

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

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**DETERMINACION DEL TAMAÑO DE  
CONGLOMERADO DE PLANTAS PARA EL  
MUESTREO DE NEMATODOS EN CAFE**

**DIPLOMANTES:**

**Br. Mauricio Alberto Molina Tapia  
Br. Jorge Alberto Ortega Algaba**

**ASESORES:**

**Lic. Msc. Marywbska Calderón Vega  
Dr. David Monterroso  
Ing. Msc. Arnulfo Monzón**

**Managua, Septiembre de 1996**

**DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de titulación a *Dios*, nuestro creador, por permitirme celebrar este triunfo en compañía de mis seres queridos.

A mis padres José Alberto Molina C. y Angelita Tapia de Molina ya que gracias a su infinito apoyo moral y económico permitieron que culminara con la coronación de mi carrera profesional.

A mis hermanos Carolina y Alberto José Molina Tapia por su comprensión y ayuda.

Mauricio A. Molina Tapia

**DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a Dios sobre todas las cosas, que es el creador de mi persona y me permitió coronar mi carrera profesional.

A mi madre Daisy Algaba Galo, por haberme dado la vida y junto a ella todo el apoyo moral y económico para llegar a la meta final y culminación de mi carrera.

A mi padre Humberto Ortega Blanco quien con sus consejos de gran amigo me brindó su confianza y apoyo moral en mi formación como profesional.

A mis hermanos: Humberto, Haychell, Hirela, René, Haracely, Ivonne y Daisy Ortega Algaba quienes influyeron de manera positiva en la realización de mis estudios.

Jorge Alberto Ortega Algaba

**AGRADECIMIENTOS**

La conducción científica de un estudio no es tarea fácil, sólo se logra conseguir resultados positivos y satisfactorios cuando se cuenta con el respaldo incondicional y desinteresado de personas sinceras e inteligentes.

Es por tal razón que consideramos meritorio dejar plasmado nuestro más sincero agradecimiento a la Lic. Msc. Marywbska Calderón Vega y al Ph. D. David Monterroso nuestros co-asesores en el Proyecto CATIE-MIP, ya que sin su valiosa ayuda y conocimientos no habríamos llegado a culminar satisfactoriamente nuestra empresa.

De igual manera agradecemos al Ing. Msc. Arnulfo Monzón nuestro co-asesor en la Escuela de Sanidad Vegetal de la UNA por su aporte profesional y logístico.

Es necesario hacer mención de la invaluable ayuda técnica y profesional de la Ing. Msc. Isabel Herrera (ESAVE-UNA) y del Ing. Ramón Mendoza (CATIE-MIP/NICARAGUA) quienes nos ayudaron acertadamente en el procesamiento de muestras y datos en nuestro trabajo

#### IV

Agradecemos de manera especial a nuestros amigos Tomás Orozco y Margarita Munguía por su apoyo moral y material en todo momento mientras duró nuestro trabajo.

Es justo y valedero agradecer a personas que de una u otra manera nos proporcionaron su valiosa ayuda en la realización de nuestro trabajo, agradecemos a:

- Lic. Maritza Ramírez (Secretaria CATIE-MIP)
  
- Sra. Ana María Morán (Secretaria ESAVE)
  
- Téc. Sup. Dilma López (Resp. CEDOC-ESAVE/UNA)
  
- Lic. Francis Martínez (Documentalista CENIDA/UNA)
  
- Sra. Ruth Vallecillo (Conserje ESAVE/UNA)

A todas ellas muchas gracias por su valiosa colaboración en la obtención de nuestra meta.

## INDICE GENERAL

SECCIÓN	PÁGINA
Dedicatoria . . . . .	I
Agradecimiento . . . . .	III
Índice General . . . . .	V
Índice de Cuadros . . . . .	VII
Índice de Gráficos . . . . .	VIII
Resumen . . . . .	IX
<b>I.- INTRODUCCIÓN . . . . .</b>	<b>1</b>
<b>II.-REVISION DE LITERATURA . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>III.-OBJETIVOS . . . . .</b>	<b>20</b>
<b>IV.- MATERIALES Y MÉTODOS . . . . .</b>	<b>21</b>
4.1- Ubicación del Experimento . . . . .	21
4.2- Descripción de las Fincas en Estudio . . . . .	21
4.3- Descripción del Muestreo . . . . .	22
4.4- Fase de Laboratorio . . . . .	24
Extracción de Nematodos	
4.5- Propuesta para el Tamaño de Muestra . . . . .	24
4.6- Estudio del Tamaño de la Muestra . . . . .	24
4.7- Análisis de Datos . . . . .	26

<b>V.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> . . . . .	<b>27</b>
5.1- Determinación del Tamaño de la Muestra . .	30
<b>VI.-CONCLUSIONES</b> . . . . .	<b>35</b>
<b>VII.-RECOMENDACIONES</b> . . . . .	<b>36</b>
<b>VIII.-BIBLIOGRAFIA</b> . . . . .	<b>37</b>
<b>IX.-ANEXO</b> . . . . .	<b>42</b>

## INDICE DE CUADROS

CUADRO No.	PAGINA
1. Características Físicas y Tecnológicas de las Fincas en Estudio . . . . .	22
2. Valor Medio de la Población de Nematodos Encontrados en las Cuatro Fincas en Muestras Individuales y Muestras Compuestas por cada 100 grs de Raíz. . . . .	29



## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA No</b>	<b>PAGINA</b>
1. Distribución espacial de <i>Meloidogyne</i> , <i>Pratylenchus</i> y <i>Rotylenchulus</i> en café (Nov. 1994; Carazo, Nicaragua). . . . .	32
2. Plantas a muestrear por hectárea para detectar poblaciones de nematodos en raíces de café. . . . .	33
3. Sitios a muestrear por hectárea para detectar poblaciones de nematodos en raíces de café. . . . .	34

**RESUMEN**

Con el propósito de determinar un tamaño mínimo de muestras, que con cierto grado de precisión permita hacer una estimación confiable y con bajos costos para el productor cafetalero sobre la densidad de nematodos, se realizó un muestreo en 4 fincas del departamento de Carazo (M<sup>a</sup> Auxiliadora, El Porvenir, San Marquitos y La Palmerita) . En cada una de las fincas se seleccionó una hectárea tomando 15 plantas al azar, formando 5 conglomerados de 3 plantas cada uno, en cada planta se muestrearon 2 sitios a una distancia de 15 cm del pie de la planta y a una profundidad de 15cm en donde se recolectaron raíces : simultáneamente se recolectaron muestras de raíces entre cada planta de tal manera que se formó una sola muestra por cada conglomerado a la cual nombramos " muestra compuesta". Por cada conglomerado de 3 plantas se recolectaron 3 muestras individuales y una muestra compuesta totalizando en las 4 fincas un total de 80 muestras de raíces. Los géneros estudiados fueron: *Meloidogyne sp.*, *Pratylenchus sp* y *Rotylenchulus sp*. Los resultados indican que la situación actual de la población de nematodos se encuentra agregada en el caso de los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus*; mientras que en el caso del género *Rotylenchulus* sus poblaciones se encuentran de forma uniforme en las fincas muestreadas.

La muestra individual arrojó mejores resultados que el tipo de muestra compuesta; se determinó que aceptando un 10% de error se hace necesario muestrear al azar 6 plantas(100grs de raíz) distribuidas en 2 sitios por hectárea.

## I- INTRODUCCIÓN

El cultivo del café (*Coffea arabica L.*) es un cultivo que se desarrolla con óptimos rendimientos productivos en zonas tropicales, su producción se ha concentrado principalmente en algunos países de América Latina, en los cuales se produce más de la mitad de la cosecha global a nivel mundial de café (UNICAFE, 1995).

En el ciclo cafetero 1994-1995, a nivel nacional, la producción fue de 894,066 qqqs de café oro ( 405,472.1 Kg) ; el volumen de las exportaciones fueron por el orden de los 728,208 quintales oro neto (330,253.06 Kg) lográndose obtener un nivel de ingresos de divisas al país por el orden de US \$ 118,171,729; promediando un precio de US \$ 162.28 por qq verde (UNICAFE,1995). Este cultivo es de vital importancia para nuestra economía, debido a esto es que se hace necesario el estudio e investigación de los factores adversos a su producción. Entre estos factores podemos mencionar a los de origen patológico como hongos, bacterias y nematodos; estos últimos se presentan como plagas afectando a las raíces principalmente (Bolaños, 1977).

Existe abundante información sobre la incidencia de ciertos géneros de nematodos que limitan la producción agrícola y la economía de muchos países (Román, 1978). Según estimaciones previas existen alrededor de tres géneros de nematodos de mucha importancia, el género **Meloidogyne** representado por más o menos 10 especies; el género **Pratylenchus** de más o menos 3 especies y el género **Rotylenchulus** con 1 especie, las cuales son consideradas de mayor importancia en la producción del café.

Del género *Meloidogyne* podemos considerar a las especies *M. exigua*, *M. coffeicola*, *M. arenaria* y *M. javanica* como las más comunes y peligrosas a nivel mundial; en tanto del género *Pratylenchus* podemos citar a *P. coffeae* como la de mayor cuidado en el desarrollo de la planta (Figueroa, 1974; Lordello, 1972; Salas y Echandi, 1961; Boletín Informativo, MIP-CATIE, 1993; citado por Calderón, 1989).

El género *Meloidogyne* y otros nematodos ocasionan pérdidas a nivel mundial en los cultivos por el orden del 5% aproximadamente, mientras en los pequeños productores de países sub-desarrollados estas pérdidas alcanzan desde un 25% hasta un 50% (Taylor y Sasser, 1978).

Se sabe que los nematodos se reproducen mayormente durante el período lluvioso, pero sus daños en la planta se acentúan durante el período seco cuando los cafetales carecen de agua, muriendo algunas plantas por esta causa; estudios realizados por el Centro Experimental de Café del Pacífico en Masatepe revelaron que las poblaciones de nematodos alcanzan sus mayores densidades en los meses de Septiembre, Enero y Febrero, siendo la especie *Meloidogyne incognita* la más abundante y ampliamente distribuida en fincas del departamento de Carazo (Rosales, 1995). Para llegar a estas conclusiones fue necesario realizar prácticas de muestreo en las fincas de la zona lo que convierte a esta práctica como un instrumento básico en el control de plagas de nematodos.

Debido al desarrollo de los conceptos de manejo integrado de plagas en los cultivos, el muestreo se ha convertido en un componente cada vez más importante en la agricultura moderna,

pues permite conocer y determinar el tamaño de una población de individuos en un determinado tiempo y espacio. Permite, además, estimar sus densidades poblacionales, detectar el patrón de distribución en el campo e identificar, posteriormente en laboratorio, los tipos de nematodos presentes en una área determinada (Ferris et. al., 1981.). Se han realizado muy pocos estudios en esta área, sin embargo se ha demostrado que con un diseño apropiado de muestreo se puede alcanzar una precisión aceptable (Goodell, 1979; citado por Medina y Calero, 1995).

Las poblaciones de nematodos se hallan distribuidas espacialmente en el campo en parches o agregados, en donde el clima, la distribución de las raíces, la movilidad misma de las comunidades o poblaciones a través del tiempo son factores que intervienen en gran medida en la práctica de muestreo.

En nuestro país el muestreo nematológico y el uso del servicio de diagnóstico varía grandemente entre los productores y técnicos, oscilando desde una muestra representativa por hectárea de café hasta 15 o más representando la misma área; el costo por el servicio alcanza en algunos casos hasta \$12 por muestra lo cual significa un gasto fuerte para el productor (Medina y Calero, 1995). Con este estudio se pretende determinar el tamaño de conglomerado y el número mínimo y el arreglo de los grupos o conglomerados de plantas a muestrear, que nos proporcione datos confiables para el análisis nematológico, el diagnóstico y que signifique menor costo para el productor de café.

## II- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. GENERALIDADES DEL CAFÉ:

Es el café uno de los cultivos agrícolas de más reciente historia. Las primeras referencias concretas que se tienen acerca del cafeto datan del siglo VI, y las que se refieren a los orígenes legendarios de la bebida, al siglo XIII (Sánchez, 1969), según los historiadores se dice que el cafeto es originario de Africa Oriental lo que es hoy Etiopía o Abisinia, puesto que es aquí donde se descubre el origen de tantas especies económicas de café (HAARER, 1969). Luego el cultivo se extendió por Asia y América en los siglos XVII y XVIII (Sánchez, 1969).

En 1760 de la Indias Portuguesas paso a Río de Janeiro, (Blanco, s.f), la introducción del cafeto en Nicaragua fue en 1848 procedente de Guatemala (Mejía, 1990).

### 2.2. CLASIFICACIÓN

El cafeto pertenece al tipo espermatófilas, subtipo Angiospermas, clase dicotiledóneas, subclase Gamopétalas, orden rubiales, familia rubiáceas, género Coffea, especies: Arábica, Ibérica, Canephora, etc. En la familia de las Rubiáceas se encuentran catalogadas unas cinco mil especies (Jaramillo, 1982).

La especie *C. arábica* se encuentra ubicada dentro de la sección Eucoffea y sub-sección Erythrocoffea (Le Pelley, 1973).

Las especies del género *Coffea* son principalmente diploides ( $2n=22$ ); *C. canéphora* y *C. Ibérica* son autoestériles por lo que requieren polinización cruzada. *C. arábica* por el contrario es tetraploide ( $2n=44$ ) y posiblemente la única especie autopolinizante (Jaramillo, 1982); *C. arábica* tiene la desventaja de ser muy susceptible al ataque de plagas y enfermedades por el contrario *C. canéphora* es más resistente, razón por la cual su cultivo a reemplazado al de *C. arábica* en algunos países. Existen algunos casos en que el ataque por insectos es más severo en *C. canéphora* que en otras especies, entre ellas *C. arábica* Por ejemplo: la Carcomona de los brotes, *Xylosandrus Compactus*, ataca más severamente a *C. canéphora* que a *C. robusta* en Camerún y Java (Le Pelley, 1973).

### 2.3. ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA

Según la especie, el cafeto puede alcanzar un desarrollo de 10 metros de altura, aproximadamente, sus órganos principales son raíz, tallo, ramas laterales o plagiotrópicas, hojas, flores y frutos, (Jaramillo, 1982).

Es natural esperar que los sistemas radiculares de los cafetos, puedan variar hasta cierto grado de acuerdo con las especies y aún con las variedades de cada especie (Haarer, 1964).

Este está formado por una raíz principal o pivotante con 1.50 m de profundidad (Nosti, 1970); por raíces axilares y laterales y por una cantidad de raicillas que constituyen "La cabellera" (González, SF).

Las ramificaciones laterales, más o menos numerosas, que se desarrollan lateralmente, con frecuencia hasta en el plano horizontal, se prolonga en una red de raicillas, estas exploran las capas superficiales del suelo. Según estudios realizados se dice que el 80% de las raíces (muchas veces más del 90%) se encuentran en la capa superior del suelo, comprendida entre la superficie y 0.30m (Coste, 1969). Ocupando un círculo de más o menos 2.44 o 3.66m de diámetro (Haarer, 1969).

Hay factores que influyen en el desarrollo de la raíces y raicillas, el clima ejerce una marcada influencia sobre el desarrollo de las raíces y raicillas, si el suelo es seco o muy soleado por lo menos una parte del año, o se halla sometido a alternativas de sequedad y humedad, éstas no extienden sus ramificaciones cerca de la superficie (Coste, 1969). El tallo es una estructura leñosa y de buena consistencia (González, s.f) perfectamente recto, el tallo lignificado es casi cilíndrico, pero la parte herbácea no es cilíndrica, sino aplastado y con una sección transversal oval deprimida según el eje menor, la longitud y diámetro del tallo dependen de la edad, variedad y especie del cafeto sobre el tronco, que es la formación ortótropa fundamental, se desarrollan las ramas primarias plagiótropas sobre las cuales se forman las ramas secundarias plagiótropas o brotes anormales ortótropos, y a su vez sobre estas se forman las ramas o maderas terciarias (Nosti, 1970), las hojas son caducas y están colocadas por partes opuestas en los nudos de los órganos ortotrópicos como plagiotrópicos, maduran y se desprenden de la planta. (Jaramillo, 1982).

Los botones florales aparecen generalmente hacia el tercer o cuarto año, estos nacen de yemas situadas en las axilas de



las hojas en las ramas plagiotrópicas (Coste, 1969). Las flores son hermafrodita y están insertadas en las axilas de las hojas y las ramas en grupitos de 4 a 6.

El fruto es una drupa de forma ovoide-elíptica, con pedúnculo corto, el color tamaño y diámetro depende de la variedad y especie de cafeto (Jaramillo, 1982).

#### 2.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES

El cafeto al igual que muchas otras plantas, es un cultivo atacado por muchas plagas y enfermedades, entre las más importantes de orden económico se destacan:

***Rhizoctonia Solani; Corticium rolfsii; Pythium sp. y Fusarium sp.*** (Blanco ,S.F). ***Hemileia Vastatrix Berck y Br.; Cercospora coffeicola Berck y Cooke; Collectotrichum coffeanum Noack; Mycena citricolor u Omphalia flavida;*** (Coste, 1964); ***Phoma sp, Rosellinia bunodes*** by Br. (Jaramillo, 1982). ***Leucoptera Coffeella Guer; Stephanodores hampei ferr e Hypothenemus hampei ferr.*** (Hanania S.F); ***Toxoptera aurantii; Coccus viridis; Pseudococcus citri*** (Blanco, S.F).

Otras plagas de mucha importancia en el cultivo de cafeto son los nematodos, ya que en la mayor parte de las plantaciones de cafeto en el país, es común la presencia de estos parásitos, especialmente de las especies siguientes; ***Meloidogyne exigua; M. incognita y Pratylenchus coffeae*** (Jaramillo , 1982).

## 2. NEMATODOS

El cultivo del café se ve afectado por varias plagas y enfermedades entre las que se incluyen a los nematodos como causantes de pérdidas económicas cuantiosas ( Taylor y Sasser, 1978).

En Centroamérica existen pocos estudios sobre el impacto económico de cada una de las especies asociadas al café. Según Sasser, citado por Morera (1986), en Centroamérica, México y el Caribe las pérdidas ocasionadas por los nematodos alcanzan aproximadamente un 10% de la producción total.

Según Hernández (1991), citado por Medina y Calero (1995), los síntomas como la reducción de la velocidad de crecimiento y pérdida de la vitalidad de las plantas de café, se asocian al sistema radical en el cual se puede observar la presencia de agallas, en el caso de ataques del género *Meloidogyne sp.*, lesiones en las raíces provocadas por *Pratylenchus sp.* y *Rotylenchulus sp.*

### 2.1 *Meloidogyne sp* :

El género *Meloidogyne* ha sido objeto de varias revisiones, Goodey en 1932, los nombró como *Heterodera marioni* (Hirschmann, 1985). Chitwood (1949) agrupa a todos los nematodos formadores de agallas dentro del género *Meloidogyne*; basado en estudios morfológicos de diferentes poblaciones de este nematodo y en las diferentes respuestas de los hospedantes reconoce y redescrive claramente las cuatro especies más comunes y ampliamente distribuidas a nivel mundial: *M. incognita* (Kofoid & White, 1919); *M. javanica* (Troub, 1885); *M.*

*arenaria* (Neal, 1889) y *M. hapla* (Chitwood, 1949). Además de *M. exigua* (Goeldi, 1887) describe una nueva variedad a la que da el nombre de *M. incognita* var. *acrita*.

En el año 1968, Whitehead redefine el género y confirma 23 especies. Franklin en 1972, elabora una lista en la que incluye a 23 especies y para el año 1979 el mismo Franklin informa de 36 especies válidas (Hirschmann 1985 b). Hasta junio del año 1984 se habían reportado 54 especies y 2 sub-especies de *Meloidogyne* (Hirschmann 1985), 11 de las cuales tienen a *Coffea* como hospedante (Taylor y Sasser 1978), siendo *M. incognita*, *M. coffeicola* y *M. exigua* las de mayor distribución e importancia económica en cafeto (Sasser, 1979; citado por Medina y Calero 1995 ).

La distribución de las especies de *Meloidogyne* varía con el clima, tres de las cuatro especies más comunes a nivel mundial se encuentran ubicadas entre 35° de latitud Norte y 35° latitud Sur; estas son: *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. incognita* (Taylor y Sasser 1978).

Chitwood (1949) tomó como base los caracteres morfológicos para especies de *Meloidogyne*. Los tres caracteres que utilizó fueron el modelo perianal, la distancia de la base del estilete al punto donde el ducto de la glándula esofágica dorsal y la forma del estilete. El modelo perianal es una característica de la hembra adulta, mientras que los otros dos caracteres pueden observarse mejor en larvas recién incubadas y en machos adultos. Wouts, citado por Taylor y Sasser (1978), ubica las especies *Meloidogyne* dentro del Phylum Nemata Clase Secernentea ; Orden Tylenchida ; Superfamilia Tylenchoidea y Familia Meloidogynidae.

El ciclo de vida de *Meloidogyne spp.* puede dividirse en dos fase: Una fase pre-parasítica que inicia con el huevo en estado unicelular el cual es depositado en una matriz gelatinosa, donde se desarrolla en una larva (primer estadio juvenil) teniendo su primera muda dentro del huevo. Luego emerge al segundo estadio juvenil que abandona el huevo para buscar una raíz y alimentarse.

La segunda fase corresponde al ciclo de vida parasítica que se inicia con el segundo estadio juvenil infectivo, este penetra la caliptra de la raíz y se mueve entre las células no diferenciadas, colocándose en el cilindro vascular, inicia su alimentación aumentando de tamaño, completando la segunda, tercera y cuarta muda cuando la hembra toma una forma globular o ligeramente alargada mientras que el macho adopta una forma alargada filiforme luego de la tercera muda. La duración del ciclo está fuertemente afectado por la temperatura, en espacios de clima cálido entre 25°C y 30°C *Meloidogyne* puede completar su ciclo en 21 días aproximadamente (Taylor y Sasser, 1978).

El género *Meloidogyne*, también llamado "nematodo de los nódulos radicales" o "nematodo de agallas de la raíz" , produce lesiones mecánicas muy leves cuando en estado larval entran a las raíces y a otras estructuras subterráneas, salvo cuando un gran número penetra en un espacio limitado (invasión masiva) ; la mayor parte de los efectos sobre los tejidos circunvecinos se producen por la secreción inyectada a través del estilete de la larva mientras se alimenta. Las plantas infestadas tienden a mostrar mucho menos raicillas pequeñas que las normales y los síntomas pueden caracterizarse por una combinación de vesículas y de raíces toscas, las vesículas tienden a agrandarse y a afectar a las raíces principales ( Christie,1976).

## 2.2 *Pratylenchus* sp:

En el año 1898, Zimmermann detectó la especie *Pratylenchus coffeae* en raíces de café severamente dañadas en Java; además fue el primero en demostrar la patogenicidad de la especie *Pratylenchus*, al reportar que *P. coffeae* destruyó alrededor del 95% de *Coffea arabica* en Java; mientras que, actualmente, en Brasil se reportan pérdidas de hasta un 5% a causa de *Pratylenchus spp.* y otros nematodos. Otras especies como *P. brachyurus*, *P. loosi* y *P. pratensis* se han encontrado en raíces de café, sin embargo no se posee mucha información sobre sus efectos; en Ceylan, *P. loosi* es una plaga grave en las plantaciones de té (Le Pelley.1973). Según Schieber (1966) las plantitas en almácigos infestadas con *Pratylenchus coffeae* son enanas y cloróticas. Las raíces infestadas se caracterizan por lesiones pardas. En plantas adultas el síntoma típico es la clorosis y marchitamiento especialmente en la época de sequía. Otro síntoma muy típico es la presencia de zonas corchosas en el tronco del árbol. Según Whitehead (1969); citado por Calderón(1989), en la India los árboles de 1 a 5 años de edad infestados con *P. coffeae* mueren por los estragos causados por el nematodo.

Monterroso (1973); citado por Román(1978), encontró que en cafetos en Puerto Rico hay relación entre *P. coffeae* y cafetos de marchitez extrema y cultivados a pleno sol.

Cabe apuntar que *P. coffeae* se halla ampliamente distribuido en Centroamérica, Java, Puerto Rico, Brasil, República Dominicana, Venezuela, Congo, India e Indonesia.

*Pratylenchus spp.*, conocido también como nematodo lesionador, posee un ciclo de vida que varía de 54 a 65 días según Hasting (Ferris, Goodell, and Mckenry, 1981).

En el estadio juvenil sufren tres mudas sin alimentarse y dan paso al estadio pre-adulto. Por su parte las hembras son parcialmente infectiva, penetran las células radicales a la altura de la corteza, luego de cierto tiempo la hembra comienza a hincharse hasta adoptar su característica forma arriñonada.

Son parásitos vagabundos y ninguna fase de su desarrollo puede denominarse como la etapa de infestación, porque tanto las larvas y adultos de diferentes edades se encuentran dentro y fuera de las raíces (Ferris, Goodell, and Mckenry, 1981).

Son endoparásitos migratorios, ambos sexos son vermiformes y se alimentan del corte de las raíces, que como consecuencia se vuelve amarillo y a continuación castaño en las zonas afectadas por el parásito. Las lesiones pueden generalizarse y en una etapa más avanzada hacerse visibles al exterior; las migraciones de los nematodos producen un sistema de canales en los cuales se reproducen hongos, de modo que las lesiones de las raíces a causa de los nematodos indica frecuentemente lesiones nuevas (Le Pelley, 1973).

### 2.3 *Rotylenchulus reniformis*.

Linford y Oliveira (1940) citado por Christie 1979; encontraron por primera vez a *Rotylenchulus reniformis* en las raíces de las plantas de Caupí que se cultivaban en un campo de piña en la isla de Hawaii . Según D'Souza (1965);citado por Román(1978), *R. reniformis* es el nematodo semi-endoparásito más

importante en los cafetales del sur de la India, hasta el punto que es prácticamente imposible cultivar los suelos severamente infestados por el mismo, actualmente se sabe que este nematodo ataca a un gran número de plantas, árboles frutales y se halla completamente distribuido en todas las regiones tropicales y sub-tropicales del mundo.

Se ha observado que las hembras son parásitos no así los machos a los que no se les ha observado que penetren a las raíces (Christie, 1976). *Rotylenchulus* en los estados jóvenes se alimenta ectoparasiticamente y en los estados finales penetran los tejidos de las plantas huéspedes. El extremo posterior del cuerpo permanece fuera de la raíz, hinchándose y tomando forma de riñón; la hembra deposita los huevos en una matriz gelatinosa. El segundo estado larval emerge de los huevos, los ciclos son continuos (National Academy of Science, 1980).

La especie *Rotylenchulus reniformis* es un nematodo semi-endoparásito importante en las regiones calientes. Las poblaciones de este nematodo pueden alcanzar niveles de 10,000/100 cm<sup>3</sup> de suelo, causando un desbalance de minerales en el hospedante (Hussey, 1985).

Según D'Souza y Sreenivasan (1965), citados por Román (1978), entre los síntomas más importantes provocados por este nematodo se encuentra un pobre desarrollo de la raíz principal, una ausencia casi total de raíces absorbentes, clorosis y marchitamiento del follaje; en invernadero Ayala (1962); citado por Román (1978), demostró que *Rotylenchulus* causa enanismo a plantas pequeñas de *Coffea arabica*.

### 3. ASPECTOS GENERALES DEL MUESTREO

Rara vez puede conocerse con exactitud la densidad, variedad o tamaño total de las poblaciones de organismos en la naturaleza. Para estimar estos parámetros se recurre al muestreo. El valor de los datos de muestreo para estimar los verdaderos parámetros poblacionales dependerá de lo apropiado de los métodos y diseño de muestreo (Andrew y Quezada, 1989).

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 de raíz respectivamente, determinándose los géneros *Pratylenchus* sp. y *Meloidogyne* sp. principalmente (García, 1990); citado por Medina y Calero (1995).

En un estudio realizado entre 1979 y 1984 en las distintas regiones de Nicaragua productoras de café, caña de azúcar, banano, frijol, maíz, tabaco y papa con el propósito de conocer la nematofauna presente en cada cultivo se obtuvieron los siguientes resultados: mediante el procesado de suelos y raíces se mostraron diferencias en las zonas productoras en cuanto a frecuencia y distribución de cada uno de los géneros de



nematodos encontrados presentando la mayor frecuencia Meloidogyne (100%), Pratylenchus (100%) y Rotylenchulus (75%) (Marbán & Calderón(1990) ;citado por Medina y Calero(1995).

#### 4. CONSIDERACIONES PARA UN MUESTREO

El muestreo nematológico permite determinar los diferentes nematodos presentes en un cultivo determinado. También, el muestreo, puede detectar un patrón en la distribución espacial de los nematodos en el campo lo cual puede sugerir tratamientos parciales o totales reduciendo así el impacto económico y ambiental de los métodos de control comúnmente usados (Ferris, Goodell, and Mckenry, 1981).

Además, en algunos casos, el muestreo puede ser usado para predecir el desarrollo de una población y la respuesta del cultivo durante el siguiente ciclo agrícola ( De la Jara, y Zeron, 1983;citado por Medina y Calero, (1995)). Según Ferris, Goodell & Mackenry, (1981), debe tomarse muy en cuenta el tiempo en el año en que se realiza el muestreo, ya que es un factor importante para interpretar el conteo de los nematodos como causa de daño en los cultivos perennes; además, el ciclo de vida de los nematodos y sus hábitos alimenticios deben ser considerados en relación al tiempo de muestreo.

Belder y Sediles (1985), consideran que para conseguir estimados precisos de la población al realizar un muestreo deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- 1) Todas las unidades en estudio deben tener igual oportunidad de selección, de esta forma se logra la imparcialidad en la operación.
- 2) La unidad debe ser estable.
- 3) La proporción de la población debe permanecer constante dentro de la unidad en estudio.

- 4) La unidad de muestreo debe permitir por si misma estimar la población absoluta.
- 5) La unidad de muestreo debe 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 de fácil identificación en el campo y colectarse con facilidad.

#### **4.1 DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS NEMATODOS**

Los patrones de distribución en el caso de los nematodos pueden variar en el tiempo y el espacio; pueden estar por ejemplo, agregados, uniforme o al azar. Las razones por las que estos organismos se hallan en variados arreglos espaciales pueden ser la textura del suelo, el patrón de drenaje e irrigación, los gradientes de temperatura y la mortalidad diferencial (Andrews y Quezada, 1989; Ferris, Goodell, and Mckenry, 1981). Sin embargo, el factor más importante que afecta la distribución de nematodos es su fuente de alimentación, es decir la planta hospedera ( Ferris, Goodell and Mckenry, 1981).

El sitio preferido de alimentación de muchos nematodos son los puntos activos de crecimiento radical, la distribución de estos puntos en el sistema radical de las plantas es importante para la determinación de la microdistribución de los nematodos.

La confiabilidad de un esquema de muestreo está indicada por la variabilidad entre estimaciones repetidas de la población. Si muestras repetidas del mismo campo en el mismo tiempo dan estimaciones radicalmente diferentes de las

poblaciones de nematodos, esto indica que el procedimiento de muestreo no es una base confiable para tomar decisiones en el manejo de plagas. Una aproximación para mejorar la eficiencia en la estimación es estratificar o dividir el campo en regiones con probable diferencia en las densidades poblacionales; a medida que el número de muestras que representan un estrato o campo se incrementan, aumentan los costos. El incremento en los costos por el aumento del número de muestras debe contrastarse con los beneficios que se gana en confiabilidad, medida esta por la variación entre estimaciones repetidas cuando se incorporan en la estimación más muestra.

El transporte, manejo y almacenamiento de las muestras tanto de suelo como de raíces son pasos extremadamente delicados dentro de la estimación de densidades poblacionales de nematodos (Ferris, Goodell and Mckenry, 1981).

El tamaño y arreglo de la muestra varía según el cultivo, en Alfalfa, por ejemplo, se reporta que para lotes de 20 acres, la confiabilidad en las estimaciones no aumenta más allá de 5 muestras de 12 sub-muestras cada una. No obstante para cultivos perennes como los frutales se hace necesario muestrear 3 sitios de 2 sub-muestras cada uno (Ferris, Goodell & Mckenry, 1981).

El muestreo se realiza para medir aspectos relevantes de las poblaciones y el sistema en el que se encuentra; a su vez estas mediciones servirán más adelante para diseñar e implementar una o más tácticas dentro de una estrategia amplia de combate contra la plaga (Andrews y Quezada, 1989).

Monterroso (1978), citado por Medina y Calero (1995), define un tamaño de muestra para eventos cualitativos (proporcionales) y considerando máxima varianza, mediante la siguiente ecuación:

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

En donde

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

d = cota superior del error.

## **OBJETIVOS**

1. Determinar un arreglo de las plantas en el campo, que nos permita hacer una buena estimación de la población de nematodos.
2. Determinar el tamaño del conglomerado de plantas que sea económicamente factible (en tiempo y/o dinero) para que el productor tome las muestras con el propósito de estimación de las poblaciones de nematodos.

## **IV- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.**

El estudio se llevó a cabo en 4 fincas ubicadas en la IV Región (Carazo) de Nicaragua en los meses de Octubre y Noviembre de 1994. El departamento de Carazo se halla ubicado entre 500 y 600 m.s.n.m, su precipitación anual oscila entre 1200-1300 mm, la textura de sus suelos es del tipo franco y su temperatura se encuentra entre 22-24°C. Se muestrearon 4 fincas cafetaleras cuyas condiciones climáticas son similares, debido a que se hallan ubicada en la misma región, tomamos estas 4 fincas como una estimación confiable y representativa para determinar un tamaño de muestras acorde con la realidad en el campo; en total se recolectaron 80 muestras, entre individuales y compuestas, de raíces para su posterior análisis nematológico. Se determinó además, las características físicas de cada finca.

### **4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS FINCAS EN ESTUDIO.**

En este estudio se hace necesario tener información sobre las condiciones climáticas de la zona, las características físicas propias de cada finca y el nivel tecnológico que posee cada una de las fincas ; esto es con el propósito de conocer los factores que pueden incidir sobre el comportamiento de las poblaciones de nematodos en el campo.

**Cuadro 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y TECNOLÓGICAS DE LAS  
FINCAS EN ESTUDIO. CARAZO, NOVIEMBRE 1994.**

<b>FINCA</b>	<b>MA. AUXILIADOA</b>	<b>EL PORVENIR</b>	<b>SAN MARQUITOS</b>	<b>LA PALMERITA</b>
<b>N. TECNOLÓGICO</b>	Semi-Tecn.	Semi-Tecn.	Semi-Tecn.	Semi-Tecn.
<b>TEXTURA</b>	Franco- Arcilloso	F.Arcillo- Arenoso	F.Limoso- Franco	Franco-F. Limoso
<b>PH</b>	5.6	5.7	5.8	5.9
<b>M.O.</b>	10.1	11.7	4.02	7.26
<b>VARIEDAD</b>	Catuaí	Catuaí	Catuaí	Catuaí
<b>DIST. SIEMBRA</b>	0.5*4m	1.25*1.47m	0.58*3.10m	0.87*2.32m
<b>DENS. SIEMBRA</b>	3,726 plantas	2,990 plantas	1,650 plantas	3,614 plantas
<b>SOMBRA (%)</b>	20	15	20	25

#### 4.3. DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO.

En cada finca se seleccionó un lote cuyas características fueron:

- Promedio de sombra del 20%.
- La edad promedio del lote 8 años.
- La variedad fue Catuaí amarillo.

Del lote escogido se tomaron al azar 5 grupos de 3 plantas cada uno y en cada planta se determinaron 2 sitios de extracción de raíces; la distancia del punto o sitio de muestra es de 15cm de la base del tallo debido a que la tendencia general para localizar las mayores densidades de nematodos es a la mitad de la zona de goteo según Bolívar, Salazar y



Echeverría (1984) citados por Medina y Calero (1995); y a 15cm de profundidad basándonos en resultados obtenidos por Medina y Calero (1995), estos dos sitios de extracción por planta los ubicamos a la derecha e izquierda de cada planta en el surco; estas mediciones se hicieron con una cinta métrica, tanto distancias en suelo como a los palines de extracción los cuales marcamos con los 15cm de profundidad con cinta adhesiva, las muestras se guardaron en bolsas debidamente codificadas.

Por cada planta se recolectó 1 muestra individual y por cada grupo de 3 plantas una muestra a la cual llamamos "muestra compuesta", el punto de ubicación de extracción de esta muestra se realizó en los extremos y entre las tres plantas usando para tal fin las mismas medidas de profundidad y distancia del pie de la planta; por lote se recolectaron 5 muestras compuestas produciendo un total de 20 muestras compuestas en los 4 lotes muestreados.

Esta muestra compuesta se recolectó con el objetivo de comparar sus resultados con los resultados de las muestras individuales y, de acuerdo a estos resultados, poder tener dos alternativas confiables de recolección de muestras de raíces de café para la estimación de poblaciones de nematodos, además de poder escoger la que más convenga tanto en dinero como en tiempo al productor. Luego que se extrajeron las muestras del lote se procedió a iniciar la fase de laboratorio.

#### **4.4. FASE DE LABORATORIO**

##### **EXTRACCIÓN DE NEMATODOS**

El método que se utilizó para extraer nematodos fue el de centrifugación-flotación, descrito por Herrera & Bijlmakers, 1992. Este método de centrifugación - flotación es el más rápido que se conoce para extraer nematodos de una muestra, además de que se obtiene la máxima diversidad de géneros y el mayor número de individuos (Herrera & Bijlmakers, 1992; citado por Medina y Calero, 1995).

#### **4.5. PROPUESTA PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA**

La propuesta para el tamaño de muestra se basa en los resultados del trabajo de investigación realizado por Medina y Calero (1995) en el cual proponen tomar aleatoriamente 15 plantas distribuidas en 5 sitios por cada hectárea de café dicho trabajo se basó en la ecuación obtenida en la propuesta de Cochran (1975).

#### **4.6. ESTUDIO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA**

En la actualidad existen diversas funciones de distribución estadística que son usadas comúnmente para describir el patrón espacial de individuos, poblaciones de patógenos o de plantas enfermas.

Dado que las poblaciones de nematodos se distribuyen típicamente de forma agregada, se procedió a hacer un análisis del tamaño mínimo de muestra de acuerdo a la ley ponderada de Taylor; según la cual, se reflejan los cambios de agregación de

la población conforme los cambios de su densidad, esto significa que la varianza de la muestra está relacionada con la media de manera directa y lineal, es decir que si la media aumenta la varianza también aumentará.

Si se relaciona el logaritmo de la media con el logaritmo de la varianza la ecuación de regresión resultante será:

$$(1) \quad \log S^2 = a + b \log m$$

Si se quita la transformación logarítmica la ecuación que resulta será :

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

En donde  $m$  y  $S$  son la media y la varianza respectivamente, en tanto  $a$  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.

De acuerdo a la ley ponderada de Taylor, se obtienen los siguientes criterios de decisión: 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.

El estudio del tamaño de la muestra, se basa en un trabajo de estudio realizado por Mendoza (1993) en cuanto a la comprobación del tamaño de la muestra para enfermedades en plantas de café en Nicaragua, dicho tamaño de muestra se obtiene a través de la siguiente ecuación:

$$(3) n = \frac{a * m^{b-2}}{CV^2}$$

En donde  $n$  = Tamaño de la muestra.

$a$  y  $b$  = Coeficiente empírico de la regresión.

$m$  = Media de la población.

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

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

#### 4.7. ANÁLISIS DE DATOS

Para analizar nuestros datos realizamos un análisis de regresión. Para tal fin usamos el programa de computador lotus 1,2,3 dentro del cual procedimos a realizar cálculos de las medias poblacionales de nematodos. Las variables evaluadas fueron: el logaritmo de medias (eje x) y el logaritmo de varianzas (eje Y). Posteriormente procedimos a introducir estas variables en el análisis de regresión para obtener un gráfico donde muestre el tipo de distribución de las poblaciones encontradas y a partir de esta poder determinar el arreglo de las plantas y los conglomerados de ellas en el campo, además de verificar el grado de confiabilidad y precisión de nuestros datos a través de la ecuación de regresión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se encontraron tres géneros de nematodos característicos en zonas cafetaleras de nuestro país tales como *Meloidogyne sp.*, *Pratylenchus sp.* y *Rotylenchulus sp.*. En general se sabe que el desarrollo de las poblaciones de nematodos en el campo es en algunos casos limitada y favorecida en otros debido sobre todo a la acción de factores climáticos, considerándose dentro de estos a las precipitaciones, humedad y temperatura como los de mayor incidencia en el desarrollo de las poblaciones de nematodos; además de factores físico-químicos del suelo como la textura del mismo, el porcentaje de Materia Orgánica por ejemplo y cuyos resultados se muestran en el Cuadro (1); según la National Academy of Sciences (1989), el desarrollo de las poblaciones de nematodos aumenta favorablemente en rangos de humedad de entre el 40% y el 60%. Dado lo anterior podemos considerar que muy probablemente los factores antes mencionados incidieron de alguna manera en el comportamiento de las poblaciones de nematodos en los sitios muestreados. Cabe señalar que durante realizamos nuestro muestreo en el campo, las precipitaciones fueron constantes por las tardes y se mantuvieron desde octubre 1994 hasta enero 1995.

De las cuatro fincas muestreadas, La Palmerita presentó la media poblacional más alta tanto en el muestreo individual como en el compuesto, suponemos que esto se debe a la incidencia de las precipitaciones que se presentaron en la zona antes y durante realizamos nuestro estudio, las precipitaciones se presentaron sobre todo en horas de la tarde permaneciendo la mayor parte del día un clima entre soleado y nublado ; además,

el lote muestreado presento alta densidad de siembra,abundantefollaje en las plantas lo cual proporciono considerable humedad al suelo. En cambio El Porvenir presentó medias poblacionales bajas,debido probablemente a las características propias del lote como son un bajo porcentaje de sombra y al pobre follaje de las plantas, la densidad de siembra en esta finca es baja en comparación con la distancia de siembra de las otras 3 fincas ver Cuadro (1).

Según National Academy of Sciences (1989) , citada por Medina y Calero (1995) , la textura del suelo es un factor que afecta el movimiento de los nematodos, sin embargo en la finca El Porvenir a pesar de poseer suelos con textura favorable para el movimiento de los nematodos las poblaciones no fueron las más altas creemos, por tanto, que se debe sobre todo a la incidencia de los factores anteriormente mencionados. Engeneral,las condiciones climáticas incidieron de manera favorable para el desarrollo de las poblaciones,aunque las medias poblacionales fueron relativamente bajas en unas fincas y altas en otras fincas;creemos que el muestreo de raíces de forma individual es suficiente y confiable para el muestreo nematológico en el campo.

Cuadro 2. VALOR MEDIO DE POBLACIÓN DE NEMATODOS ENCONTRADOS EN CUATRO FINCAS EN MUESTRA INDIVIDUAL Y MUESTRA COMPUESTA POR 100 GRAMOS DE RAÍZ. IV REGIÓN - NICARAGUA.

FINCAS	Meloidogyne		Pratylenchus		Rotylenchulus	
	IND.	COMP.	IND.	COMP.	IND.	COMP.
MARIA AUXILIADORA	11006i	4755i	110i	65i	66i	16i
ELPORVENIR	1105i	750i	266i	104i	63i	81i
SAN MARQUITOS	6065i	4594i	104i	0i	261i	291i
LA PALMERITA	17735i	14188i	778i	495i	405i	411i

IND. = INDIVIDUAL

COMP. = COMPUESTA

i =individuos/100 grs. de raíz.

## 5.1 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Campbell (1990), afirma que el número de las muestras puede verse limitado por factores biológicos presentes en el sistema, por los costos o por las consideraciones del tiempo, de tal manera que para basarse en una cierta confiabilidad al momento de determinar un número de muestras óptimas los factores propuestos por Campbell puedan ser manipulados de acuerdo a la conveniencia del estudio. La distribución espacial es una característica propia de cada organismo viviente, su investigación y experimentación es difícil, puesto que si restringimos las poblaciones producimos alteraciones en su distribución natural.

Dado lo anterior y de acuerdo a la ecuación proporcionada por el ajuste de Taylor, la cual describe los atributos espaciales de una población, realizamos nuestro análisis de regresión y los resultados nos indican que la población de nematodos en las cuatro fincas en estudio se distribuye de manera agregada dado que el coeficiente de agregación es  $b = 1.655$  y el indicador de confianza es  $R^2 = 0.84$  lo cual es significativo (Figura 1). En el gráfico de la Figura (2), mostramos el número mínimo de plantas a muestrear por hectárea bajo 5 diferentes porcentajes de Coeficientes de Variación (CV). De acuerdo a nuestros resultados es necesario muestrear 6 plantas para detectar poblaciones de 500 individuos como mínimo, aceptando un 10% de Coeficiente de variación; aceptando un 9% de Coeficiente de variación necesitamos muestrear 7 plantas por hectárea para un número mínimo de 500 individuos. Si deseamos obtener una mayor precisión en el análisis del muestreo, es necesario muestrear 24 plantas por hectárea para



detectar poblaciones mínimas de 500 nematodos aceptando un 5% de Coeficiente de variación.

Con respecto al número mínimo de sitios o conglomerados por hectárea es necesario muestrear en 2 sitios aceptando un 10% de Coeficiente de variación para encontrar poblaciones de 500 individuos como mínimo; si queremos obtener una mayor precisión, es necesario muestrear 9 sitios aceptando un 5% de Coeficiente de variación para hallar la misma población mínima (Figura 3).

NOTA: El resultado de este estudio se basa en los resultados generales de los tres géneros de nematodos encontrados en las cuatro fincas en estudio y que afectan el cultivo de café, no obstante si el lector desea conocer el comportamiento de la distribución poblacional de cada género de manera individual puede ver los anexos.

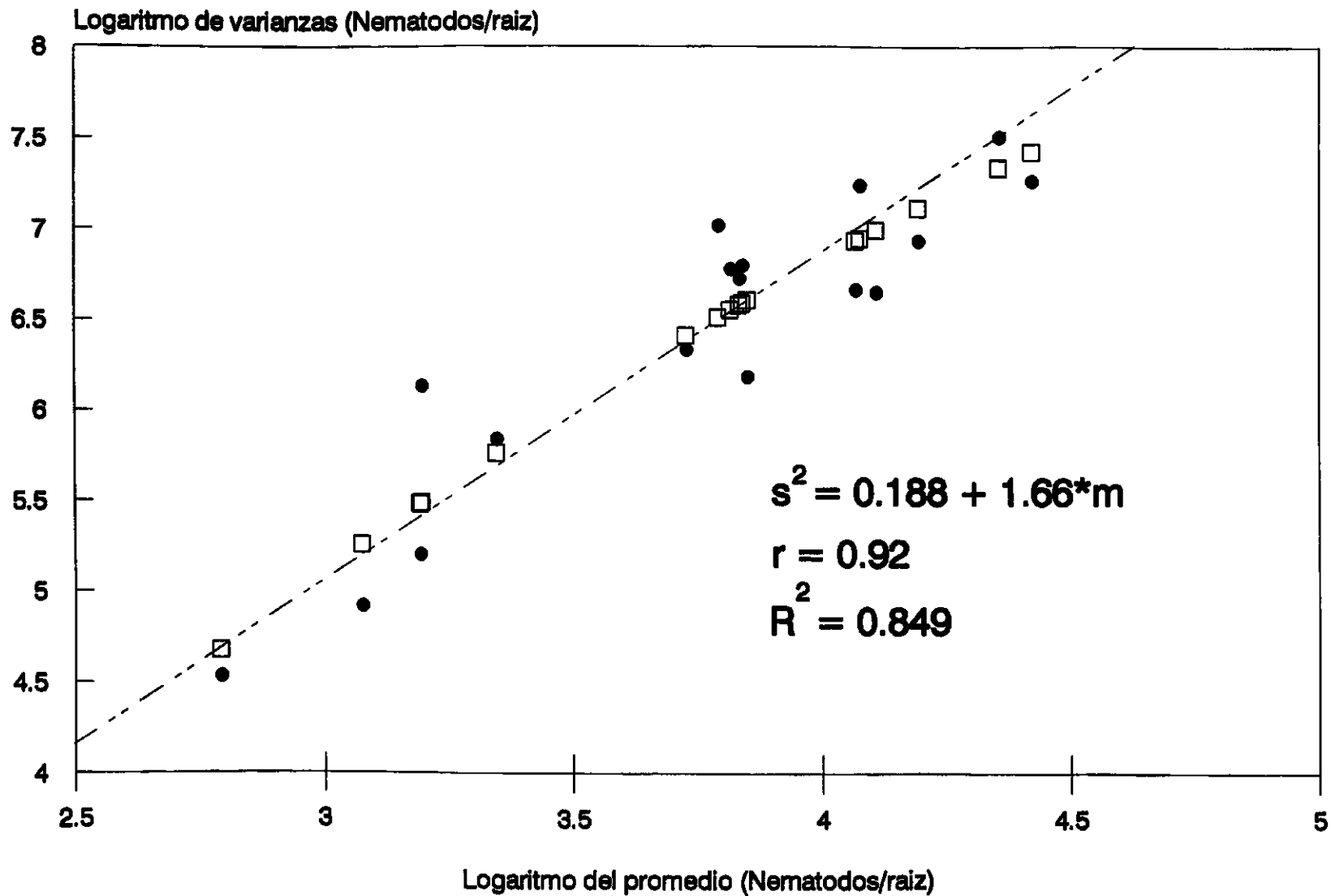


Fig.1: Distribución espacial de *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Rotylenchulus* en café (Nov. 1994; Carazo, Nicaragua)

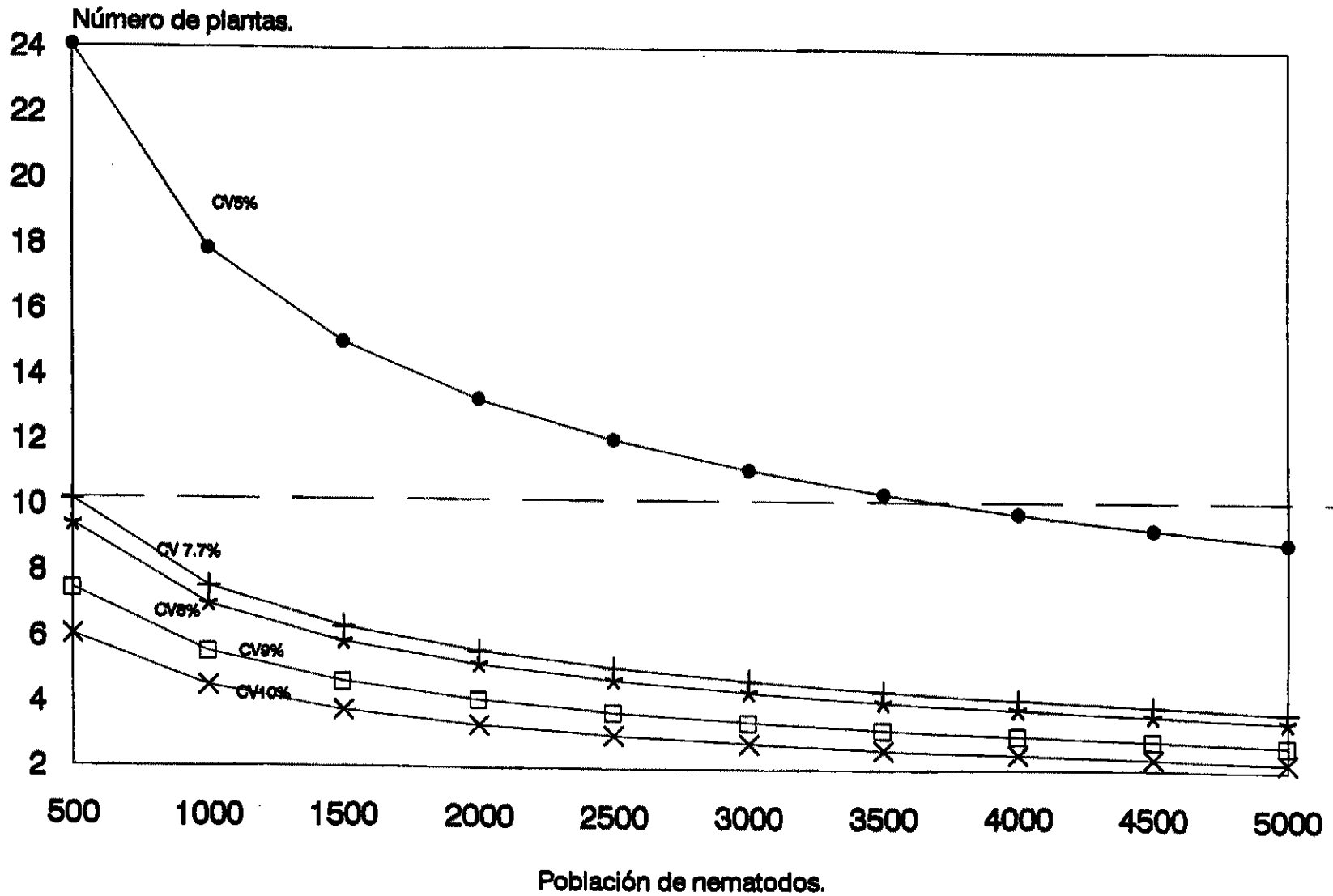


Fig.2:Número de plantas a muestrear por hectárea de café para detectar poblaciones de nematodos en raíces

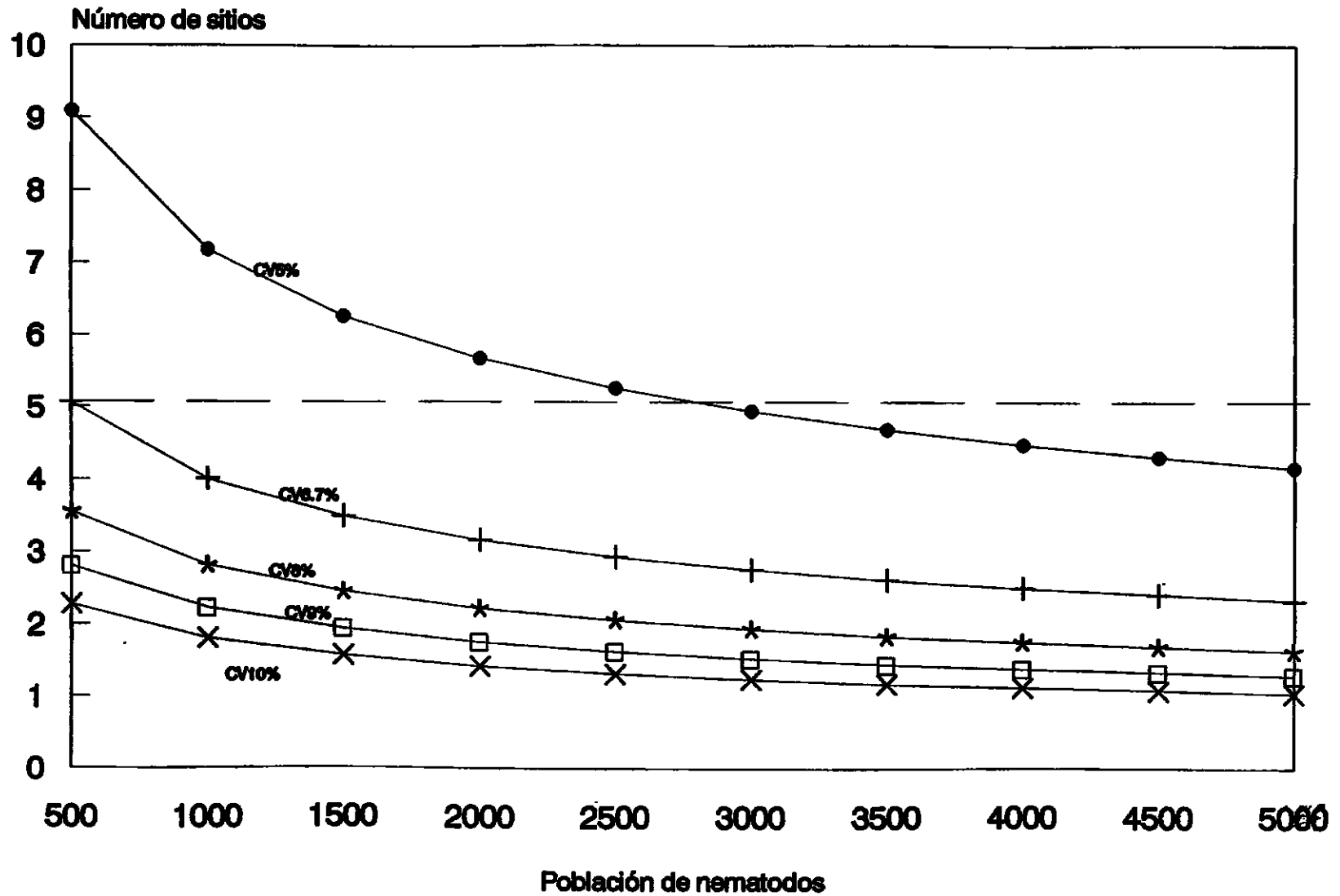


Fig. 3 :Número de sitios a muestrear por hectárea de café para detectar poblaciones de nematodos en raíces.

**VI-CONCLUSIONES**

- Para muestrear poblaciones de nematodos en raíces de café con poblaciones de 500 individuos como mínimo, es suficiente muestrear 2 conglomerados de 3 plantas cada uno, tomando las muestras de manera individual por cada lote de café.
  
- El tipo de muestreo individual arrojó mejores resultados que el tipo de muestreo compuesto.
  
- Los 3 géneros de nematodos encontrados en nuestro estudio presentaron una distribución espacial del tipo agregada, lo cual contribuyó a la determinación del arreglo de las plantas en el campo y al tamaño de conglomerado de las mismas.

**VII-RECOMENDACIONES**

- Realizar el muestreo utilizando 2 conglomerados de 3 plantas cada uno por hectárea de café.
  
- La designación del conglomerado y de las plantas en el cada Hectárea debe hacerse al azar utilizando una tabla de números aleatorios.
  
- Realizar el muestreo utilizando una muestra por cada planta, de tal forma que por cada conglomerado de 3 plantas se extraigan 3 muestras.
  
- Realizar este estudio al inicio del invierno, para conocer el comportamiento de las poblaciones en esta época del año y compararlas con nuestros resultados.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDREWS, KEITH L. Y QUEZADA, JOSÉ R. 1989.  
**Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura:  
Estado Actual y Futuro.**  
Escuela Agrícola Panamericana.El Zamorano, Honduras,  
Centroamérica. 633 p.
- BELDER, I. EVA DEN ; SEDILES, A. 1985.  
**Control Intgdo de Plagas; Unidad de Muestreo.**  
Proyecto ISCA-LUW Escuela de Sanidad Vegetal (Tomo I).  
Managua, Nicaragua. Nuffic. p. 71-81
- BLANCO NAVARRO M. s.f.**Café. In Cultivos Industriales.**  
Managua, Nicaragua. Consejo Nacional de la Educación  
Superior. (CNES) .p.1-51.
- BOLAÑOS O.M., 1977. **Control químico de nematodos  
fitopárasitos en semilleros de café. (coffea arabica  
L.).**Managua, Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Escuela Nacional de  
Agricultura Y Ganaderia.p.64.
- CALDERÓN VEGA, M. 1989. **Reacción de diferentes de  
genotipos de café a Meloidogyne arabicida López y  
Salazar (1989), Gama de hospedantes y Hongos  
Fitopatógenos Asociados.** Tesis Msc. Turrialba, C.R.;  
CATIE. 71p.

- CAMPBELL, C.L. & LAURENCE, V.M. 1990.  
**Introduction Plant Disease Epidemiology.**  
 New York. United States Copyright. 532p.
  
- CHITWOOD, B.G. 1949. **Root-Knot Nematodes. A revision of  
 the genus Meloidogyne Goeldi, 1887**  
 Proceeding of the Helmintological Society of Washington  
 (E.E.U.U.) 11:31-37.
  
- CHRISTIE, J.R. 1976. **Nematodos de los Vegetales.**  
 Trad. y Ed. por A.I.D. 2da ed. rev. D.F. México, LIMUSA.  
 276 p.
  
- COSTE.R. 1969. **El café.** Ripoll, V. 1.ed. Blume,  
 Barcelona, España. p.262.
  
- FERRIS, H., GOODELL, P. and MACKENRY, M. 1981.  
**Sampling for Nematodes.** California Agriculture.  
 U.S.A. 35 (5 and 6): 13 - 15.
  
- GONZÁLEZ J. s.f. **Generalidades sobre la vida del cafeto.**  
**In Curso de técnicas modernas para el cultivo de café.**  
 Nva. San Salvador, El Salvador. Instituto Salvadoreño de  
 Investigaciones del café (ISIC).  
 p.1-8.
  
- HAARER A.E. 1969. **Producción moderna de Café.** 2.ed. La  
 Habana, Cuba. Revolucionaria. p. 652.



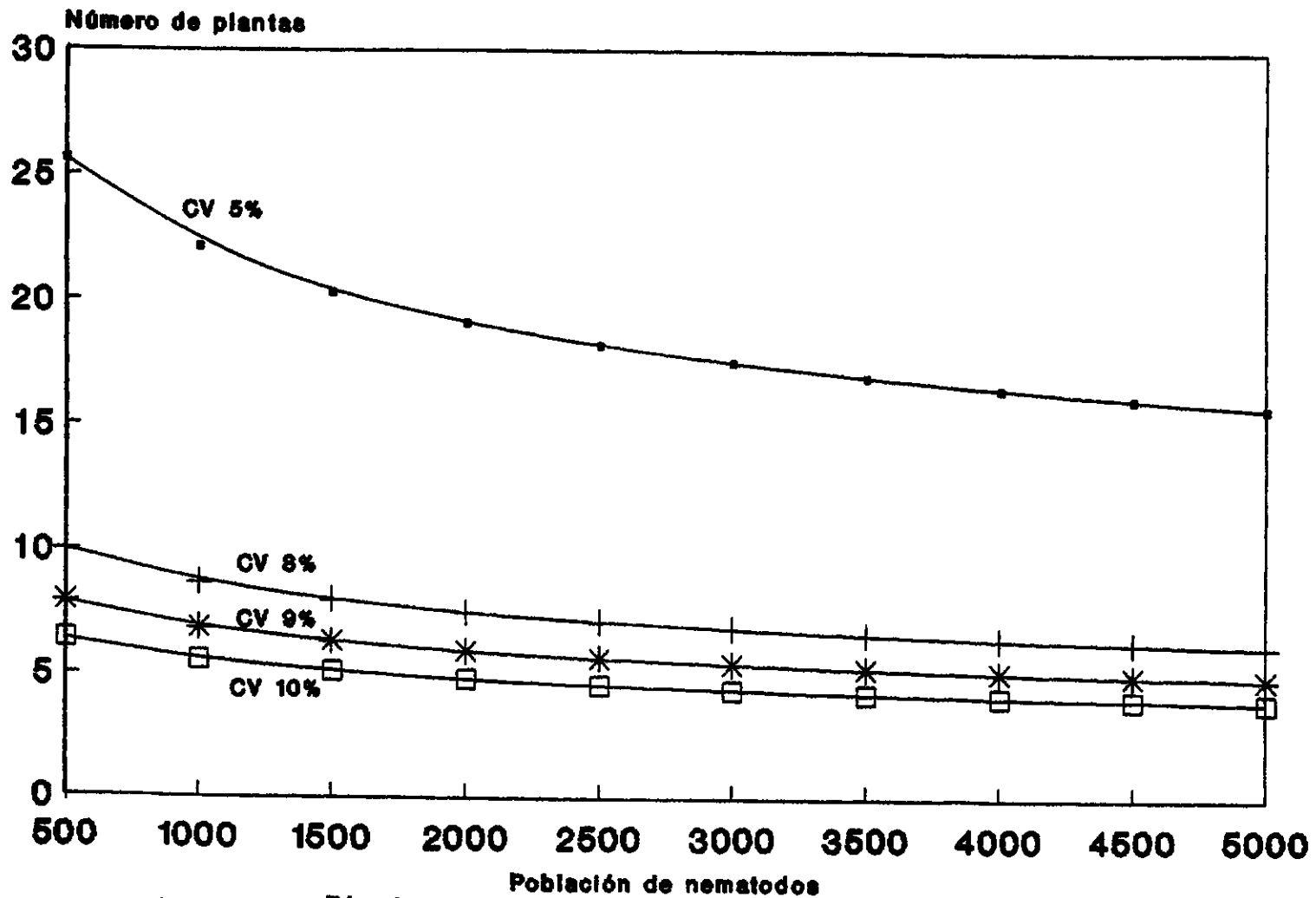
- HANANIA. s.f. *Consideraciones sobre la broca del grano de café y plagas del cafeto. In Curso de Técnicas modernas para el cultivo del café.* Nva. San Salvador, El Salvador. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del café (ISIC). p.117-132.
- HIRSCHMANN, H. 1985. **The genus Meloidogyne and morphological characters differentiating its species.** In *An advanced treatise on Meloidogyne: Biology and control.* Ed. by J.N. Sasser, C.C. Carter. Raleigh, N.C. International Meloidogyne Project. p.80-93.
- HUSSEY, R.S. 1985. **Host-parasite relationship and physiological changes.** In *Advanced treatise on Meloidogyne, Volume I : Biology and control.* Ed. by J.N. Sasser and C.C. Carter. North Carolina State University Graphics. U.S.A. p.143-153.
- JARAMILLO HENAO J. 1982. **EL Café en Venezuela** Caracas, Venezuela. 2 ed. de la biblioteca. p.280.
- LE PELLEY R.H. 1973. **Las plagas del Café.** Trads. J. cuello, S.; Leonart, J.; León, P. J. La Habana, Cuba. Ciencia y Técnica. p. 605.
- MEJÍA, A. E. 1990. **La caficultura en Nicaragua prioridades de investigación Aplicadas para pequeños productores.** Managua, Nicaragua. Ministerio de desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria. p. 126.

- MEDINA, I.M. & CALERO, M.L. 1995. **Determinación del Tamaño Mínimo de Muestra de Café para Análisis Nematológico.** Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 51 p.
- MENDOZA, G. R. 1993. **Propuesta de Estimadores para el Estudio Epidemiológico de las Enfermedades Foliares en Café (*Coffea arabica* L.).** Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 72 p.
- MORERA, G.N. 1986. **Evaluación de la Interacción entre genotipos de *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887. y *Coffea* spp.** Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE.59 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. ***Los nematodos y su importancia para el hombre. In Control de Nematodos parásitos de plantas.*** Trad. Mesa Falliner, J. México D.F. Limusa, S.A. p. 30.
- NOSTI NAVA. J. 1970. ***El café. In Cacao y Café.*** La Habana, Cuba. Revolucionaria. p. 424-461.
- ROMAN, J. 1978. **Fitonematología Tropical.** Río Piedras Puerto Rico., Estación Experimental Agrícola. p. 113-121.

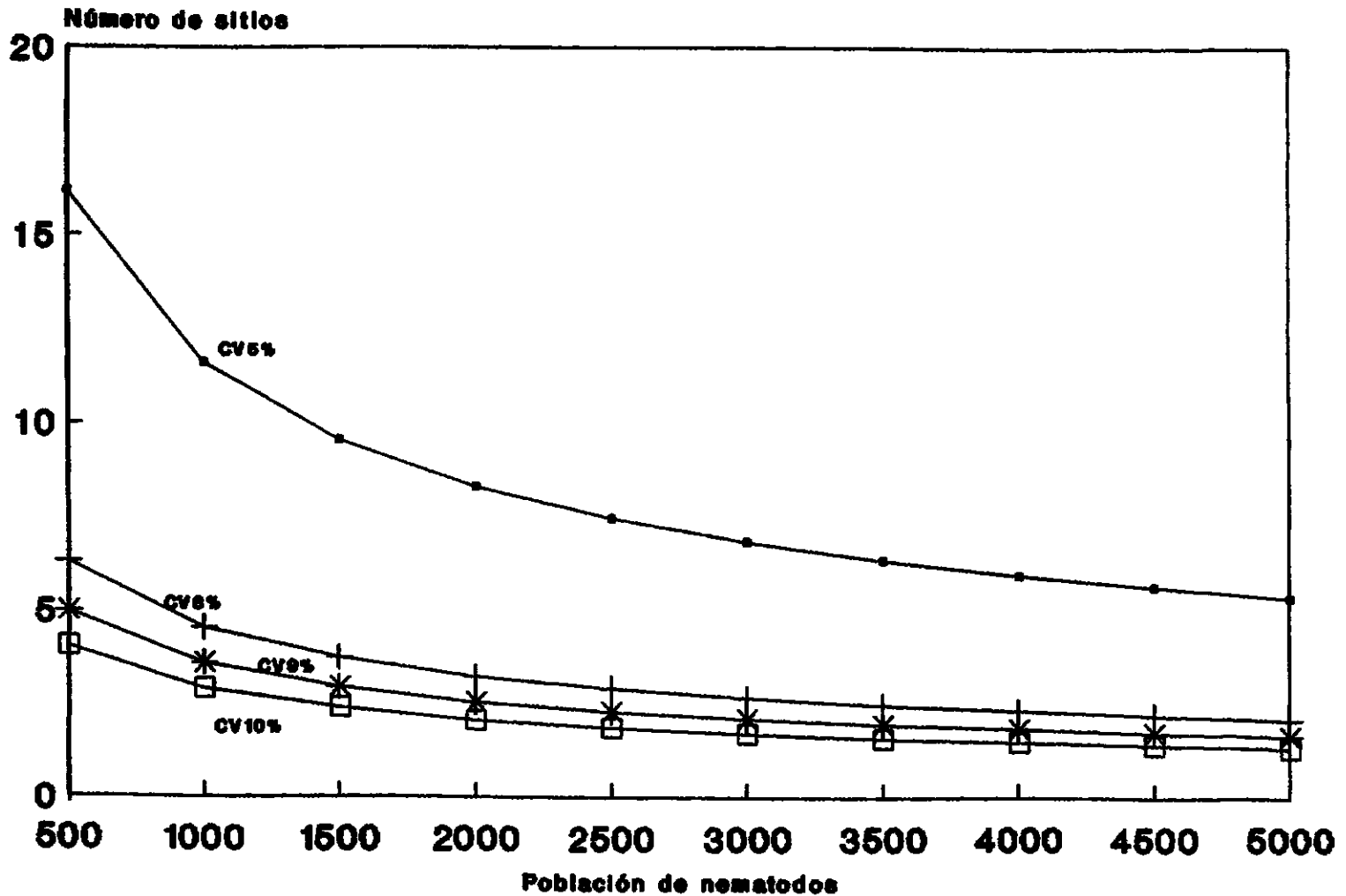
- ROSALES, M. J.A. 1995. **Importancia de los nematodos, su muestreo. El Café de Nicaragua.** 4 ed. Nicaragua. Unión Nicaragüense de Cafetaleros.  
P.17.
- TAYLOR, A.L. and SASSER, J.N. 1978. **Biology and Control of root-knot nematodes (Meloidogyne sp.)**  
Raleigh, N.C., International Meloidogyne Project.  
111 p.
- SÁNCHEZ O. 1969. **Manual del cafetalero Colombiano.**  
La Habana, Cuba. Ciencia y Técnica. p. 472.
- SCHIEBER, E. 1966. **Nematodos que Atacan el Café en Guatemala, su Distribución, Sintomatología Y Control.** Turrialba, Costa Rica. 16(2): 130-135.
- TAYLOR, R.R. 1984. **Assesing and Interpreting the Spatial Distributions of Insect Populations**  
Ann. Rev. Entmol. 29. p. 321-357.
- UNICAFE. 1995. **Informe Anual de Ciclo Cafetalero 1994-1995.** Managua, Nicaragua. Revista Trimestral.

## **ANEXOS**

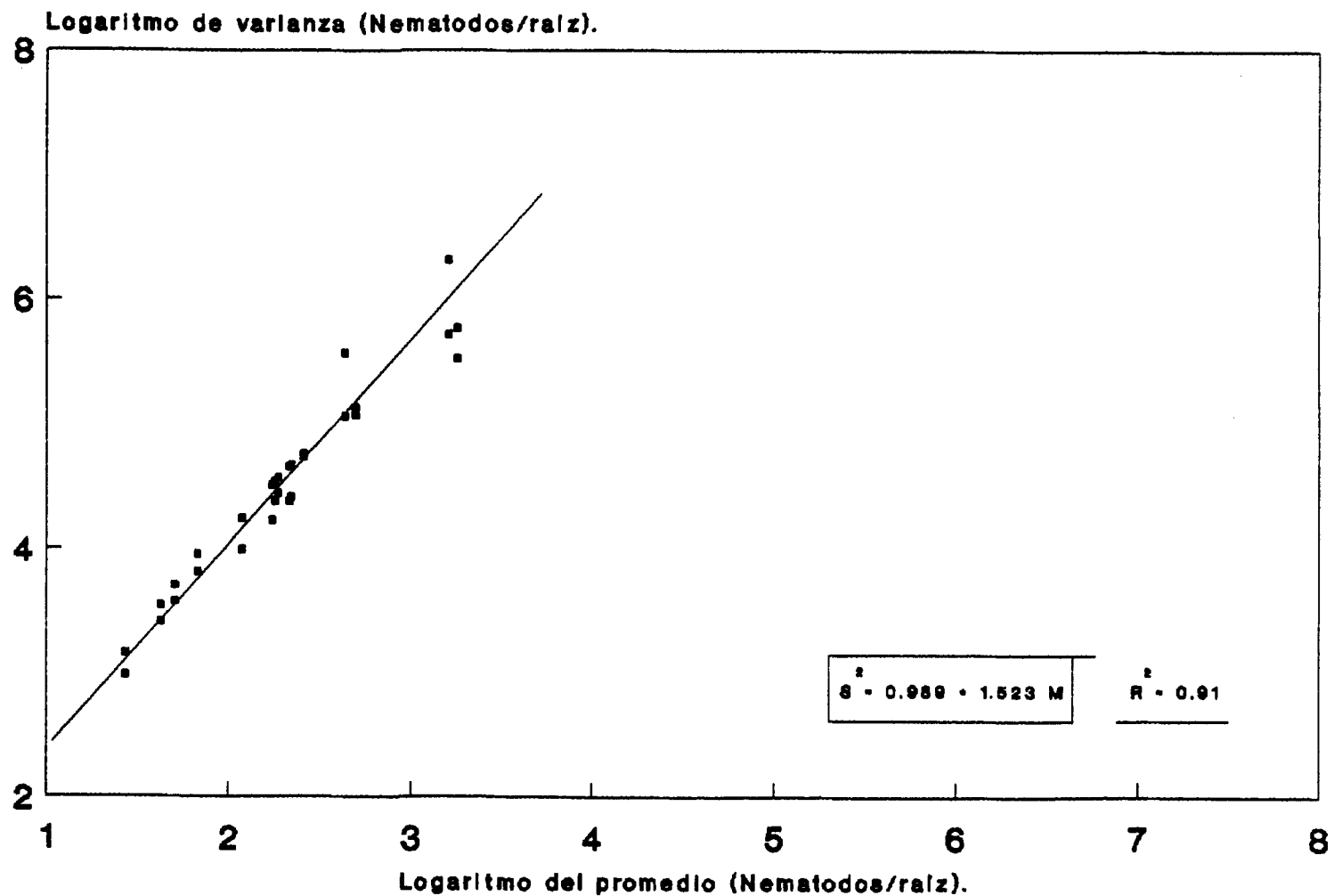




**ANEXO 2: Plantas a muestrear por hectárea para detectar poblaciones de Meloidogyne en raíces de café**

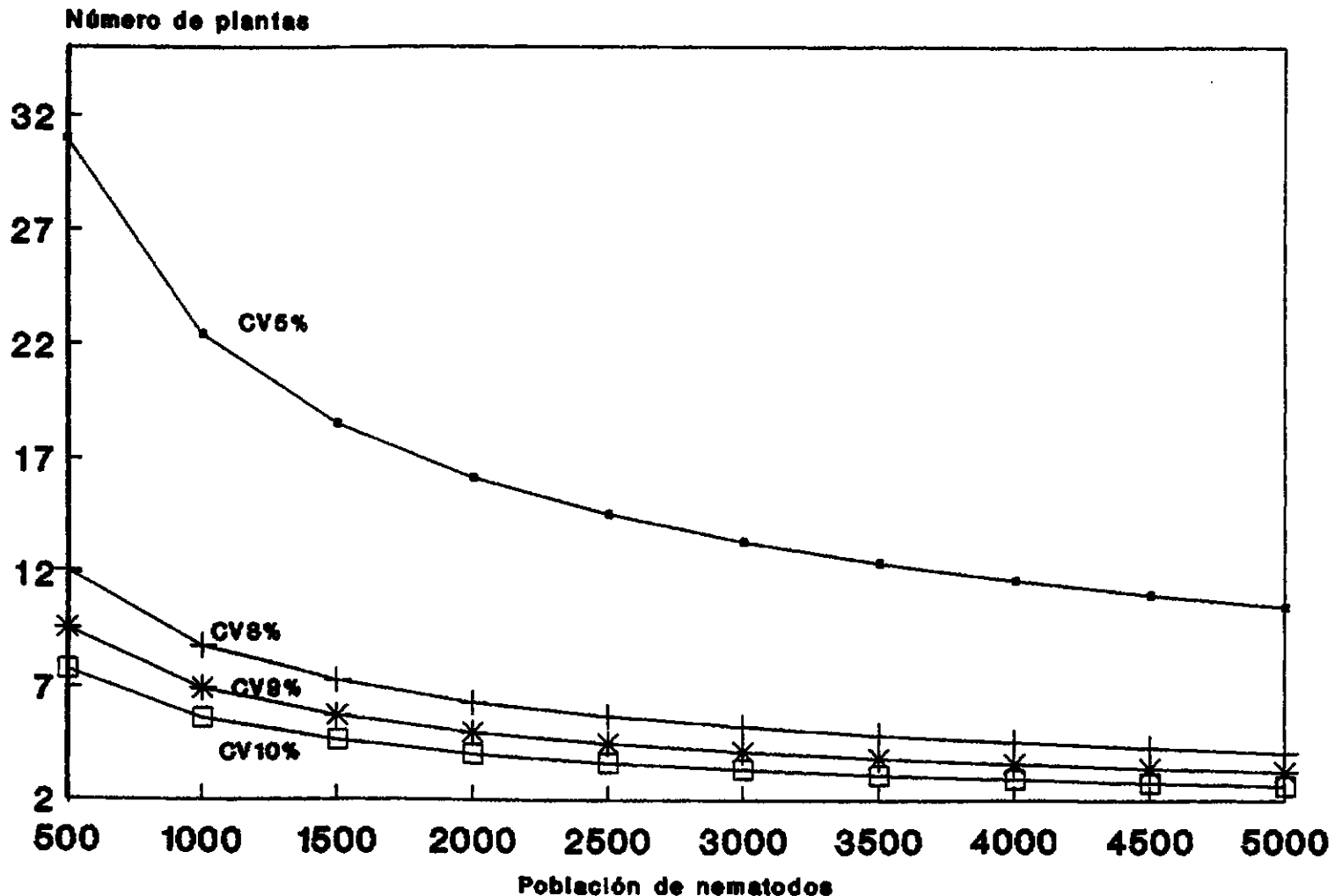


**ANEXO 3:** Sitios a muestrear por hectárea para detectar poblaciones de *Meloidogyne* en raíces de café.

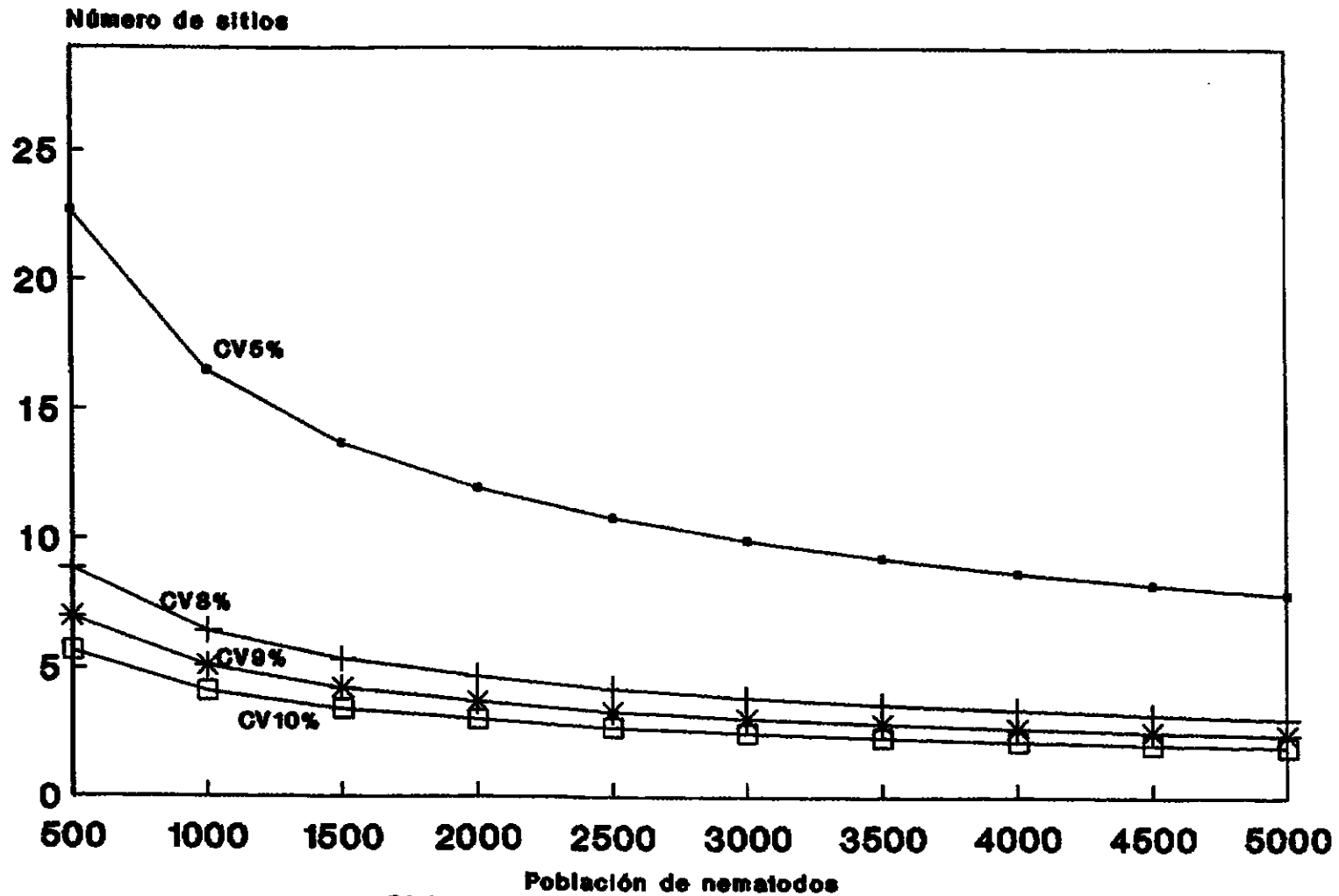


**ANEXO 4: Distribución espacial de *Pratylenchus* en café (Nov. 1994; Carazo, Nicaragua)**

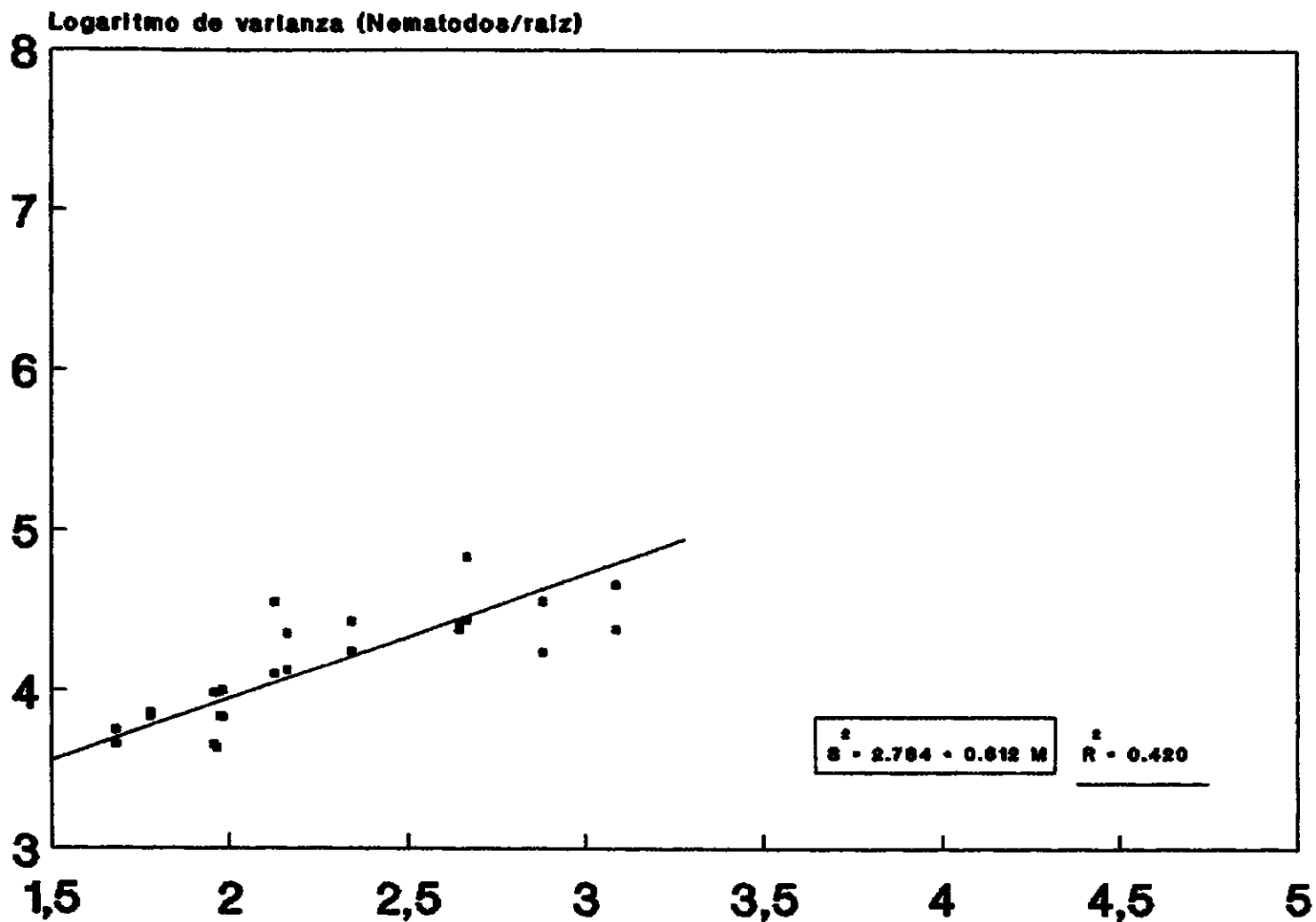




**ANEXO 5:** Plantas a muestrear por hectárea para detectar poblaciones de *Pratylenchus* en raíces de café.



**ANEXO 6:** Población de nematodos  
**Sitios a muestrear por hectárea para detectar poblaciones de *Pratylenchus* en raíces de café.**



**ANEXO 7:** Distribución espacial de *Rotylenchulus* en café  
(Nov. 1994; Carazo, Nicaragua)