevos y la supervivencia de las larvas. El PH es un componente del suelo que tiene poca influencia en las actividades de los nematodos (National Academy of Sciences, 1989).

CICLO BIOLÓGICO

GENERO: *Meloidogyne*

En el caso particular de *Meloidogyne sp*, estos son parásitos sedentarios que miden 0.4mm a 0.5 mm de longitud, cuando se hallan en el segundo estado larvario, inmediatamente penetra a la raíz y

migra hacia un sitio específico donde comienza alimentarse de las células epidérmicas de la raíz y no se mueve ni cambia de posición, la capacidad para penetrar en los tejidos de las plantas es limitada y muchas de ellas entran cerca o en los extremos de las raicillas. El macho es sedentario únicamente en su desarrollo larvario a diferencia de la hembra que es sedentario en todo su desarrollo larvario y durante toda su vida adulta. La hembra se desarrolla aumentando en su grosor y longitud hasta que adquiera la forma de pera o algunas veces de esfera, comienza a depositar sus huevos en una masa gelatinosa después de 20 a 30 días, el extremo posterior puede sobresalir de la raíz o cerca de la superficie, para que los huevos broten al exterior (Christie, 1976).

Tyler (1933), citado por Christie (1976), observó que las hembras se desarrollan de la etapa de larva a la etapa de deposición de huevos en unos 17 días, cuando las temperaturas son de 27.5°C a 30°C y hasta 57 días si la temperatura es de 15.4°C. A temperaturas inferiores a 15.4°C, o superiores a 33.5°C, ellas no llegan a alcanzar su madurez (Christie, 1976).

Según Bird y Wallace (1966), citado por Orton (1974), mencionan que *Meloidogyne* necesita una temperatura de 25°C para eclosionar, 20°C para su movilidad, de 15-20°C para invadir y de 20-25°C para su crecimiento.

Las hembras comienzan a depositar huevos a los 19 días

terminando a los 35 días después de haber penetrado como larva a la raíz. Una hembra deposita aproximadamente un promedio de 500 huevos por masa y se estima que en condiciones óptimas el número de huevos depositados diariamente varía de 27 a 120 unidades (Godfrey & Oliveira 1932, Tyler 1938, citado por Christie, 1976).

GENERO: *Pratylenchus*

El nematodo lesionante *Pratylenchus sp* es un parásito migratorio por lo que ninguna fase de su desarrollo puede definirse no infectiva ya que las larvas y hasta el adulto se encuentran dentro y fuera de la raíz produciendo lesiones y alimentándose del parénquima. Algunas veces se encuentran aislados y dispersos en la raíz sin estar relacionados con manifestaciones de daño pero es común que gran cantidad se hallen en zonas restringidas formando lesiones (Christie 1976).

Según Linford (1939), citado por Christie (1976) el lugar favorito de entrada de este nematodo no se encuentra en los extremos de las raíces, sino atrás de la zona de alargamiento (región de los pelos absorbentes).

Se ha demostrado que *Pratylenchus coffea* sobrevive mejor en un rango de temperatura de 10°C-32°C, a temperatura superior de 38°C no logra sobrevivir. La temperatura óptima de reproducción es de 29.5°C. Se ha estudiado en detalle los estados de desarrollo de *P.*

Coffea infectando café, concluyendo que en el agua (ambiente húmedo) los huevos eclosionan entre 6 a 8 días en un rango de temperatura de 28°C a 30°C, ocurriendo la primera muda dentro del huevo, las tres mudas siguientes ocurren fuera (Radewald 1971, Zimmerman 1898, citado por Siddiqi, 1972).

Tarjan (1950), citado por Christie (1976), encontró que un nematodo lesionante ponía 1 ó 2 huevos diariamente cuando la temperatura era de 25.5°C (78°F) incubándolos en 5 a 6 días.

GENERO: *Rotylenchulus*

Varios autores detallan el ciclo de vida de *Rotylenchulus sp*, siendo la hembra semi-endoparásito, obligado y sedentario, mientras que el macho no es parasítico. Las especies de este nematodo son bisexuales y se reproducen por anfimixis y rara vez por partenogénesis. Sobreviven en suelo seco (3.3% de humedad) permaneciendo hasta por 7 meses a temperatura de 20°C a 25°C. El ciclo de vida lo completan entre 24 a 29 días (Siddiqi, 1972).

El nematodo reniforme *Rotylenchulus sp* es un parásito que experimenta todos sus cambios larvales en el suelo, desarrollándose rápidamente después de la incubación, sin aumentar en tamaño y aparentemente sin alimentarse. La hembra se establece íntegramente dentro de la raíz o con el extremo posterior más o menos sobresaliente, alimentándose hasta que adquiere forma de riñón, es

entonces cuando comienza la copulación, las larvas se desarrollan en unos 8 días y las hembras comienzan a aovar unos 9 días después de haber penetrado en la raíz (Christie, 1976).

Linford (1940), citado por Christie (1976), observó que la producción promedio de huevos es cuando menos de 120 y estos se encuentran aglomerados en una matriz gelatinosa.

Según D'Souza (1965), citado por Jessé Román (1978) el nematodo *Rotylenchulus sp* es semi-endoparásito importante en cafetales, ya que afecta el desarrollo de la raíz principal, ausencia casi total de raíces absorventes, clorosis y marchitamiento del follaje.

PLANTAS HOSPEDANTES EN EL CAFETAL

Estudios realizados por diversos autores afirman que *Meloidogyne sp* tiene un amplio de rango de hospederos infectando vegetales, granos, frutales, malezas y plantas ornamentales. En Brazil un sin número de malezas encontradas en plantaciones de café han sido reportadas también como hospederos entre las cuales están: *Solanum nigrum*, *Ipomoea acuminata*, *I. aristolochiaefolia*, *Amaranthus deflexus*, *Euphorbia heterophylla*, *Citrullus vulgaris*. En Colombia, *Commelina diffusa*, *Solanum nigrum*, *Inga sp*; *Cyperus rotundus* (Campos, Sivapalan & Gnanapragasam, 1990).

En un estudio realizado en malezas más comunes asociadas al cultivo del café fue bastante amplio, siendo *Impatiens balsamina* el hospedante más eficiente. Otros hospedantes fueron: *Erechtites hieracifolia*, *Emilia fosbergi* y *Momordica charantia* (Calderón, 1989).

P. coffeae tiene un amplio rango de hospederos. Se ha encontrado que las malezas que comúnmente ocurren en plantaciones de café como *Melinis minutiflora*, *Hyparrhenia rufa* son excelentes hospederos de este nematodo (Nickle (1984), Lordello (1974), citado por Campos, Sivapalan & Gnanapragasam, 1990).

ASPECTOS GENERALES DEL MUESTREO

DISTRIBUCION DE LOS NEMATODOS

Existe abundante información sobre la presencia de nematodos en el café los que se han constituido en factores limitativos de la producción agrícola y económica de muchos países (Román, 1978)

Varios autores han estimado que de 10-12 especies de *Meloidogyne* y de 2-3 especies de *Pratylenchus* son los más importantes patógenos del café, si se toma en cuenta su amplia diseminación, sus niveles poblacionales y los daños que causan. Las especies como *Meloidogyne exigua*, *M. incognita*, *M. coffeicola*, *Pratylenchus coffea* pueden ser considerados como los que causan los

mayores daños. En Costa Rica, mediante un reconocimiento de nematodos en café que incluyó mas de 2000 muestras de raices y unas 600 muestras de suelo, se demostró que géneros de *Meloidogyne* y *Pratylenchus* sobresalían por su amplia diseminación, altas poblaciones y daños asociados al cultivo (Figueroa, 1974).

Con el propósito de conocer la nematofauna en los cultivos de mayor importancia económica de Nicaragua, se realizó la primera prospección en el período 1979-1984 en las distintas regiones productoras del país en los cultivos de banano, café, caña de azúcar, frijol, maíz, tabaco y papa. Los resultados obtenidos mediante el procesado de suelos y raices mostraron diferencias en las zonas productoras en cuanto a frecuencia y distribución de cada uno de los géneros de nematodos encontrados teniendo mayor frecuencia *Meloidogyne* (100%), *Pratylenchus* (100%) y *Rotylenchulus* (75%) (Marbán & Calderón, 1990).

En la VI Región de Nicaragua se estudió la distribución y niveles poblacionales de nematodos fitoparásitos en plantaciones de Café, se tomaron muestras compuestas constituidas por cinco sub-muestras tomadas en zig-zag o diagonal en áreas de 0.7-3.5 ha. Los niveles poblacionales encontrados en la mayoría de las muestras oscilaron de menos de 500 a 3500 nematodos por 100 cc de suelo y raíz respectivamente, determinándose los géneros *Pratylenchus sp.* y *Meloidogyne sp.* principalmente (García, 1990).

CONSIDERACIONES PARA UN MUESTREO

El muestreo nematológico es un proceso que permite determinar los tipos de nematodos presentes en un área dada, estimar sus densidades y detectar el patrón de distribución en el campo, lo cual puede sugerir tratamientos parciales o totales reduciendo así el impacto económico y ambiental de los métodos de control usados. Muy pocos estudios se han realizado en esta área, sin embargo se ha demostrado que con un diseño apropiado de muestreo se puede alcanzar una precisión aceptable (Ferris, Goodell & Mackenry, 1981).

Belder y Sediles (1985), afirman que para obtener estimados precisos de la población al realizar un muestreo aleatorio se deben considerar los siguientes criterios:

- 1) Todas las unidades deben tener igual oportunidad de selección, es un principio fundamental de muestreo que hace imparcial la operación.
- 2) La unidad debe de ser estable.
- 3) Considerando la unidad de muestreo como un habitat, la proporción de la población debe permanecer constante en ella.
- 4) La unidad de muestreo debe permitir por si mismo estimar la población absoluta.
- 5) La unidad de muestreo debe de ser de un tamaño razonable para que un número suficiente de ellas puedan ser examinadas en el campo y los datos deberán proveer un balance adecuado entre la varianza

y el costo.

6) Las unidades de muestreo deben ser fáciles de identificar en el campo y colectarse con facilidad.

El ciclo de vida de los nematodos y sus hábitos alimenticios deben ser considerados en relación al tiempo de muestreo. El tiempo en el año en que se hace el muestreo es un factor importante para interpretar el conteo de los nematodos como causa de daño en los cultivos perennes. Por otro lado la distribución de los nematodos se ve afectado por su fuente de alimentación (planta hospedera), ya que el sitio de alimentación preferido por ellos son los puntos de crecimiento radiculares. Esto es importante en la determinación de la microdistribución de ellos dentro del sistema radicular, asimismo la distribución vertical es afectada por factores similares, también por los requerimientos de humedad, oxígeno y temperatura (Ferris, Goodell & Mckenry, 1981).

En estudios sobre dinámica poblacional analizando la relación de las lluvias con las fluctuaciones de población de *Pratylenchus coffea* en cafetal adulto sobre suelos franco-arenosos a alturas de 450 msnm se pudo observar que los picos de poblaciones de diferentes estados (huevos, larvas, adultos) coinciden, ya que el primer pico ocurre en la época seca (Enero y Febrero), lo que se puede relacionar con un período importante para el crecimiento radicular del cafeto. El segundo pico se presenta durante la segunda mitad de la época lluviosa en Junio y Julio, mientras las

poblaciones decrecen para alcanzar los niveles mas bajos del año inferiores a 100 nematodos por gramo de raíz, durante la segunda mitad de la época lluviosa, la que corresponda al período de mayor pluviosidad (Villiam, 1991).

El tamaño y arreglo de la muestra varía según el cultivo, en alfalfa se reporta que para lotes de 20 acres, la confiabilidad en las estimaciones no aumenta mas allá de 5 muestras de 12 submuestras cada una. Sin embargo para cultivos perennes como los frutales es necesario muestrear 3 sitios de 2 submuestras cada uno (Ferriš, Goodell & Mckenry, 1981).

Cochran (1975) sugiere que para realizar estimaciones de proporciones poblacionales, las unidades se deben clasificar en dos tipos: unidades con la característica bajo estudio (C) y unidades sin la característica (C^c). Se ha convenido en algún margen de error d en la proporción estimada p de unidades pertenecientes a la clase C y hay un pequeño riesgo (α) que estamos dispuestos a correr de que el error real sea mayor que d , es decir, queremos que:

$$\Pr (| p - P | \geq d) = \alpha$$

Se supone un muestreo simple aleatorio y que p se distribuye normalmente, con varianza σ_p , definida por

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} * \sqrt{\frac{PQ}{n}} \quad (2)$$

Por lo tanto, la fórmula que conecta al tamaño de muestra n

con el grado de precisión deseado d es:

$$d = t \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} * \sqrt{\frac{PQ}{n}} \quad (3)$$

$$n = \frac{\left(\frac{t^2 PQ}{d^2}\right) * N}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{t^2 PQ}{d^2} - 1\right) * N} \quad (4)$$

Monterroso (1978), define un tamaño de muestra a partir de esta ecuación, donde t es la abscisa en un punto que separa una área α en los extremos de la distribución de t ($\alpha = 0.05$, $gl = \alpha = 1.96$) que en nuestro caso debe ser 2 porque asumimos un $\alpha = 0.95$. Resolviendo para n encontramos:

$$n = \frac{(Nt^2 PQ)}{d^2 N + t^2 PQ - d^2} \quad (6)$$

$$n = \frac{N * t^2 * PQ}{d^2 * (N-1) + t^2 * PQ} \quad (7)$$

$$n = \frac{\left(\frac{N * t^2 PQ}{d^2}\right) * d^2}{N + \left(\frac{t^2 PQ}{d^2} - 1\right) * d^2} \quad (5)$$

Cuando N tiende al infinito $N/N - 1 \approx 1$ entonces:

$$n = \frac{N * t^2 * PQ}{N * d^2 + t^2 * PQ} \quad (8)$$

la cual es una fórmula que se aplica cuando se conoce la varianza del estimador. Si ésta no se conoce, como es el caso nuestro, se asume que la varianza es máxima.

La varianza en la distribución binomial es nPQ , la cual es máxima cuando $P = 0.5$ y $Q = 0.5$, dando un producto igual a 0.25. Es decir que se asigna un valor de $P = 0.5$, o sea que la proporción de plantas afectadas por nematodos es del 50%.

Si $t = 2$ y $P = 0.5$ y $Q = 0.5$, la ecuación 8 quedará simplificada de la siguiente manera:

$$n = \frac{N}{Nd^2 + 1} \quad (9)$$

donde n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

d = cota superior del error.

OBJETIVOS

1. **Determinar las características de la distribución espacial de los principales nematodos del café.**
2. **Determinar el tamaño mínimo de muestras necesarias para estimar las poblaciones de nematodos en plantaciones establecidas de café por hectárea.**
3. **Determinar el número de sitios a muestrear por planta de café.**
4. **Determinar la profundidad más óptima para el muestreo en plantas de café.**

MATERIALES Y METODOS

I. SELECCION Y ORGANIZACION DE LAS AREAS DE MUESTREO

El presente estudio se realizó en la IV región de Nicaragua, en el mes de Noviembre de 1993, en un período de cinco días (muestreo y procesamiento). Se muestrearon 3 fincas cafetaleras como una estimación confiable para determinar un tamaño de muestras acorde a la realidad en el campo, estas ubicadas en el Departamento de Carazo con similares condiciones climáticas (Cuadro 1), pero que difieren con respecto al manejo agronómico, variedad y densidad de siembra. Se recolectaron un total de 1200 muestras entre suelo y raíz determinándose a la vez las características físicas de cada finca y la toma de datos del manejo agronómico del cultivo.

II. DESCRIPCION DE LAS FINCAS EN ESTUDIO.

Para este estudio es importante analizar la interacción que ocurre dentro del sistema, haciéndose necesario tener información sobre las condiciones climáticas de la zona, las características físicas, nivel tecnológico y manejo agronómico de las fincas presentes en los cuadros 2, 3 y 4.

Cuadro 1. CONDICIONES CLIMATICAS DE LA ZONA

FINCAS	REGION	DPTO	ALTURA MEDIA (MSNM)	PP MEDIA ANUAL (mm)	T°C MEDIA	HR MEDIA (%)
AUXILIADORA EL PORVENIR LA BREÑA	IV	CARABO	552,4	800 - 1500	25	78

Fuente (INETER, 1993).

Cuadro 2. CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS FINCAS

CARACTERISTICAS	Ma AUXILIADORA	EL PORVENIR	LA BREÑA
TEXTURA	Franco	F.Arcillo- Arenoso.	F.Arcillo- Arenoso.
PH	5.6	5.7	6.4
MATERIA ORGANICA	10.01	12.7	11.2
PENDIENTE	Plana	10.5	Plana

En el cuadro 3 se presentan los niveles tecnológicos utilizados en las diferentes fincas, mostrándose la similitud entre las fincas María Auxiliadora y El Porvenir.

Cuadro 3. NIVEL TECNOLÓGICO DE LAS FINCAS

FINCAS		Ma. AUXILIADORA	EL PORVENIR	LA BREÑA
N. TECNOLÓGICO		Semi-tecnif.	Semi-tecnif.	Tradicional
VARIEDAD		Catuai-Amarillo	Catuai-Amarillo	Bourbon
DIST. SIEMBRA		0.4*4 mts	1.25*1.47 mts	1.47*3.6 mts
DENS. SIEMBRA		6,250	5,442	1,890
		8	25	80
SOMBRA	TIPO	HIGUERA ZAPOTE ACACIA ACETUNO	AGUACATE ZAPOTE MADERO ACETUNO	HIGUERA ZAPOTE MADERO GUANACASTE

Con respecto al manejo agronómico de las fincas en estudio (Cuadro 4), se observa como las fincas María Auxiliadora y El Porvenir se presentan bajo condiciones similares.

En La Breña el manejo agronómico no se efectúa con una base técnica sino según la disponibilidad de recursos económicos del productor.

Cuadro 4. MANEJO AGRONOMICO DE LAS FINCAS

FINCA	FERTILIZACION	CONTROL DE MALEZAS	CONTROL DE PLAGAS
MARIA AUXILIADORA Y EL PORVENIR	<p>COMPLETO 16-30-00 4onzas/pta.</p> <p>primera fertilización: segunda quincena de junio y primera quincena de julio.</p> <p>segunda fertilización: Agosto.</p> <p>UREA 468 tercera fertilización: Octubre y Nov.</p>	<p>Glifosato y Paraquat</p> <p>2 limpiezas en invierno: primera en Mayo segunda en Julio.</p> <p>1 limpieza en verano: Marzo-Abril, solo con Glifosato.</p>	<p>Minador dela hoja del café.</p> <p>Deltametrina y Tamarón 500 CC/mz.</p> <p>Broca. Thiodan 1/2lt/mz.</p> <p>Nematodos. Counter y Carbofurán 108 15gr/pta.</p>
LA BREÑA		<p>Paraquat 750CC/mz.</p> <p>2-4-D 500CC/mz.</p>	<p>Broca. Control cultural.</p>

III. DESCRIPCION DEL MUESTREO

En base a estas consideraciones en cada finca se selecciona un lote de una hectárea en donde se toman al azar 25 plantas utilizando para esto una tabla de números aleatorios, cada planta se muestrea a 15 cm de la base del tallo, pues según Bolívar, Salazar y Echeverría (1984) afirman que la tendencia general a localizar las mayores densidades de

nematodos es a la mitad de la zona de goteo. Se seleccionan 4 sitios siguiendo la dirección de cuatro puntos opuestos y en cada sitio se muestrean 2 profundidades (15 cms y 30 cms), basado en lo mencionado por Taylor & Sasser (1978) y Figueres (1989) totalizando 8 muestras por planta (4 muestras a 15 cms de profundidad y 4 muestras a 30 cms de profundidad).

IV. PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO

Para la toma de muestras se dispuso de un palín, se limpió la superficie del suelo para eliminar la hojarasca, luego se introdujo haciendo un hueco del ancho del palín (20 cms) a cada una de las profundidades, se recolectó aproximadamente 500 grs de suelo y todas las raíces contenidas en el hueco, las porciones del suelo y raíz recolectadas por profundidad en cada sitio se depositaron en bolsas debidamente rotuladas con datos de número de surco, número de planta, sitio y profundidad.

V. FASE DE LABORATORIO

A) EXTRACCION DE NEMATODOS DE SUELO

Para la extracción de nematodos de suelo se tomo 100 cc de suelo de la cantidad recuperada en el campo y se procesaron las muestras empleando el método de centrifugación-flotación; que consiste en la separación de los nematodos del material del suelo en una solución azucarada y cuyo principio se basa en el

peso específico del nematodo (Hooper, 1986).

B) EXTRACCION DE NEMATODOS DE RAICES.

Para la extracción de nemátodos de las raíces se utilizó el método de licuadora mas centrifugación-flotación (Hooper, 1986).

VI. PROPUESTA PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Con el propósito de realizar una propuesta en cuanto al tamaño de la muestra, se tomó como base las variables varianza (σ) y media poblacional (μ). Dado el supuesto de que la distribución de la población de nematodos es de forma agregada (parches), nos condujo a optar por un método de muestreo al azar, donde la población requiere una independencia biológica total, sin embargo faltaba información referente a: ¿ Cuantas plantas muestrear ?

Para tal aclaración se planteó la siguiente hipótesis : Que la población esta dividida en dos clases, la clase p que tiene la característica raíces con nematodos y la clase q sin la característica (raíces sin nematodos). En este sentido se hizo una propuesta inicial acerca del tamaño de la muestra basada en la siguiente metodología: se utilizó la ecuación obtenida en la propuesta de Cochran (1975) tomando un número de plantas (N) en el área muestral (una hectárea) por finca,

asumiendo un margen de error (d) del 20%

El tamaño de la muestra (n), resultante de la aplicación de dicha ecuación en cada finca es la siguiente:

$$\text{MARIA AUXILIADORA} \quad n = \frac{6250}{(0.2)^2 + 1} = 24.9$$

$$\text{EL PORVENIR} \quad n = \frac{5442}{(0.2)^2 + 1} = 24.8$$

$$\text{LA BREÑA} \quad n = \frac{1890}{(0.2)^2 + 1} = 24.6$$

Esta muestra se considero un número suficiente que nos permitiera adquirir información para estudiar el nuevo número de muestras, mas acorde a la realidad en el campo.

VII ESTUDIO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Existen varias funciones de distribución estadística comunmente usadas para describir el patrón espacial de individuos, una población de patógenos o plantas enfermas.

Cuando la media y la varianza se conocen se puede decir algo de dicho patrón (distribución espacial), la cual surge de la relación entre la media (μ) y la varianza (σ) dada en función del coeficiente de variación (Campbell 1990).

$$VM = \frac{S^2}{\bar{x}}$$

En base a que las poblaciones de nematodos típicamente se distribuyen de forma agregada se procedió a hacer un análisis del tamaño de la muestra conforme la Ley ponderada de Taylor.

Esta ley refleja los cambios de agregación de la población conforme los cambios de su densidad y establece que la varianza de la muestra está relacionada con la media, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$s^2 = a * m^b \quad (10)$$

en donde m y s son la media y la varianza, respectivamente y a y b son constantes empíricas, (factor de muestreo e índice de agregación respectivamente), calculadas de la regresión de los logaritmos de la varianza sobre los logaritmos de las medias.

Asumiendo como indicador de la proporción en la variabilidad total de la varianza que se debe al efecto de las medias, tenemos lo siguiente: Si $b < 1$, se supone una distribución uniforme; si $b = 1$ se supone una distribución aleatoria y si $b > 1$, se supone una distribución agregada (Taylor 1961, citado por Ives y Moon, 1987.)

El estudio del tamaño de la muestra se realizó, utilizando la ecuación derivada de Karandinos (citado por Ives y Moon,

1987) a partir de la ley ponderada de Taylor. Dicha ecuación es la siguiente:

$$n = \left(\frac{t^{\alpha/2}}{D} \right)^2 a \bar{x}^{b-2} \quad (11)$$

Campbell 1990, asumiendo una relación inversa entre n y C.V obtiene la siguiente ecuación:

$$n = \frac{a * m^{b-2}}{CV^2} \quad (12)$$

En donde n = Tamaño de la muestra.

a y b = Coeficiente empírico de la regresión.

m = Promedios de incidencia.

C.V. = Coeficiente de Variabilidad de la media.

A partir de esta ecuación procedimos a calcular el tamaño mínimo de muestras.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los géneros encontrados en este estudio en las diferentes zonas de la región fueron *Meloidogyne sp* (endoparásito sedentario), *Pratylenchus sp* (endoparásito migratorio) y *Rotylenchulus sp* (semi-ectoparásito).

Existen factores climatológicos (humedad, temperatura, precipitaciones), así como factores físicos-químicos del suelo que favorecen el desarrollo de las poblaciones de nematodos. Tomando en consideración el clima (Cuadro 1), los nematodos se desarrollan en un rango de temperatura entre 15°C y 30°C. Otro aspecto es la humedad del suelo, se ha mencionado que los nematodos se desarrollan en un ambiente húmedo entre el 40% y 60% (National Academy of Sciences, 1989) por está razón y basados en las observaciones del campo se puede decir que probablemente la temperatura de la zona favoreció el aumento de las poblaciones de los nematodos en las fincas de estudio.

Observando el Cuadro 5, se puede notar que los tres géneros estudiados son más abundantes en muestras de raíz con respecto a muestras de suelo. Resultados similares se obtuvieron en Costa Rica donde las densidades y frecuencias de

las poblaciones de nematodos en el suelo son variables y muy bajas, a diferencia de las poblaciones en la raíces que son mayores y frecuentes. Esto se debe al comportamiento biológico de estos tres nematodos ya que pasan la mayor parte de su vida alimentándose dentro de las raíces pasando por un período corto en el suelo en estado larval, en el caso de *Meloidogyne* no hay que obviar que solamente los machos viven libremente en el suelo y que a menudo se encuentran en grandes cantidades.

A esto también podemos añadir los factores físicos (Cuadro 2) que de alguna manera influyen en encontrar esas cantidades de nematodos, según National Academy of Sciences (1989), la textura del suelo es un factor que afecta el movimiento de los nematodos, como se puede ver en la finca Maria Auxiliadora se presentó más baja la población lo que posiblemente se deba en parte, a que posee una textura fina que tiende a compactarse por la humedad del suelo faltando la aireación y dificultando de esa forma el movimiento de los nematodos volviéndolos inactivos.

En cuanto a las fincas El Porvenir y La Breña sus poblaciones fueron altas (Cuadro 5), atribuido a la posibilidad de que la textura del suelo haya favorecido la actividad de los nematodos por las partículas gruesas de arena que poseen, en este tipo de suelo los macro poros drenan con mas rapidez que los micro poros de suelos de textura fina ya que los espacios son mayores permitiéndole a los nematodos un mejor

desplazamiento. Sin embargo la pendiente que existe en la finca El Porvenir favoreció a que los nematodos se concentraran mas en la parte baja con respecto a la parte alta de la finca (área de muestreo).

Con respecto al nivel tecnológico utilizado en las fincas en estudio (Cuadro 3) se puede considerar que tiene alguna influencia sobre la cantidad de nematodos encontrados ya que las condiciones de humedad en el suelo provocadas por la sombra son favorables, esto puede observarse principalmente en la Finca La Breña la cual experimentó una distribución uniforme; sin embargo en las fincas Ma. Auxiliadora y El Porvenir la poblaciones de nematodos presentaron una distribución agregada, probablemente una de las razones que contibuyeron haya sido el distanciamiento entre plantas.

Por lo antes expuesto se decidió tomar como patrón para el análisis las muestras de raíces, con el propósito de dar una propuesta para el tamaño necesario de muestras y submuestras de café.

El siguiente cuadro describe como se encontraron representados las poblaciones en las tres fincas a profundidades de 15 y 30 cm.

Cuadro 5. VALOR MEDIO DE POBLACION DE NEMATODOS ENCONTRADOS EN TRES FINCAS A DIFERENTES PROFUNDIDADES POR 100 CC DE SUELO Y 100 GRAMOS DE RAIZ. IV REGION - NICARAGUA.

FINCAS		<i>Meloidogyne</i> spp		<i>Pratylenchus</i> spp		<i>Rotylenchulus</i> spp	
		Suelo	Raíz	Suelo	Raíz	Suelo	Raíz
MARIA AUXILIADORA	15 CM	89	740	4	204	8	56
	30 CM	60	764	4	152	7	46
EL PORVENIR	15 CM	117	5283	36	577	10	173
	30 CM	68	2282	10	421	10	738
LA BREÑA	15 CM	206	2168	2	56	2	20
	30 CM	41	796	2	21	2	12

DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

El número de muestras puede estar limitado por factores biológicos del sistema, los costos o las consideraciones del tiempo (Campbell, 1990), se espera que estos factores puedan ser manipulados de tal forma que se pueda basar en una cierta confiabilidad para determinar un número de muestras óptimo a partir de una población dada.

La distribución espacial es una característica propia de todo organismo viviente, su investigación y experimentación es

difícil, puesto que si restringimos las poblaciones producimos alteración en su distribución natural. Sin embargo todo lo que puede ser medido en programas de muestreo rutinario, es a través de la media y la varianza, la cual han sido combinadas en varias vías para producir coeficientes o índices de agregación como una ayuda en el análisis de los datos (Taylor, 1984).

Como se puede observar en la Figura 1 según la ecuación dada por el ajuste de Taylor, la cual describe los atributos espaciales de una población, refleja que la población de los nematodos se distribuye de forma agregada en valores de $b = 1.79$ y un $R^2 = 0.89$ significativo.

Con respecto al tamaño mínimo de plantas a muestrear por hectárea tomando las muestras a 15 cm de profundidad, es necesario mostrar cinco plantas para detectar desde bajas hasta altas poblaciones de nematodos, aceptando un 30% de variación. Este número de plantas aumenta a diez cuando asumimos un 20% de variación; sin embargo si se quiere obtener mayor precisión en el muestreo se necesitan 41 plantas asignando 10% de variación (Figura 2.A).

En el muestreo realizado a 30 cm de profundidad se obtiene que el número de plantas requerido es de cinco, cuando aceptamos tener un 30% de variación en las medias poblacionales (Figura 2.B), la misma figura muestra que el número de plantas

aumenta de acuerdo a como la media poblacional disminuye, es decir que a menor coeficiente de variación (20 % y 10 %) el número de plantas a muestrear es mayor.

En la Figura 3.A, se presentan los resultados de los sitios a muestrear por planta de café a 15 cm de profundidad. Tomando en consideración diferentes coeficientes de variación, se puede observar que para detectar poblaciones bajas de nematodos (menor de 5000 nematodos en 100 gr de raíz) es necesario muestrear un sitio aceptando un 30% de variación y tres sitios con 20% de variación y si deseamos mayor precisión en las estimaciones es necesario muestrear doce sitios en una planta aceptando un 10% de variación.

Para estimar poblaciones superiores a 5000 nematodos, se requiere muestrear un sitio aceptando un 30% de variación, la misma figura muestra que el número de sitios disminuye de acuerdo a como la media poblacional aumenta.

En la figura 3.B se observa el número de sitios a muestrear por planta a 30 cm de profundidad; como se puede observar los resultados son similares a los de 15 cm de profundidad.

Nota: El resultado de este estudio esta basado a nivel de los nematodos que afectan en el cultivo de café, sin embargo si el lector desea conocer la distribución poblacional de cada uno de

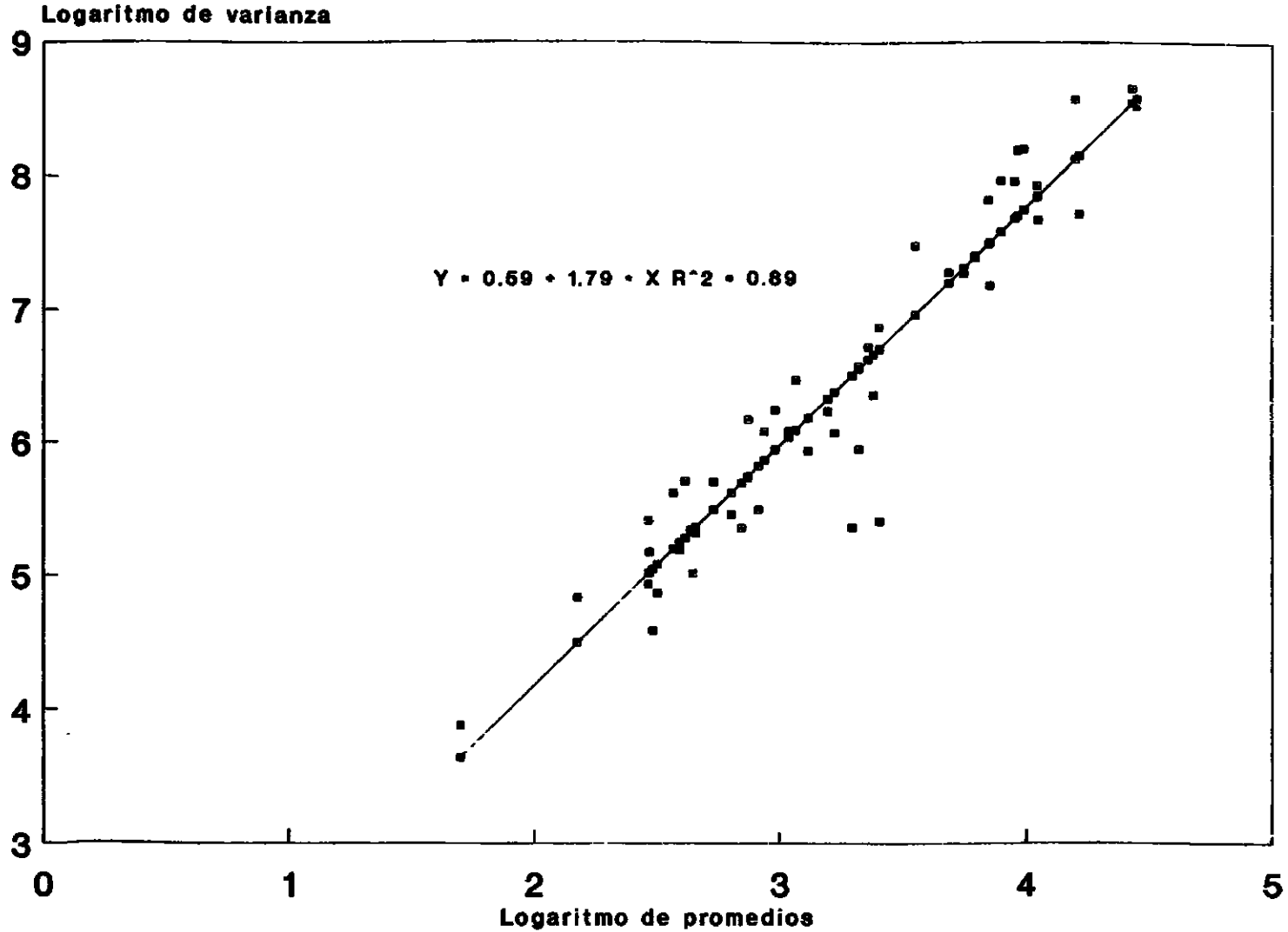


Fig. 1. Distribución espacial de nematodos en café.

Carazo. Nicaragua. 1993.

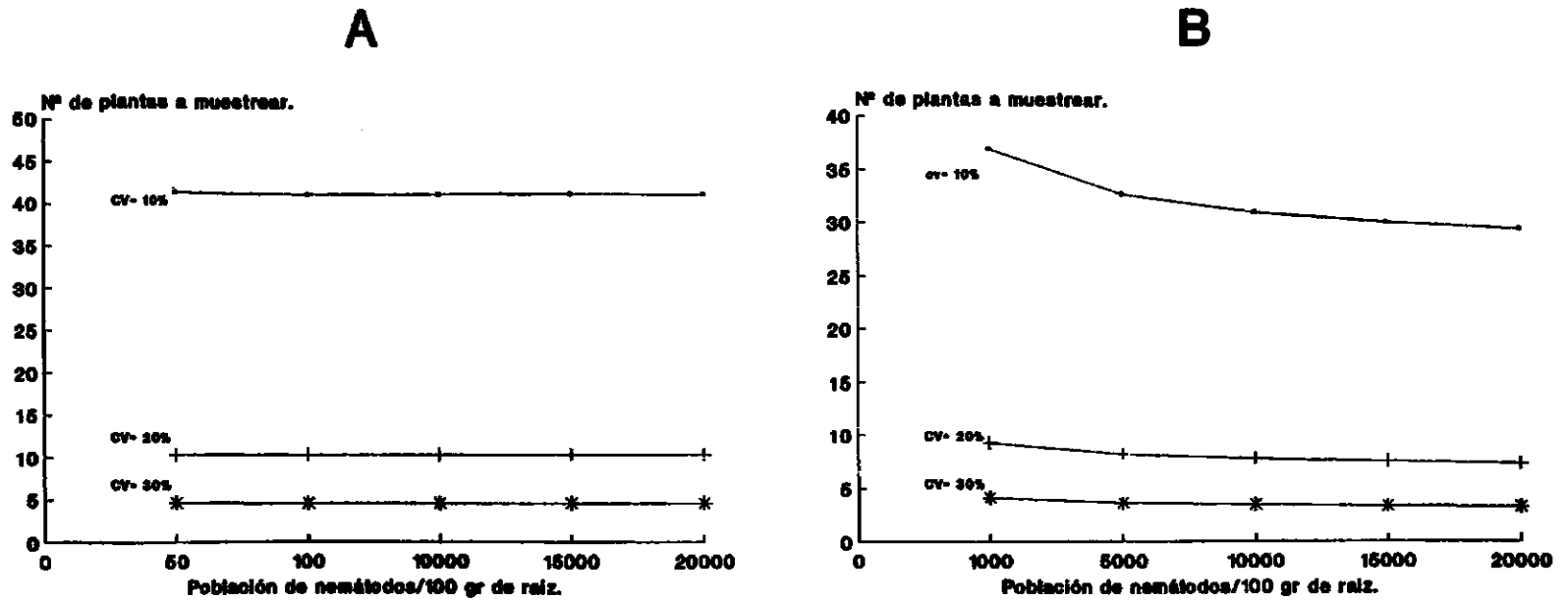


Fig. 2. Plantas a muestrear por hectarea de café para estimar poblaciones de nematodos en la raíz a 15 (A) y 30 (B) cm de profundidad Carazo, Nicaragua. 1993.

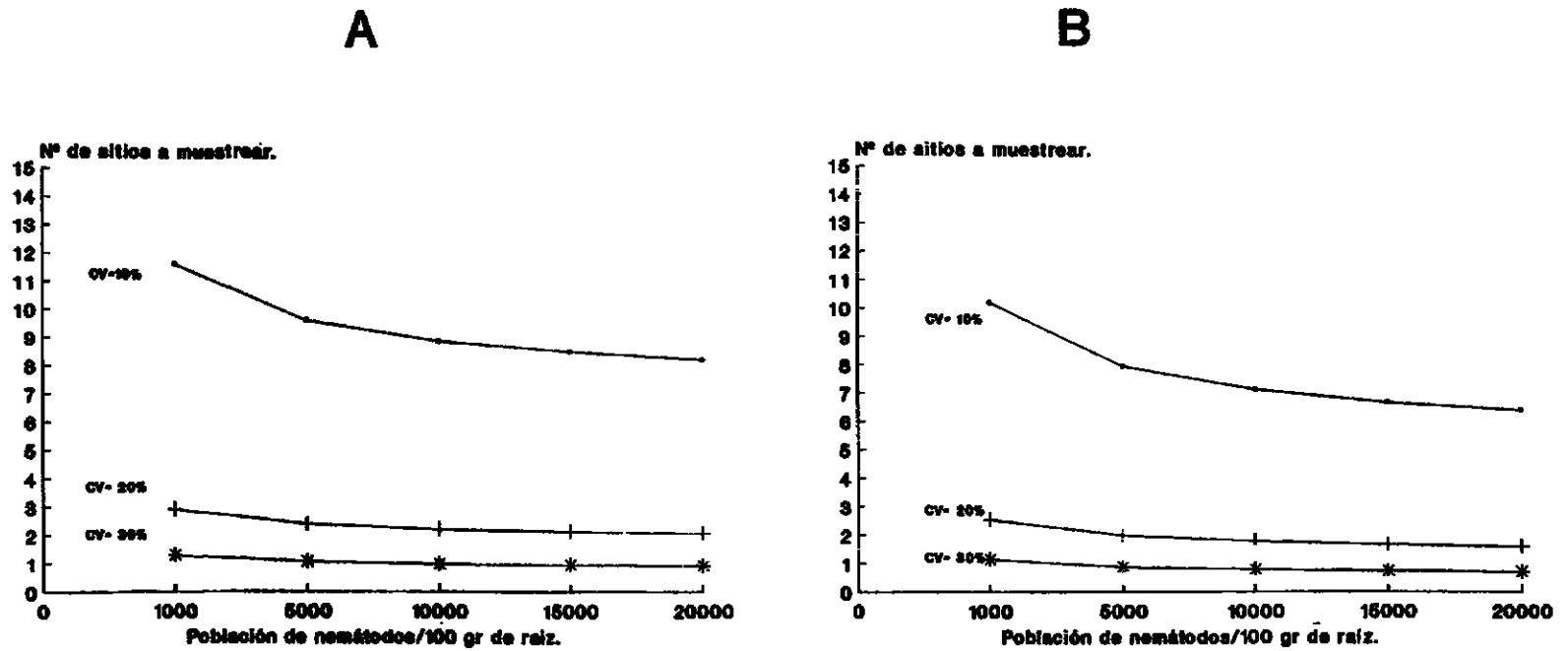


Fig. 3. Sitios a muestrear por planta de café para estimar poblaciones de nematodos a 15 (A) y 30 (B) cm de profundidad Carazo, Nicaragua. 1993.

CONCLUSIONES

1. La distribución poblacional de los nematodos en las fincas Maria Auxiliadora y El Porvenir presentaron una distribución agregada y la Breña una distribución uniforme, por esta razón los resultados presentados se basan en los datos de las primeras dos fincas.
2. El muestreo debe realizarse a 15 cm de la base del tallo y a 15 cm de profundidad.
3. Para lograr un estimado de las poblaciones de nematodos con un 20% de coeficiente de variación, es necesario muestrear 10 plantas por hectárea.
4. Para detectar poblaciones a partir de los 5000 nematodos/100 grs de raíz es necesario muestrear 2 sitios por planta y 3 sitios cuando se desconocen totalmente las poblaciones de nematodos en el campo, esto es aceptando un 20% de coeficiente de variación.

RECOMENDACIONES

1. Repetir este estudio en diferentes períodos del año para verificar si se obtienen los mismos resultados.
2. Determinar un arreglo de plantas en el campo que permita obtener el número de plantas necesarias para formar una muestra compuesta, manteniendo los niveles de confiabilidad de este estudio.

BIBLIOGRAFIA

BELDER, I.EVA DEN ; SEDILES, A. 1985. Control Integrado de Plagas; unidad de muestreo. Proyecto ISCA-LUW Escuela Sanidad Vegetal. (Tomo 1). Managua, Nic; NUFFIC. p 71-81.

BOLIVAR, G. B; SALAZAR, L.; ECHEVERRI R, J.H. 1984. Estudio sobre la distribución vertical y horizontal de los nematodos fitoparásitos asociados al café. (resumen) Suplemento los nematodos. (C.R.) 93-94.

CAMPBELL, C.L ; LAURENCE, V. M. 1990. Introduction Plant Disease Epidemiology. New York. United States Copyrigh. 532 p.

CALDERON VEGA, M. 1989. Reacción de diferentes genotipos de café a *Meloidogyne arabicida* López y Salazar (1989), gama de hospedantes y hongos fitopatógenos asociados. Tesis Msc. Turrialba, C.R.; CATIE. 71 p.

CARVAJAL, J. F. 1984. Cafeto; cultivo y fertilización. Instituto Internacional de la POTASA. 2 ed. Berna Siuza. 254 p.

- CAMPOS, V.P; SIVAPALAN, P. and GNANAPRAGASAM, H.C. 1990.**
Nematode Parasites of Coffea, Cocoa and Tea. IN Plant Parasitic Nematodes in Subtropical Agriculture. Ed by M. L Luc, A. Sikora and Bridge. E.E.U.U. p 387-400
- CHRISTIE, J.R. 1976.** Nematodos de los vegetales. Trad. y Ed. por A.I.D. 2 ed.rev. D.F. Méx, LIMUSA. 276 P.
- COCHRAN, G.W. 1971.** Técnicas de muestreo; La estimación del tamaño de la muestra Trad. Eduardo Casas Díaz. 2 ed. Mexico 22, D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. 507 P.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1989.** Control de nematodos parásitos de plantas. Mex; D.F. 4:38-57.
- FERRIS, H. GOODELL, P and MACKENY, M. 1981.** Sampling for nematodes. California, Agriculture. U.S.A. 35 (5y6) : 13-15.
- FIGUEROA, A. 1974.** Nematodos en café. San José, C.R. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín técnico. N° 62 pag. 12.
- FIGUERES, J.M. 1989.** Manual de recomendaciones para el cultivo del café. Ed. por Pablo Sánchez-Vindas. 6 ed. rev. San José, C.R., Camaleón. P.13

IV CONGRESO NACIONAL MIP, III CONGRESO INTERNACIONAL (IV Y III, 1990, Managua.). 1990. Distribución y niveles poblacionales de nematodos asociados al cafeto en la VI región de Nicaragua. (Resumen) Managua, Nic; 31 P.

HOOPER, D. J. 1986. Extracción of nematodes from plant material In laboratory Methods for work with plant and soil nematodes (J.F. southey ed.). London Ministry of Agriculture. p 50-58

IVES, P.M ; MOON, R.D. 1987. Crop loss assessment and pest managenet; Sampling theory and protocol for insects. Ed. by P. S Teng. U.S.A. The American Phytopathology Society. p 51-62

MARBAN MENDOZA, N.; CALDERON VEGA, M. 1990. Nematodos asociados a los principales cultivos de Nicaragua. (resumen). Suplemento los nematodos. (C.R.) 94.

MONTERROSO, S.D. 1987. Agente causal e importancia del papatillo del jitomate en el estado de morelos. Tesis Dr. en ciencias, Universidad de Chapingo, Colegio de postgrados, Méx 79 p.

ORTON, K.J. 1974. *Meloidogyne hapla*. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes, Set 3 N° 31. Commonwealth Agricultural Bureaux. London. 4 p.

ROMAN, J. 1978. Fitonematología Tropical; Nematodos del café, el té, y el cacao. Universidad de Puerto Rico, Estación experimental agrícola, Rio Piedras, P.R. 113 p.

SIDDIQI, M. R. 1972. *Pratylenchus coffea*. C.I.H. Descriptions of plant parasitic nematodes, Set 1 N° 6. Commonwealth Agricultural Bureaux. London. 3 p.

SIDDIQI, M. R. 1972. *Rotylenchulus reniformis*. C.I.H. Descriptions of plant parasitic nematodes, set 1 N° 5. Commonwealth Agricultural Bureaux. London. 2 p.

STAM TUIJA. 1993. Esquema del desarrollo urbano de San Marcos. Managua, Nicaragua; INETER. s.esc. 4 p.

TAYLOR, R.R. 1984. Assesing and interpreting the spatial distributions of insect populations Ann. Rev. Entmol 29: 321-357.

TAYLOR, A.L. and SASSER, J.N. 1987. Biology and Control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp). Raleigh, N.C., International Meloidogyne project. 111p.

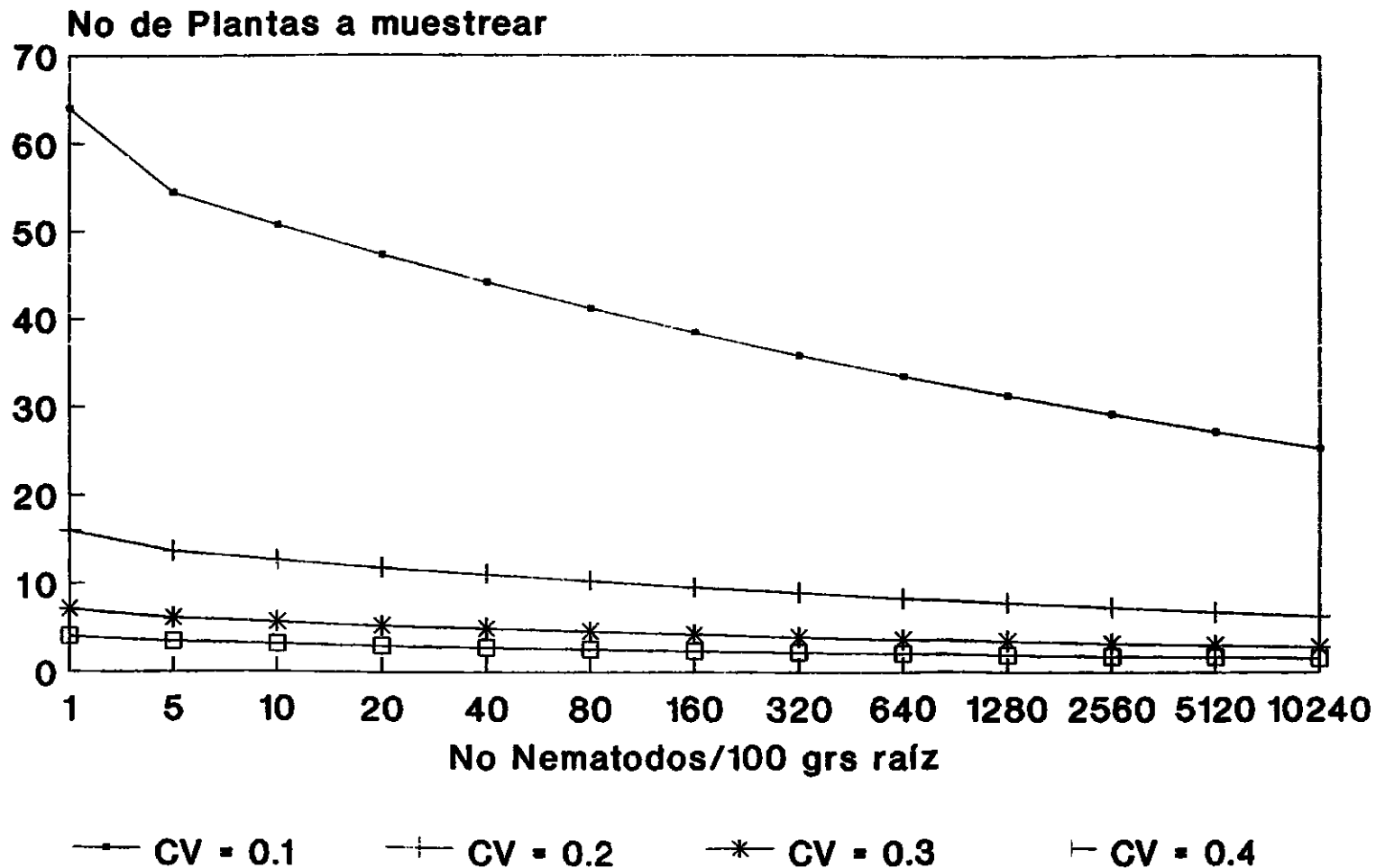
TOWNSHEND, J.L & ANDERSON, R. V. 1976. *Pratylenchus neglectus* (P. Minius). C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes, Set 6, N° 82. Commonwealth Agricultural Bureaux. London. 4 p.

UNICAFE. 1993. Informe anual ciclo cafetalero 1992-1993. Caficultor. Managua, Nic. Revista trimestral 3(4):4-5.

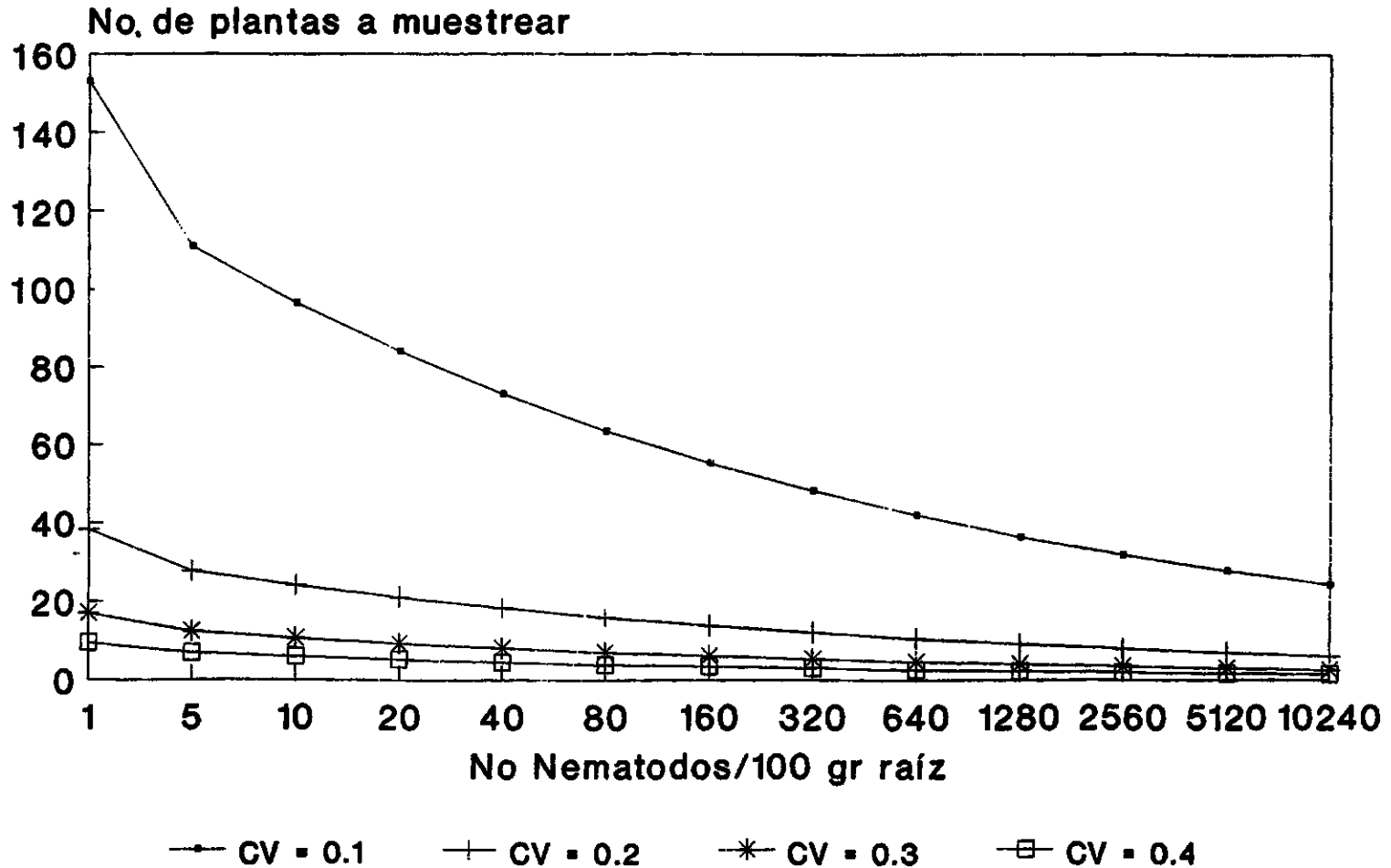
VILLIAN, L. 1991. Estudio sobre dinámica poblacional de *Pratylenchus coffeae* (Zimm) en café en la zona suroccidental de Guatemala. *Nematropica U.S.A.* 21(20): 134-135.

ANEXOS

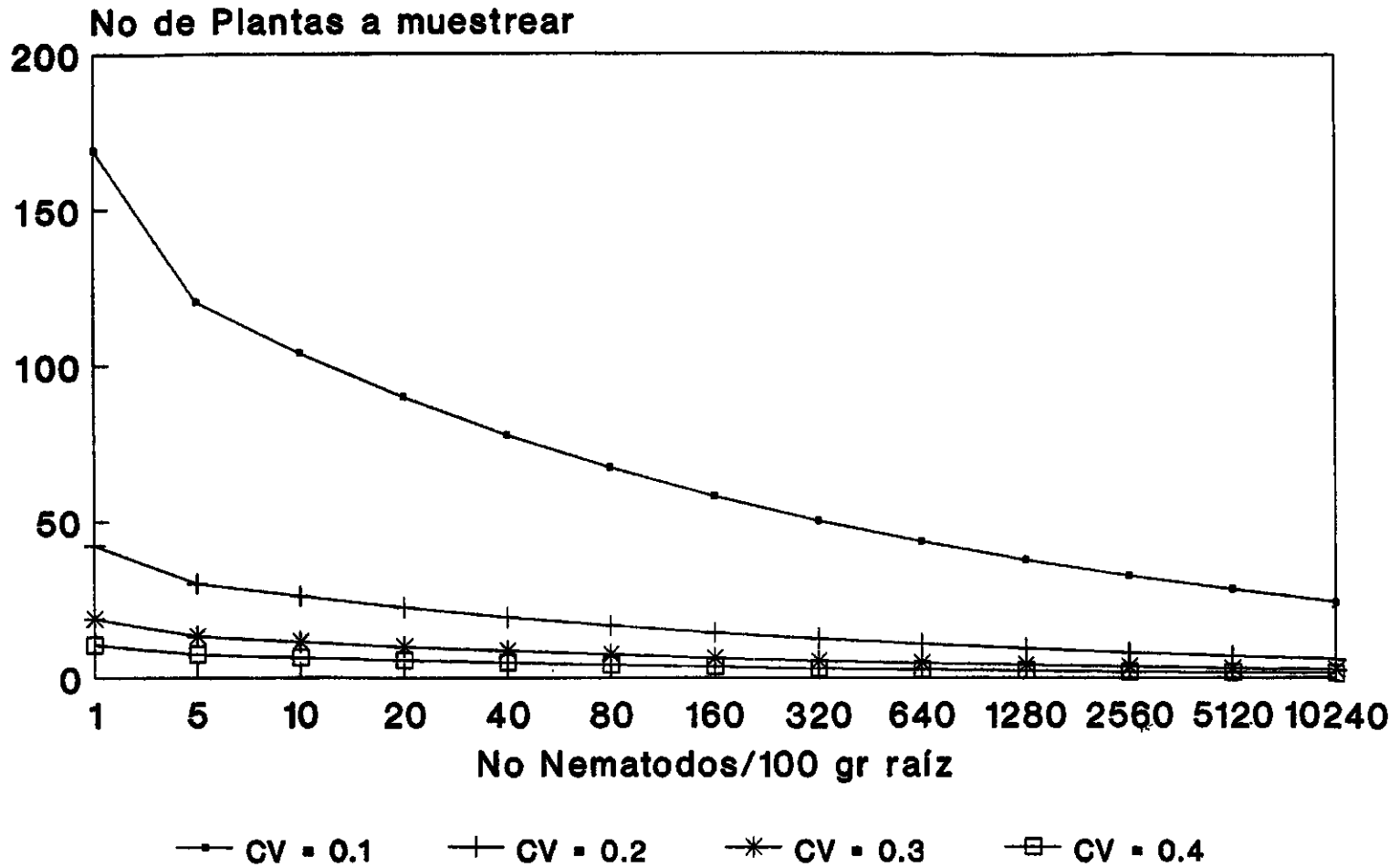
Número de plantas a muestrear en función de CV determinado para Meloidogyne



Número de plantas a muestrear en función de CV determinado para *Pratylenchus*.



Número de plantas a muestrear en función de CV determinado para *Rotylenchulus*.



Profundidad 15 cm