

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

PROGRAMA DE ENSEÑANZA

AREA DE POSTGRADO

EFFECTO DE COBERTURAS VIVAS DE LEGUMINOSAS EN EL CONTROL  
DE NEMATODOS FITOPARASITOS DEL CAFE

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

Magister Scientiae

por

ISABEL CRISTINA HERRERA SIRIAS

Turrialba, Costa Rica

1995

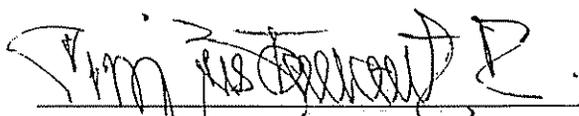
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

*MAGISTER SCIENTIAE*

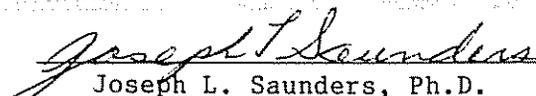
FIRMANTES:



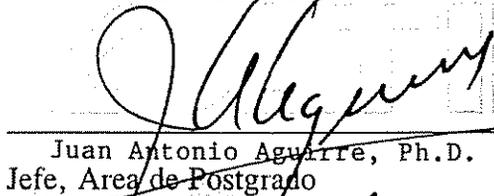
Nahúm Marbán-Mendoza, Ph.D.  
Profesor Consejero



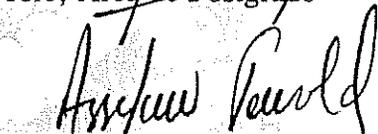
Elkin Bustamante, Ph.D.  
Miembro Comité Asesor



Joseph L. Saunders, Ph.D.  
Miembro Comité Asesor



Juan Antonio Aguirre, Ph.D.  
Jefe, Area de Postgrado



Assefaw Tewolde, Ph.D.  
Director, Programa de Enseñanza



Isabel Cristina Herrera Sirias  
Candidato

DEDICATORIA

A mis padres

María Esperanza

y

Félix Adán

A mis hijos con todo mi amor

Giselle Cristina

y

Oscar Miguel

A mi esposo: Oscar Francisco

A mis Hermanos

A mi suegra: Ana Paula

## AGRADECIMIENTO

Al Dr. Nahum Marbán por su acertada guía en la dirección de este trabajo, por su apoyo y amistad.

A los miembros de mi comité asesor Dr. Elkin Bustamante y Dr. Joseph L. Saunders por sus valiosos aportes y sugerencias a este trabajo.

A la Escuela de Sanidad Vegetal por el apoyo técnico y logístico proporcionado para la realización del presente trabajo, especialmente al Director Ing. Gregorio Varela O. Msc. por su colaboración y a la Sra. Ofelia Sánchez V. por su gran disposición y compañerismo.

A la Universidad Nacional Agraria por ofrecerme la oportunidad de capacitación.

Al Proyecto MIP-CATIE-MAG y NORAD por hacer posible la realización de mis estudios.

A la CONCAFE por todas las facilidades y apoyo brindado en el Centro Experimental del Café del Pacífico "Mauricio López Munguía", al personal técnico y de campo, muchas gracias.

A Lilliam Adela por su amistad y apoyo recibido en la realización del trabajo de tesis.

A todos mis compañeros de promoción, especialmente a los compañeros de MIP, con quienes compartí gratos momentos.

A Oscar por su amor, comprensión y apoyo constante.

## INDICE

	página
RESUMEN .....	ix
SUMMARY .....	xi
LISTA DE CUADROS .....	xiii
LISTA DE FIGURAS .....	xiv
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	4
2.1. Género de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del café .....	4
2.1.1. <i>Pratylenchus</i> spp .....	4
2.1.2. <i>Rotylenchulus</i> spp .....	5
2.1.3. <i>Meloidogyne</i> spp .....	5
2.2. Medidas de control de los nematodos .....	8
2.3. Uso de cobertura de leguminosas .....	10
2.3.1. Generalidades .....	10
2.3.1.1. <i>Arachis pintoi</i> .....	11
2.3.1.2. <i>Stizolobium</i> spp .....	12
2.3.1.3. <i>Desmodium ovalifolium</i> .....	13
2.4. Uso de coberturas en el control de malezas ....	13
2.5. Uso de coberturas en el control de nematodos ..	15
3. METODOLOGIA .....	19
3.1. Dinámica poblacional de <i>Meloidogyne</i> <i>incognita</i> y <i>Rotylenchulus</i> spp en plantaciones de café establecidas bajo un sistema de coberturas vivas de leguminosas en dos fincas de la IV región de Nicaragua .....	20
3.1.1. Finca Sta Ana .....	20
3.1.2. Finca María Auxiliadora .....	22

3.2. Efecto de especies de coberturas vivas de leguminosas en la dinámica poblacional de nematodos fitoparásitos en plantas de café en microparcelas.....	24
3.2.1. Efecto de tres especies de coberturs vivas de leguminosas sobre la dinámica de poblaciones naturales de <i>Meloidogyne incognita</i> y <i>Rotylenchulus</i> spp asociados al café (var Caturra) en microparcelas .....	25
3.2.1.1. Diseño Experimental .....	27
3.2.1.2. Tratamientos .....	27
3.2.1.3. Variables medidas .....	27
3.2.1.4. Análisis Estadísticos .....	28
3.2.2. Efecto de tres especies de coberturas vivas de leguminosas en asocio con plántulas de café inoculadas con <i>Meloidogyne incognita</i> en microparcelas .....	28
3.2.2.1. Manejo del experimento .....	28
3.2.2.2. Inoculación .....	29
3.2.2.3. Diseño Experimental .....	30
3.2.2.4. Tratamientos .....	30
3.2.2.5. Variables medidas .....	31
3.2.2.6. Análisis Estadísticos .....	31
3.3. Efecto de exudados radicales de tres especies de coberturas de leguminosas en el movimiento del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne incognita</i> en laboratorio .....	32
3.3.1. Establecimiento del ensayo .....	32
3.3.2. Obtención de los exudados radicales .....	33
3.3.3. Obtención del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne incognita</i> .....	34
3.3.4. Diseño Experimental .....	34
3.3.5. Tratamientos .....	35

3.3.6. Variable medida .....	35
3.3.7. Análisis Estadístico .....	35
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>36</b>
4.1. Dinámica poblacional de <i>Meloidogyne incognita</i> y <i>Rotylenchulus</i> spp en plantaciones de café establecidas bajo un sistema de coberturas vivas de leguminosas en dos fincas de la IV región de Nicaragua .....	36
4.1.1. Finca Santa Ana	
4.1.1.1. <i>Rotylenchulus</i> spp en la cobertura de <i>Arachis pintoii</i> .....	36
4.1.1.2. <i>Meloidogyne incognita</i> en la cobertura de <i>Arachis pintoii</i> .....	36
4.1.2. Finca María Auxiliadora	
4.1.2.1. <i>Rotylenchulus</i> spp en la cobertura de <i>Arachis pintoii</i> .....	38
4.1.2.2. <i>Rotylenchulus</i> spp en la cobertura de <i>Desmodium ovalifolium</i> .....	38
4.1.2.3. <i>Meloidogyne incognita</i> en la cobertura de <i>D. ovalifolium</i> y <i>A. pintoii</i> .....	41
4.2.1. Dinámica de poblaciones naturales de <i>Meloidogyne incognita</i> y <i>Rotylenchulus</i> spp asociados al café en microparcelas .....	44
4.2.2. Efecto de tres especies de coberturas vivas de leguminosas en asocio con plántulas de café inoculadas con <i>Meloidogyne incognita</i> en microparcelas .....	49

4.3. Efecto de exudados radicales de tres de coberturas de leguminosas en el movimiento del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne incognita</i> a nivel de laboratorio .....	57
5. CONCLUSIONES .....	61
6. RECOMENDACIONES .....	63
7. BIBLIOGRAFIA .....	64
8. ANEXO .....	69

HERRERA SIRIAS, I.C. 1995. Efecto de coberturas vivas de leguminosas en el control de nematodos fitoparásitos del café. Tesis M. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 72 p.

PALABRAS CLAVES: cobertura de leguminosas, nematodos, café, Catrenic, Caturra, Catuai, *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus* spp, *A. pintoï*, *D. ovalifolium*, *Stizolobium* spp, inmovilidad, exudados.

## R E S U M E N

Evaluaciones del efecto de *Arachis pintoï*, *Desmodium ovalifolium* y *Stizolobium* spp sobre *Meloidogyne incognita* y *Rotylenchulus* spp asociados al café se realizaron bajo condiciones de fincas, microparcelas y laboratorio.

A nivel de finca se evaluó la dinámica poblacional de los nematodos en el tiempo en plantaciones comerciales de café (var Caturra, Catrenic y Catuai) con y sin asocio de *A. pintoï* y *D. ovalifolium*. Se tomaron muestras de suelo y raíz cada mes durante nueve meses. Los incrementos poblacionales de los dos géneros de nematodos coincidieron con los meses de mayor precipitación. También se tuvo indicación que *D. ovalifolium* favoreció el desarrollo de *Rotylenchulus* spp pero redujo las poblaciones de *M. incognita*. *Arachis pintoï* redujo las poblaciones de *Rotylenchulus* spp y mantuvo a niveles bajos las poblaciones de *M. incognita*.

En microparcelas se realizaron dos experimentos en uno de ellos se utilizó suelo infestado naturalmente (*Rotylenchulus* spp y *M. incognita*), los tratamientos evaluados fueron café en asocio con *Arachis pintoï*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp y un testigo sin cobertura. Se realizaron muestreos de suelo a los 30, 90 150 y 210 días después de establecido el ensayo (ddee) y de raíces al final del experimento (210 ddee). *A. pintoï* redujo las poblaciones de *Rotylenchulus* spp a los 30 y 150 días, el asocio con café y *Desmodium* fue el que presentó la población más alta. En los resultados a los 150 y 210 días no hubo diferencias

significativas entre los tratamientos. Las poblaciones de *M. incognita* a los 210 ddee se vieron reducidas en el tratamiento con *D. ovalifolium*, *A. pintoï* se comportó igual al testigo y *Stizolobium* presentó valores intermedios.

En el segundo experimento, se evaluó el efecto de estas mismas coberturas en asocio con plántulas de café con y sin inóculo de *M. incognita*. Los resultados indican que cuando el café estuvo en asocio con las coberturas sin inóculo de *M. incognita*, *A. pintoï* aumentó significativamente el peso fresco de las raíces y el peso seco del follaje de café, *D. ovalifolium* presentó valores intermedios y *Stizolobium* spp lo redujo drásticamente. Resultados diferentes se obtuvieron en los tratamientos con inoculación, Café+*A. pintoï* +*Meloidogyne* redujo el peso de café, Café+*D. ovalifolium*+*Meloidogyne* se comportó igual, lo mismo que *Stizolobium* spp. En cuanto al efecto de las coberturas sobre *M. incognita*, *Stizolobium* spp redujo significativamente las poblaciones en comparación con el testigo, *A. pintoï* y *D. ovalifolium* presentaron valores intermedios, pero fueron similar al testigo.

En la evaluación de los exudados radicales de las tres coberturas sobre el movimiento de *M. incognita* ( $J_2$ ) en laboratorio, no hubo diferencias significativas entre los exudados durante las 72 horas de incubación. Sin embargo el porcentaje de inmovilización entre ellas y el testigo absoluto (agua estéril) si fue diferente. A las 24 horas de incubación el exudado de *D. ovalifolium* ocasionó 50% de inmovilización, el de *Stizolobium* 30% y *A. pintoï* 20%. Para este mismo tiempo el testigo con nematicida (Vydate 300 ppm) ya había inmovilización el 100% de *M. incognita* ( $J_2$ ). Más estudios son requeridos para conocer la naturaleza inhibitorio del movimiento de los juveniles de *M. incognita* por estas coberturas.

HERRERA SIRIAS, I. C. 1995. The effect of leguminous covers in the control of plant parasitic nematodes in coffee. Ms thesis, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 72 p

Key words: Leguminous cover plant, nematodes, coffee, Caturra, Catrenic, Catuai, *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus* spp, *A. pintoï*, *D. ovalifolium*, *Stizolobium* spp, immobility, root exudates.

#### SUMMARY

The effect of leguminous covers plants in the control of plant parasitic nematodes associated with coffee cultivation was studied.

Evaluation de *A. pintoï*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp in *M. incognita* y *Rotylenchulus* spp associated with coffee were done in farm, microplots and laboratory conditions . On farm nematode population dynamic was studied whit time, was evaluated in coffee plantation (var Catrenic, Catuai y Caturra) growing whit and whitout covers plants. Both root and soil samples from coffee and legumonous were taken monthly during for nematode counts. *M. incognita* y *Rotylenchulus* spp were the most predominant ones on coffee varieties and leguminous plants. Population increases of both nematodes over time coincided whit the period of most rainfall in two the locaties studied. Indication were obtained that *D. ovalifolium*, favored the development of *Rotylenchulus* spp, but not so with *M. incognita* that was supressed.

Similar results were obtain in the microplots experiments whit natural infested soil (*Rotylenchulus* spp and *M. incognita*) or inoculation with *M. incognita* (2500 J<sub>2</sub> and eggs). Under these condition treatments Coffee + *A. pintoï*, Coffee + *D. ovalifolium*, Coffee + *Stizolobium* spp and Coffee without (whit or without nematode inoculation) also showed that *A. pintoï* favored coffee growth as compared with the check (Coffee alone). However, *Stizolobium* spp appaered to

unfavor coffee growth since drastic reduction of shoot and root weight were observe duringg the experiment.

The 72 hours immobilization bioassay of *M. incognita* (J<sub>2</sub>) whit root exudates of *A. pintoii*, *D. ovalifolium* and *Stizolobium* spp showed different compared with the nematicide check (Vydate 300 ppm) and the untreated one. Nearly del 100% the immobilitation was obtain with the nematicide 12 hours after the incubation period. Some degree of the immobilitation was obtain with *D. ovalifolium* exudate at 24 hours of the incubation (50%), *Stizolobium* spp 30% and *A. pintoii*. Further investigation is needed to understand the nature of the mode the action of root exudates, cover crops manegement and nematodo-host plant realtionship.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro No

página

1. Población de *Rotylenchulus* spp en de café asociadas con *A. pintoï*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp (a los 30, 90, 150 y 210 ddee) en microparcels ..... 46
2. Población de *Meloidogyne incognita* en café (var Caturra) asociado con *A. pintoï*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp (210 ddee) en microparcels ..... 47
3. Peso fresco de las raíces y peso seco seco del follaje de café en asocio con *A. pintoï*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp con y sin inóculo de *Meloidogyne incognita* en microparcels ..... 50
4. Población de *Meloidogyne incognita* en plantas de café en asocio con *A. pintoï*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp en microparcels ..... 54
5. Análisis del comportamiento lineal del efecto de exudados radicales de coberturas de leguminosas *A. pintoï*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp sobre la movilidad del segundo estado juvenil de *Meloidogyne incognita* en laboratorio ..... 57
6. Análisis del comportamiento cuadrático del efecto de exudados radicales de coberturas de leguminosas *A. pintoï*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp sobre la movilidad del segundo estado juvenil de *Meloidogyne incognita* en laboratorio ..... 58

## LISTA DE FIGURAS

Figura No	página
1. Comportamiento de <i>Rotylenchulus</i> spp en café var Caturra, en <i>A. pintoï</i> y en asocio Caturra/ <i>A. pintoï</i> . Finca Santa Ana .....	37
2. Comportamiento de <i>Meloidogyne incognita</i> en café var Caturra y en asocio Caturra/ <i>A. pintoï</i> . Finca Santa Ana .....	37
3. Comportamiento de <i>Rotylenchulus</i> spp en café var Catuai, cobertura de <i>A. pintoï</i> y <i>A. pintoï</i> en asocio con café var Catuai y Catrenic Finca Ma Auxiliadora .....	40
4. Comportamiento de <i>Rotylenchulus</i> spp en café var Catuai, cobertura de <i>D. ovalifolium</i> en asocio con Catuai y Catrenic. Finca Ma Auxiliadora.....	40
5. Comportamiento de <i>Meloidogyne incognita</i> en café var Catuí y en asocio con <i>A. pintoï</i> y <i>D. ovalifolium</i> . Finca Ma Auxiliadora.....	43
6. Efecto de <i>A. pintoï</i> , <i>D. ovalifolium</i> y <i>Stizolobium</i> spp en poblaciones naturales de <i>Rotylenchulus</i> spp a los 30, 90 150 210 ddee en microparcelas .....	48
7. Efecto de <i>A. pintoï</i> , <i>D. ovalifolium</i> y <i>Stizolobium</i> spp en poblaciones naturales de <i>M. incognita</i> a los 210 ddee en microparcelas .....	48
8. Peso fresco de raíces de café (g) en asocio con <i>A. pintoï</i> , <i>D. ovalifolium</i> y <i>Stizolobium</i> spp con y sin inóculo de <i>M. incognita</i> en microparcelas .....	51
9. Peso seco del follaje del café (g) en asocio con <i>A. pintoï</i> , <i>D. ovalifolium</i> y <i>Stizolobium</i> spp con y sin inóculo de <i>M. incognita</i> en microparcelas .....	51
10. Efecto de <i>A. pintoï</i> <i>D. ovalifolium</i> y <i>Stizolobium</i> spp en asocio con café sobre las poblaciones de <i>M. incognita</i> en microparcelas .....	55

EN ANEXO:

Fig A1. Datos de la precipitación acumulada mensual para la Finca Ma Auxiliadora..... 71

Fig A2. Datos de precipitación acumulada mensual para la finca Sta Ana ..... 72

Fig A3. Equipo diseñado para la obtención de los exudados radicales de las coberturas de leguminosas de *A. pintoi* *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp. Modificación de Bell y Koeppe, 1972 ..... 73

## 1.- INTRODUCCION

En Nicaragua, el café (*Coffea arabica* L.), es el mayor producto agrícola y principal fuente generadora de divisas. El área de siembra dedicada a este cultivo es de 105,649 manzanas (74228.98 Ha), las que se distribuyen en 3 regiones principalmente. La región I con 26,811 manzanas (18,837.40 ha), la región IV con 11,658 manzanas (8190,9 ha) y la región VI con 53,805 manzanas (37,803.4 ha), el resto del área se distribuye en las regiones II, III y V (CONCAFE 1994).

La producción obtenida en el ciclo 1993/1994 fue de 920,108 quintales oro (41823136.36 Kg), lo que representa un incremento del 26.7% con respecto a la producción alcanzada en el ciclo anterior. A pesar de la gran importancia que tiene este cultivo para nuestro país, la producción cafetalera enfrenta grandes problemas del orden socio-económico, pero principalmente problemas bióticos y abióticos (CONCAFE 1994).

Entre los factores bióticos se encuentran las plagas (insectos, malezas, patógenos y nematodos fitoparásitos). Uno de los géneros de nematodos que más afectan este cultivo es *Meloidogyne* spp, encontrándose altas poblaciones de este en la IV región de Nicaragua (Rosales 1987). Otros géneros de importancia económica asociados al cafeto son *Pratylenchus*

spp, *Rotylenchulus* spp y *Helicotylenchus* spp. Hasta el momento se desconoce el impacto que estos nemátodos tienen sobre la producción de café.

En América Central existen pocos estudios sobre el impacto económico de cada una de las especies asociadas al cultivo del café. Según Sasser, citado por Morera (1986) en América Central, México y el Caribe las pérdidas ocasionadas por *Meloidogyne* son del orden del 10%.

El manejo y control de estos organismos esta fundamentado básicamente en el control químico, mediante el uso de nematicidas. Sin embargo, el uso continuo de estos productos ha causado grandes trastornos, especialmente en la contaminación de las aguas subterráneas y el ambiente, pudiendo afectar la salud humana. Es por ello que en los países industrializados su uso ha sido restringido o prohibido, razón por la que es importante buscar otras alternativas de combate, particularmente las no químicas. Domínguez *et al* (1990), Marbán Mendoza *et al* (1992), han encontrado algunas especies de plantas con propiedades antinematodos, las cuales podrían plantarse en asocio con cultivos perennes, en forma de coberturas vivas. Protegen los cultivos de la erosión de suelos, los mejoran y compiten contra malezas. Estas plantas resultan ideales en los programas de manejo integrado de plagas. El propósito del presente trabajo fue evaluar algunas especies de leguminosas

contra la población de *Meloidogyne incognita*, una de las plagas más importante en Nicaragua en el cultivo de café (*C. arabica*).

Los objetivos del estudio fueron:

- 1.- Conocer el comportamiento de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café con coberturas de leguminosas con *Arachis pintoii* (CIAT 17434) *Desmodium ovalifolium* (CIAT 350) en dos fincas de la IV región de Nicaragua.
- 2.- Evaluar el efecto de *A. pintoii* (CIAT 17434), *D. ovalifolium* (CIAT 350) y *Stizolobium* spp sobre poblaciones naturales de *Rotylenchulus* spp y *M. incognita* asociados al cultivo del café var Caturra en microparcelas.
- 3.- Determinar el efecto de los exudados radicales de *A. pintoii* (CIAT 17434), *D. ovalifolium* (CIAT 350) y *Stizolobium* spp sobre el movimiento del segundo estado juvenil de *M. incognita*.

## 2.- REVISION DE LITERATURA.

### 2.1. Géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del café.

Las pérdidas ocasionados por los nemátodos al cultivo del café son aproximadamente de un 20% y pueden afectar las poblaciones de plantas (Tronconi, 1986).

Los nematodos que afectan al cultivo del café son principalmente *Pratylenchus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Rotylenchulus spp* y *Meloidogyne spp*. Destacándose entre este último género *Meloidogyne exigua* y *Meloidogyne incognita* (Villalba et al 1982).

#### 2.1.1. *Pratylenchus spp*.

Conocido también como el nematodo lesionador, muchas de las especies de este género causan pudrición radical. Ataques severos se manifiestan en un pobre crecimiento en la parte apical, sensibilidad al estrés hídrico, clorosis y caída de las hojas . *Pratylenchus coffea* causa importantes daños en el café en plantaciones, semilleros y viveros.

Este nematodo destruye los tejidos de la raíz, llegando alcanzar algunas veces el tejido vascular. El tamaño de las lesiones que causa depende de las poblaciones presentes en el hospedante (Dropkin 1980).

### 2.1.2. *Rotylenchulus* spp.

Es un nematodo semi-endoparásito importante en regiones calientes. Las poblaciones de este nematodo pueden alcanzar niveles de 10000/100 cm<sup>3</sup> de suelo, causando un desbalance mineral en el hospedante. Al igual que *Meloidogyne* spp se desarrolla más rápidamente en presencia de altos niveles de K<sup>+</sup>. El follaje en los cultivos que ataca se torna amarillo y en las raíces adventicias se forma un collar (Hussey 1985). *Rotylenchulus reniformis* ataca *Coffea arabica*, *C. robusta* y *C. exelsa* con igual severidad, también ha sido reportado atacando semilleros comerciales en Brazil (Valdez 1968, Lordello 1980, citados por Campos 1990).

D'Souza y Screenivasan (1965), citados por Campos (1990), reportan que el café no desarrolla bien en campos infestados con una densidad de inóculo de *R. reniformis* mayor que 10 nematodos por 50 cm<sup>3</sup> de suelo.

### 2.1.3. *Meloidogyne* spp.

Desde 1887, Jobert, realizando estudios sobre la enfermedad del declinamiento del café en la provincia de Río de Janeiro, Brasil, observó agallas y pequeños organismos en forma de gusanos en las raíces de las plantas enfermas. Debido a que la enfermedad "declinamiento del café" o muerte descendente en los siguientes diez años fue incrementándose

y diseminándose por muchas zonas cafetaleras de Brasil, Goeldi condujo estudios intensivos sobre dicha enfermedad y fue el primero en indicar el rol primario de los nemátodos en la declinación del café, describiendo en su reporte a *M. exigua* Goeldi, como el responsable de la enfermedad (Taylor y Sasser 1978, Lehman y Lordello 1982).

Comparado con otras especies del nemátodo nodulador, *M. exigua* tiene un rango restringido de hospedantes. El hospedante más común es el café. Sin embargo, a pesar de la amplia distribución de este nematodo en las zonas cafetaleras, su daño es relativamente moderado ya que no destruye completamente el sistema radical, permitiendo al cultivo, continuar produciendo bajo condiciones de buena fertilidad y uso de nematicida (Fazuoli 1988).

*Meloidogyne incognita*, considerada actualmente como el nemátodo más importante, destruye completamente la raíz del cafeto. La planta no forma raíces nuevas, quedando las raíces gruesas, las que tienen una capacidad muy limitada para la absorción de agua y nutrientes (Jaehn 1990). Posee una amplia gama de hospedantes, incluyendo malezas y árboles de sombra. Por otro lado, se ha comprobado su persistencia en el suelo la que se ve favorecida por hospedantes perennes como el café (Sasser et al 1979).

Copy

### Efectos en la planta:

Las plantas afectadas por *Meloidogyne* spp reflejan los síntomas en las raíces y los brotes . Las alteraciones que se observan en la planta son similares a las observadas en cualquier planta que tiene las raíces dañadas y/o un mal funcionamiento del sistema radical. Lo que causa supresión del crecimiento radical, muestras de deficiencias nutricionales en el follaje, clorosis, marchitez temporal durante los períodos de estrés hídrico como el medio día, cuando las temperaturas son altas (aún cuando la humedad del suelo son adecuadas). Todo esto culmina con una reducción de los rendimientos (Dropkin 1980).

La magnitud de los síntomas esta a menudo relacionada con la población de juveniles ( $J_2$ ) que ataca al tejido de las raíces de las plantas jóvenes. Los factores del medio ambiente que más influyen en la magnitud del daño a la planta son sequías o temperaturas extremas (Hussey 1985).

### Distribución del género en Nicaragua:

Los cafetales en Nicaragua son severamente atacados por altas poblaciones de nematodos especialmente del género *Meloidogyne* spp (Marban Mendoza inf. personal).

Sequeira (1977) muestreó nemátodos en dos zonas cafetaleras de Nicaragua (Región IV y VI) y reportó la abundancia de

*Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp, predominando *Meloidogyne* en todas las muestras, especialmente las obtenidas en la región IV.

García *et al* (1990) reportó que el género más abundante en la sexta región tanto a nivel de vivero como de plantaciones establecidas, era *Pratylenchus* spp, encontrándose poblaciones más bajas del género *Meloidogyne* spp.

## 2.2. Medidas de Control de los nematodos.

Básicamente existen cuatro métodos de control para el manejo de los nematodos fitoparásitos: Cultural, Biológicos, Físicos y Químicos. Este último se da mediante el uso de nematicidas, los que son usados en gran escala desde 1943 (Taylor 1971). Los primeros químicos utilizados en el control de nematodos fueron los fumigantes del suelo. En el periodo de 1943 - 1983 estos productos dominaron el mercado ya que eran efectivos contra los nematodos, patógenos del suelo, insectos y malezas (Marban 1985). Sin embargo su uso empezó a declinar cuando se observaron algunas desventajas en su aplicación. Este hecho permitió que los compuestos no fumigantes entraran al mercado, los que fueron desarrollados a mediados de la década de los 60s y por algún tiempo permanecieron en forma discreta en el mercado. Estos productos presentaban algunas ventajas en relación con los fumigantes, poco fitotóxicos, fácil de aplicar no requiriendo de equipo sofisticado,

controlan a los nematodos en dosis menores, tienen menor poder residual y son sistémicos con propiedades insecticidas-acaricidas, recomendados para emplearse en los programas de manejo de plagas (Marban 1985, Heald 1985).

El uso de estos productos se extendió rápidamente en la década de los 80s, llegándose a considerar en algunos casos como la única forma de control, particularmente en aquellos cultivos perennes donde la puesta en práctica de otros métodos se considera poco factible.

En el cultivo del café el método comúnmente utilizado para combatir estos organismos es el control químico. Depender de esta táctica confiere riesgos porque algunos persisten en el agua del suelo, pudiendo contaminar los mantos freáticos que sirven de abastecedores de agua a comunidades. Inducen la resistencia y son muy tóxicos para los mamíferos lo cual los ha puesto ante la E.P.A. (Agencia para la Protección Ambiental de los E.U.A) como productos restringidos (Thomanson 1985). Por estas razones se está investigando para buscar alternativas más favorables y económicas, que además de controlar a los nemátodos permitan mantener un equilibrio ecológico en el sistema de café.

Entre los métodos culturales se encuentran la rotación de cultivos, barbecho, empleo de variedades resistentes y el uso de coberturas. En la búsqueda de técnicas para dar respuesta

a la problemática cafetalera, que sean rentables para el cultivo, conservacionistas y de bajo costo, han surgido las coberturas perennes de leguminosas.

### 2.3. Uso de coberturas de leguminosas.

#### 2.3.1. Generalidades

Durante muchos años se ha conocido el potencial de las plantas leguminosas para mejorar y/o mantener las condiciones de fertilidad de los suelos agrícolas lo que podría de alguna manera reducir la dependencia de los fertilizantes químicos. Además, los cultivos de coberturas también podrían contribuir sustancialmente en el control de malezas y por consiguiente a disminuir los costos de producción y uso desmedido de herbicidas (Flores 1990).

Castro (1993), reporta que en dos meses una cobertura de leguminosas produce 5 ton/ha de materia seca que equivalen a 1.5 qq/mz de nitrógeno. Por estas razones existe actualmente la tendencia de promover la utilización de coberturas o abonos verdes en agroecosistemas perennes. Algunas leguminosas de coberturas fijan biológicamente considerables cantidades de Nitrógeno lo que beneficia al cultivo asociado. Sin embargo, la fijación deficiente o tardía de nitrógeno puede presentar competencia con el cultivo (Domínguez *et al* 1990). Estudios realizados por López (1993) indica que el efecto de leguminosas intercaladas con

maíz resultó en una reducción neta de los rendimientos. La magnitud de esta reducción fue menor mientras más tarde se sembró la leguminosa, lo que indica que la reducción se debe a competencia directa por agua y nutrientes.

#### 2.3.1.1 *Arachis pintoï*:

*Arachis pintoï* es una leguminosa forrajera perenne de crecimiento postrado, que produce alta densidad de estolones con entrenudos cortos. Los estolones se fijan al suelo por medio de raíces y estructuras reproductivas llamadas ginóforos, en cuyos extremos se forman los frutos (vainas) que constan casi siempre de una sola semilla. *A. pintoï* es una planta geocárpica, es decir que entierra sus frutos en la capa superficial del suelo a profundidades variables, pero concentrados en los primeros 5-10 cm de la superficie. Fue recolectada en Brasil en 1954, cerca de la desembocadura del río Jequitinhona en la costa atlántica de ese país. En 1979 la accesión CIAT 17434 fue introducida al Programa de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (Argel 1993).

Se adapta a diferentes tipos de suelo desde arcillosos hasta arenosos, de baja o alta fertilidad y de pH neutros a moderadamente ácidos. No se adapta bien en suelos inundables ni zonas con prolongada sequía. Crece bien en altitudes desde el nivel del mar hasta 1800 m.s.n.m., en condiciones de sombrío

o alta luminosidad. Como cobertura, una vez establecido forma una capa densa que requiere mínimo mantenimiento, controla las malezas, fija nitrógeno atmosférico al suelo, reduce las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, conserva la humedad y disminuye la erosión, haciéndola ideal para cultivos como palma aceitera, cítricos, banano y café (Servisemillas 1994).

#### 2.3.1.2. *Stizolobium* spp

El frijol terciopelo es de origen tropical del sudeste de Asia, a partir del cual se han difundido más de 10 especies entre silvestres y cultivadas. La primera noticia que se tuvo como planta forrajera y cultivo de cobertura data de 1880 en Florida. Se comporta bien desde el nivel del mar hasta lo 1600 m.s.n.m. y las temperaturas ideales son entre 19 - 28 °C, requiere un clima húmedo-cálido para su máximo crecimiento. Tolera un amplio rango de suelos desde arenosos hasta arcillosos ácido (Mendizabal et al 1990).

Flores (1990) indica que en trabajos realizados con maíz en terrenos donde ha crecido el frijol abono, el rendimiento obtenido fue de 40 - 50 qq/mz. El crecimiento de las malezas fue de cero entre los surcos de maíz, especialmente durante la primera etapa de desarrollo del cultivo, observándose además un mejoramiento de la textura y estructura del suelo.

### 2.3.1.3. *Desmodium ovalifolium*:

Originario del sudeste de Asia, comprende alrededor de 350 especies. Se adapta mejor a regiones con precipitación anual de 2000 mm o más, con periodos cortos de sequía. Presenta buena adaptación a los suelos ácidos de baja fertilidad de América tropical (Schultze-Kraft y Benavides 1988). Es un subarbusto perenne, llegando a alcanzar alturas de 75 cm. Se caracteriza por presentar altos rendimientos de materia seca, bajos requerimientos de fertilización y tolerancia a la sombra (Schultze-Kraft y Benavides 1988).

Recientemente en Colombia se han identificado dos problemas patológicos en *D. ovalifolium* CIAT 350, la falsa roya (*Synchytrium desmodii*) y el nematodo del nudo del tallo (*Pterotylenchus cecidogenus*), constituyendo este último el problema patológico más importante de esta leguminosa (Lenné 1985, Lehman 1991).

### 2.4. Uso de Coberturas en el control de malezas

Bradshaw *et al* (1992), Vallejos y de la Cruz (1993), determinaron la eficacia del cultivo de cobertura *Arachis pintoii* en el control de malezas, reportando disminución de los costos de producción y el uso desmedido de herbicidas. Los herbicidas son relativamente más caros que los fertilizantes y su utilización adecuada puede resultar muy

compleja en la mayoría de pequeños agricultores; además, el abuso que actualmente se hace de ellos está ocasionando daños ecológicos considerables.

Desde hace mucho tiempo se conoce el potencial que tienen las plantas leguminosas como coberturas vivas para mantener y/o mejorar las condiciones de fertilidad de los suelos y protegerlos de la erosión (Duke 1981)

La siembra de una cobertura viva de leguminosa intercalada con café, provee al suelo de nitrógeno, mejora las condiciones físicas de éste y evita la competencia de las malezas por nutrientes (Carvajal 1984).

Resultados obtenidos por Lavabre (1972) sugieren que el uso de coberturas vivas influye significativamente en la productividad de los cafetales, constituyendo una técnica económica para el control de malas hierbas, llegando a aumentar la producción de café hasta un 80%.

Bradshaw y Staver (1992) en Nicaragua, evaluaron tres especies de coberturas vivas: *Arachis pintoi*, *Desmodium ovalifolium* y *Commelina diffusa*, de éstas las dos primeras se establecieron en poco tiempo y ejercieron un control efectivo sobre las malezas en comparación con el manejo típico.

## 2.5. Uso de coberturas en el control de nematodos

El uso de plantas leguminosas está siendo evaluado por su eficacia en la reducción del daño causado por los nemátodos fitoparásitos. Se considera que las leguminosas poseen una mayor variedad de toxinas que cualquier otra familia de plantas, tales como flavonoides, alcaloides, aminoácidos no proteínicos y proteínas poco comunes (N.A.S 1979). Rice (1979) reportó que estas toxinas se encuentran en hojas vainas y raíces. La mayoría de estos metabolitos permanecen en el suelo e influyen en la nutrición, adaptación, competencia, distribución, estímulo y supresión de malezas insectos y fitopatógenos del suelo (Escarzega 1978).

Se necesitan alternativas de manejo que permitan la protección del medio ambiente y al mismo tiempo controlen o reduzcan los daños causados por los nemátodos fitoparásitos. En otros cultivos, usando coberturas leguminosas en rotaciones redujeron las poblaciones de nematodos fitoparásitos.

Barrons (1940), citado por Lordello (1973) demostró que larvas de *Meloidogyne* spp, penetraron las raíces de *Crotalaria spectabilis*, pero no sobrevivieron pereciendo prematuramente.

Jaehn y Mendez (1979) realizaron estudios sobre la penetración y desarrollo de *M. incognita* en *Crotalaria spectabilis* y encontraron larvas del segundo estadio y larvas en forma de salchichas (III ó IV estadio), no observando hembras adultas ni huevos.

Marbán-Mendoza (1989) menciona que el uso de *Cannavalia ensiformis* co-cultivada con tomate resultó en una reducción significativa de las poblaciones de *Meloidogyne incognita* y *Nacobbus aberrans*.

Domínguez *et al* (1990) encontró que el uso de *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoi* y *Centrosema pubescens* en asocio con tomate redujeron significativamente el índice de agallamiento radical causado por *Meloidogyne arabicida*, en comparación con plantas de tomate en monocultivo.

Villar y Mejía (1990) en pruebas a nivel de laboratorio con exudados de *Crotalaria longirostrata* y larvas de *Meloidogyne* ssp expuestas durante diferentes periodos, encontraron que a las 12 horas de exposición de las larvas hubo un efecto evidente sobre la inactividad de los nemátodos, alcanzando un 100% de inmovilidad a las 72 horas comparando con el testigo que presentó un 11% de inmovilidad. Estas larvas expuestas a los exudados fueron transferidas a agua estéril, recuperando el 86% de ellas la movilidad. Estos resultados indican que el

efecto de los exudados de *C. longirostrata* sobre las larvas de *Meloidogyne* spp es nematástico y no nematicida.

Rodríguez-Kabana *et al* (1992) estudiando *Cannavalia ensiformis* y *Crotalaria spectabilis* en el manejo de *Meloidogyne* spp, encontraron que suprimen las poblaciones de *Meloidogyne* spp y la de otros fitonemátodos por la producción de exudados que contienen monocrotalina y otros compuestos aparentemente nematicidas.

Existen evidencias que los exudados radicales de *Mucuna deeringiana* pueden ejercer un efecto supresivo sobre el nemátodo nodulador, indicando además que este mismo efecto es extensivo a *Heterodera glycines*, lo que sugiere que el efecto de esta leguminosa podría ser más generalizado (Rodríguez-Kabana *et al* 1992).

Marbán-Mendoza *et al* (1992) demostraron la existencia de varias lectinas en los exudados de *A. pintoii* y *P. phaseoloides* y que están de alguna manera interfiriendo con la orientación de los estados infectivos de *M. incognita*.

Estudios realizados con *Mucuna deeringiana* y su efecto sobre *Meloidogyne* spp demostraron que ésta es un pobre hospedante de este nemátodo, por lo que se recomienda para ser usado en rotaciones con maíz (*Zea mays* L.) , para mejorar la

fertilidad del suelo y suprimir otros patógenos del suelo (Rodríguez-Kabana *et al* 1992).

### 3.- METODOLOGIA

El presente trabajo se llevó a cabo en la IV región y en el Laboratorio de Nematología de la Universidad Nacional Agraria, en Nicaragua de enero a noviembre de 1994. La investigación consistió en un muestreo para conocer el comportamiento de nemátodos fitoparásitos en plantaciones de café establecidas bajo un sistema de coberturas vivas de leguminosas en dos fincas de la cuarta región, así como evaluar tres especies de leguminosas cobertoras en microparcelas con plantas de café de un año de edad expuestas a dos fuente de inóculo de *M. incognita* de la IV región. Finalmente se evaluó el efecto de los exudados radicales de tres especies de leguminosas en el movimiento del segundo estado juvenil de *M. incognita* (J<sub>2</sub>).

#### Descripción y ubicación de las zonas de estudio.

La región IV está ubicada en los 11° 05' latitud Norte, y 85° 53' de longitud Oeste. Limita al noreste con los departamentos de Boaco y Chontales, al noroeste con el Océano Pacífico y el departamento de Managua, al sur con el Océano Pacífico, y al sureste con el lago Cocibolca. Presenta elevaciones que van desde 50 hasta 923 m.s.n.m. La temperatura promedio anual es de 26.6 °C (mínima de 14.5 °C,

máxima de 38 °C); la precipitación promedio anual es de 1477 mm y la humedad relativa es de 76%. Presenta bosques húmedos y bosques secos con formaciones ecológicas dominantes (Catastro 1971).

**3.1.- Dinámica poblacional de *M. incognita* y *Rotylenchulus* spp en plantaciones de café establecidas bajo un sistema de coberturas vivas de leguminosas en dos fincas de la cuarta región de Nicaragua.**

El estudio se realizó en dos fincas cafetaleras de la cuarta región, en el período comprendido de marzo a octubre de 1994.

#### **3.1.1. Finca Santa Ana:**

Ubicada en el volcán Mombacho, departamento de Granada con una elevación de 740 msnm. La temperatura promedio anual es de 22 °C, y la precipitación promedio anual es de 1550 mm. La variedad de café muestreada fue Caturra de 6 años de establecida con una distancia de siembra entre surcos de 2.0 m y entre planta 1.0 m.

Se hicieron aplicaciones de fertilizantes regularmente de la fórmula 10-30-10 a razón de 2 quintales por manzana. Además de aplicaciones tradicionales con cobre a razón de 3 libras/manzana, para el control de enfermedades. El manejo de

malezas se hizo con aplicaciones de Gramoxone (paraquat), Roundoup (glifosato) y dos chapias mecánicas por año.

### Descripción del área muestreada

El estudio de la dinámica consistió en la toma de muestras de suelo y de raíz de plantas de café en áreas con cobertura de *A. pintoï* con 10 meses de establecida. Las parcelas con *A. pintoï* tenían 20 m de largo por 4 m de ancho, ubicada entre los surcos de café. Estas parcelas estaban ubicadas en cuatro puntos de la finca.

Los muestreos de suelo y de raíces se realizaron cada mes. Las muestras de suelo obtenidas fueron tomadas al azar con un barreno de 2.5 cm de diámetro a una profundidad de 30 cm. Cada muestra estaba compuesta por 10 submuestras.

En cuanto a las raíces, se seleccionaron 10 plantas de café al azar, de las que se tomaron 25 gr. de raíces por muestra.

Las muestras se tomaron de los siguientes sitios:

- Para el suelo:
- Suelo de la cobertura de *A. pintoï*
  - Suelo de los alrededores de las raíces de las plantas de café dentro de la parcela de *A. pintoï*.
  - Suelo de café sin cobertura.

Para raíz: Se tomaron muestras de raíces de las plantas de café dentro de la parcela de *A. pintoii* y raíces de café sin cobertura.

Las muestras etiquetadas fueron llevadas al laboratorio para ser procesadas. Las muestras de suelo (100 g) fueron procesadas por el método de Centrifugación-Flotación (Niblack 1985). En el procesamiento de raíces (10 g) se utilizó el método de macerado por licuadora más filtro de algodón (s'Jacob and Bezoojen 1977).

### **3.1.2. Finca María Auxiliadora:**

Ubicada en el departamento de Carazo, municipio de San Marcos, con una elevación de 600 msnm, temperatura promedio anual de 23.5 °C, y precipitación media anual de 1200 mm.

La variedad de café muestreada fue Catuai amarillo y Catrenic, con nueve años de edad la primera y dos años la segunda. La distancia de siembra de Catuai es de 1 m entre plantas y 3 m entre surcos. Catrenic estaba sembrada entre los surcos de Catuai a 1.5 m, y una distancia entre plantas de 1.5 m.

### **Descripción del área muestreada**

El área de muestreo estaba constituida por 2 parcelas, cada una con 24 m de largo y 10 m de ancho, con 8 surcos. En la

primera parcela estaba sembrado *A. pintoï* y en la segunda *D. ovalifolium*.

Las coberturas muestreadas en esta finca fueron *A. pintoï* (CIAT 17434) y *D. ovalifolium* (CIAT 350) con un año de establecidas.

Al igual que la finca anterior se tomaron muestras de suelo y de raíz, utilizando igual procedimiento para la toma de muestras en el campo y el procesamiento de las muestras en el laboratorio.

Los muestreos fueron tomados de la siguiente manera:

Para el suelo: - Suelo de *A. pintoï*

- Suelo de Catuai con *A. pintoï*

- Suelo de Catrenic con *A. pintoï*

- Suelo de *D. ovalifolium*

- Suelo de Catuai con *D. ovalifolium*

- Suelo de Catrenic con *D. ovalifolium*

- Suelo de Catuai sin cobertura

Para raíz: - Raíces de Catuai con *A. pintoï*.

- Raíces de Catuai con *D. ovalifolium*

- Raíces de café sin cobertura

**VARIABLES MEDIDAS:**

Las variables a evaluar en ambas fincas fueron:

Para las muestras de suelo: *Rotylenchulus* spp.

Para las muestras de raíces: *M. incognita*.

Por las características que presentaban las parcelas con coberturas en estudio, no fue posible realizar análisis estadísticos. Por lo que se decidió tomar el promedio de cada uno de los sitios muestreados en cada finca y se elaboraron gráficas, para hacer una descripción del comportamiento de las poblaciones de *Rotylenchulus* spp en el suelo y *M. incognita* en las raíces.

### 3.2.- Efecto de tres especies de coberturas vivas de leguminosas en la dinámica poblacional de nematodos fitoparásitos en plantas de café en microparcelas.

El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental del Café del Pacífico (Jardín Botánico), ubicado en Masatepe, Masaya. Con una altura de 454 msnm, temperatura promedio de 24.4 °C y precipitación media anual de 1100 mm.

Los experimentos se llevaron a cabo durante los meses de marzo a octubre y enero a noviembre de 1994.

### 3.2.1. Efecto de tres especies de coberturas vivas de leguminosas sobre la dinámica de poblaciones naturales de *M. incognita* y *Rotylenchulus* spp asociados al café en microparcelas.

Se utilizaron plantas de café var Caturra con 9 meses de edad.

El ensayo se estableció en recipientes plásticos de 25 kg de capacidad. Se utilizó suelo de plantaciones de café naturalmente infestado con nematodos en el que se trasplantó una planta de café por recipiente. Previo al trasplante de café y la siembra de las coberturas se realizó un muestreo de suelo y de raíz para conocer la población inicial de nematodos (PI).

Las coberturas fueron sembradas al momento en que se estableció el ensayo. En el caso de *A. pintoii* se utilizaron estolones de 5 cm de longitud, para *Stizolobium* spp y *D. ovalifolium* se utilizaron semillas.

La fertilización del café se hizo de acuerdo a las recomendaciones de la zona 5 g por planta de la fórmula 10-30-10. Tanto la incidencia de plagas como enfermedades fue muy baja por lo que no se realizaron aplicaciones de insecticidas ni fungicidas. El manejo de las malezas se hizo

manual cada 2 semanas. El riego en la época de verano se hizo diariamente.

Las coberturas fueron podadas semanalmente con tijeras para evitar, en el caso de *Stizolobium* spp que se enredara en las plantas de café. Para las otras coberturas la poda fue mensual y el material podado fue dejado en el suelo (mulch).

A los 30 días de establecido el ensayo (ddee), se realizó el primer muestreo de suelo y a partir de esta fecha se tomaron muestras cada dos meses para un total de cuatro muestreos. El muestreo de raíces se hizo solamente al final del experimento 210 ddee.

Las muestras de suelo fueron tomadas con un barreno alrededor de la planta de café hasta completar 100 g por unidad experimental. En el caso de las raíces se hizo un muestreo destructivo al final del experimento, tomándose 10 g de raíces por unidad experimental.

Para la extracción de los nemátodos del suelo se usó el método Centrifugación-Flotación (Niblack 1985), y para la extracción de los nemátodos de las raíces se utilizó el método de macerado con licuadora más filtros de algodón (s'Jacob and Bezoojen 1977).

### 3.2.1.1. Diseño experimental

El diseño utilizado fue completamente al azar con 5 repeticiones. Cada repetición estaba compuesta por dos maceteros los que conformaban la unidad experimental.

### 3.2.1.2. Tratamientos

Se evaluaron tres especies de coberturas: *A. pintoii* (CIAT 17434), *D. ovalifolium* (CIAT 350), *Stizolobium spp* y un área sin cobertura (Testigo).

### 3.2.1.3. Variables medidas

Se midieron las poblaciones de los géneros de nemátodos fitoparásitos presentes en las muestras de suelo y de raíz, tomándose solamente los que se presentaron con mayor frecuencia.

- Número de *Rotylenchulus spp* en 100 g de suelo a los 30, 90, 150 y 210 ddee (I, II, III y IV muestreo respectivamente).

- Número de *M. incognita* en 10 g de raíces al inicio del experimento (población inicial) y al final del experimento (población final).

#### 3.2.1.4. Análisis estadísticos

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de covarianza utilizando como covariable la población inicial (PI), tanto para los nematodos del suelo como los de raíz. Sin embargo ésta no fue significativa, por lo que se hizo un análisis de varianza con comparaciones de medias (Duncan 0.05), para cada una de las fechas de muestreo. También se hizo un análisis de parcelas divididas en el tiempo. Los datos fueron transformados usando  $\text{Log}_{10} (X + 1)$ .

3.2.2.- Efecto de tres especies de coberturas vivas de leguminosas en asocio con plántulas de café inoculadas con *Meloidogyne incognita* en microparcels.

##### 3.2.2.1.- Manejo del experimento

Se estableció un semillero de café, cuyo sustrato previo a la siembra fue desinfectado con formalina al 40%, manteniéndose cubierto por 7 días y después se dejó airear por 3 días. El sustrato para la siembra fue arena de río más suelo, de acuerdo a las costumbres de la zona.

El trasplante del café se hizo a maceteras plásticas de 8 Kg de capacidad a los 80 días después de la siembra, cuando más del 50% de las plántulas tenían dos pares de hojas

verdaderas. El suelo que se utilizó fue esterilizado en un horno eléctrico a 200 °C por 4 horas. Un mes antes del trasplante del café se sembraron las coberturas de leguminosas. Por macetera se trasplantó una plántula de café.

Se aplicó riego diariamente en la época seca, también se hicieron aplicaciones de fertilizante completo 10-30-10 (5 g/planta) de acuerdo a lo recomendado en la zona.

#### 3.2.2.2.- Inoculación

En vista que las poblaciones de los segundos estados juveniles de *M. incognita* no pudieron ser incrementadas en plantas de tomate, se utilizó raíces de café naturalmente infectadas, provenientes del área donde se realizó el ensayo. La inoculación se hizo cuando las plántulas de café tenían aproximadamente seis meses de edad.

#### Procedimiento

Las raíces de café fueron lavadas con agua corriente para eliminar el suelo y resto de material vegetal, se cortaron en trozos de aproximadamente 1 cm de largo, posteriormente fueron desinfectadas en hipoclorito de sodio al 1% por tres minutos (Calderón 1989).

Los trozos de raíces fueron homogeneizados y se tomaron 3 muestras de 5 g cada una. Cada muestra fue procesada individualmente mediante el método de macerado con licuadora (s. Jacob and Bezoojen 1977), la solución obtenida fue pasada por un juego de tamices de 0.425, 0.25, 0.160 y 0.045 mallas. Se lavó lo obtenido en los dos últimos tamices y se colocó en un beaker hasta completar 100 ml de solución, posteriormente se procedió a contar el número de larvas y huevos en 3 alicuotas de 2 cc cada una. El número promedio de larvas y huevos de *M. incognita* por muestra de 5 g fue de 2500 +/- 50. Finalmente se procedió a inocular las plántulas de café, incorporando 5 g de raíz finamente cortadas alrededor de las raíces de la plántulas de café.

#### 3.2.2.3.- Diseño experimental

El diseño utilizado fue un completo al azar con 8 tratamientos repetidos cinco veces. Cada repetición estaba compuesta por dos maceteras que conformaban la unidad experimental.

#### 3.2.2.4.- Tratamientos

Se evaluaron tres especies de coberturas de leguminosas: *A. pintoï* (CIAT 17437), *D. ovalifolium* (CIAT 350) y *Stizolobium spp.* con y sin inóculo de *M. incognita*. Se utilizaron como testigos café solo (testigo absoluto) y café con *M. incognita*

(testigo relativo). Resultando en los siguientes tratamientos:

- 1.- Café solo
- 2.- Café + *M. incognita* sin coberturas
- 3.- Café + *A. pintoi*
- 4.- Café + *D. ovalifolium*
- 5.- Café + *Stizolobium* spp
- 6.- Café + *A. pintoi* + *M. incognita*
- 7.- Café + *D. ovalifolium* + *M. incognita*
- 8.- Café + *Stizolobium* spp + *M. incognita*

#### 3.2.2.5.- Variables medidas:

A los 4 meses después de la inoculación, se midió la población final de *M. incognita* en los tratamientos donde hubo inoculación. También se midió el peso seco en gramos de la parte aérea, así como el peso fresco de las raíces para todos los tratamientos. Para obtener la población final de nematodos en la raíz se utilizó el método descrito por s'Jacob and Bezoojen (1977).

#### 3.2.2.6. Análisis estadísticos

Para las variables peso fresco de la raíz y peso seco del follaje del café se realizó un análisis factorial, también se realizó comparación de medias (Duncan 0.05). Para la

población de *M. incognita* se realizó un análisis de varianza con comparaciones de medias (Duncan 0.05). Los datos fueron transformados con  $\text{Log } 10 (X + 1)$ .

### 3.3.- Efecto de exudados radicales de tres especies de coberturas de leguminosas en el movimiento del segundo estado juvenil de *M. incognita* a nivel de laboratorio.

El estudio se realizó en el Laboratorio de Nematología de la Escuela de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional Agraria (UNA) ubicada en Managua, en el periodo comprendido del 28 de julio al 4 de agosto de 1994.

#### 3.3.1.- Establecimiento del ensayo:

Semillas de *Stizolobium* spp y *D. Ovalifolium*, así como estolones de *A. pintoii* fueron sembradas en maceteras de 0.5 kg de capacidad en un sustrato de arena estéril, el que no resultó efectivo ya que las coberturas presentaron un pobre desarrollo bajo esta condición. Se decidió cambiar el sustrato utilizando suelo esterilizado.

Cuando las coberturas tuvieron 30 días de edad se procedió a obtener el exudado radical de cada una de ellas.

### 3.3.2.- Obtención de los Exudados radicales:

Para la obtención de los exudados radicales se utilizó la metodología propuesta por Bell y Koeppel (1972), modificada en función de los objetivos del ensayo.

Se diseñó un equipo de madera dividido en tres partes o estratos de 100 cm de alto, 20 cm de grosor y 85 cm de ancho. En cada estrato o parte se hicieron huecos, en un número de 4 por estrato. En cada uno de esos huecos fueron colocadas las maceteras las que estaban sostenidas por un embudo de vidrio mediano (embudo Baerman), en cuyo extremo inferior tenía colocada una manguera de hule con el propósito de depositar directamente sobre la raíz de la planta que estaba en el estrato inferior los exudados y de igual manera ésta se conectaba a la macetera que estaba en el estrato más bajo. Finalmente el exudado de las tres maceteras colocadas en forma de 'escalera' se depositó en un beaker de vidrio (Fig A3).

Para obtener el exudado se aplicaba riego con un atomizador tres veces al día. El exudado obtenido fue aplicado nuevamente a las coberturas para obtener el exudado final.

### 3.3.3.- Obtención del segundo estado juvenil de *M. incognita*:

Las larvas del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* se obtuvieron de raíces de café naturalmente infectadas. Se lavaron y posteriormente se cortaron en trozos de 1 cm de largo aproximadamente. Se pesaron 5 gramos, se maceraron y licuaron durante 30 segundos en la velocidad más baja. Esta suspensión fue depositada sobre un tamiz de extracción cubierto con un filtro de algodón, colocado sobre un plato de extracción y así se dejó durante 4 horas, para asegurar la viabilidad del inóculo. Pasado ese tiempo se procedió a aislar las larvas con un "pescador", depositando 10 larvas en una película fina de agua dispuesta en una microsiracusa. Al momento de aplicar los tratamientos el agua fue retirada de las siracusas con un papel toalla con ayuda de un estéreo-microscopio.

### 3.3.4.- Diseño experimental

El diseño utilizado fue un completamente al azar con 15 repeticiones. Una repetición estaba compuesta por una microsiracusa, la cual contenía 10 especímenes del segundo estado juvenil de *M. incognita*.

### 3.3.5.- Tratamientos

Se evaluaron los exudados radicales de *A. pintoí* (CIAT 17434), *D. ovalifolium* (CIAT 350) y *Stizolobium* spp. Se utilizó como testigo agua estéril y un nematicida (Vydate L 24 % (Oxamyl)) en dosis de 300 ppm. En cada microsiracusa se puso 0.5 ml del tratamiento a evaluar.

### 3.3.6.- Variable medida:

La variable medida fue la inmovilización (cuando el nematodo no respondía al ser estimulado en la cabeza por el "pescador") de los segundos estadios larvales de *M. incognita* a diferente horas de exposición de los tratamientos. Se realizaron observaciones a las 6, 12, 18, 24, 36, 48 y 72 horas.

### 3.3.7. Análisis estadístico

Con los datos obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados se realizó un análisis de varianza para ver el comportamiento lineal o cuadrático de los tratamientos (usando polinomios ortogonales). También se realizó análisis de varianza empleando la técnica de contrastes ortogonales, para conocer el efecto de los tratamientos sobre el comportamiento de los nemátodos, la diferencia entre los tratamientos incluyendo los testigos (nematicida y agua estéril).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Dinámica Poblacional de *Meloidogyne incognita* y *Rotylenchulus* spp en plantaciones de café establecidas bajo un sistema de coberturas vivas de leguminosas en dos fincas de la IV región de Nicaragua.

##### 4.1.1. Finca Santa Ana

###### 4.1.1.1. *Rotylenchulus* spp en *A. pintoï*

La población de *Rotylenchulus* spp fue mayor en Caturra sin cobertura que en el asocio Caturra/*Arachis* y la cobertura de *A. pintoï* (Fig 1). Esto podría indicar un efecto antagónico de *A. pintoï* sobre *Rotylenchulus* spp, sin embargo el hecho mismo de encontrarlo asociado a esta cobertura aunque en poblaciones bajas nos podría sugerir un parasitismo de este nematodo en las condiciones estudiadas.

###### 4.1.1.2. *Meloidogyne incognita* en cobertura de *A. pintoï*.

Los incrementos de *M. incognita* fueron mayores en Caturra sin cobertura que en el asocio Caturra/*Arachis* (Fig 2). Después de incrementos en marzo y mayo la población se mantuvo estable hasta el final del muestreo. El comportamiento observado de *A. pintoï* podría indicar que bajo condiciones de campo existe un efecto supresivo sobre *M. incognita*.

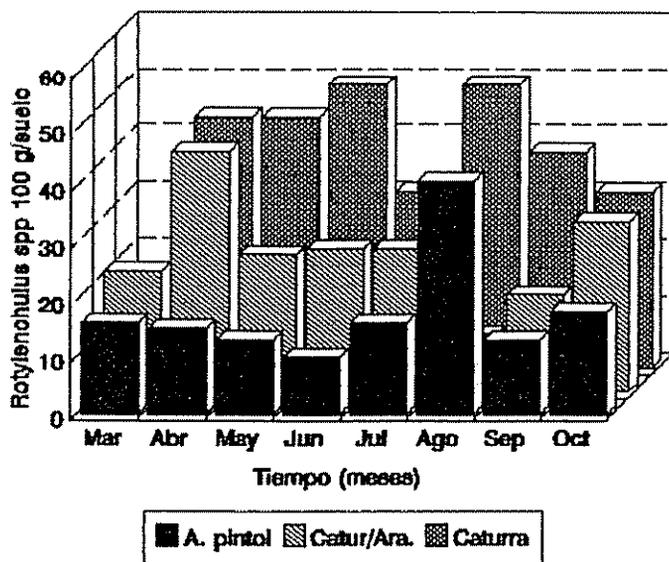


Fig 1. Comportamiento de *Rotylenchulus* spp en café caturra, en *A. pintoi* y en asocio Caturra/*A. pintoi*. Finca Santa Ana. Nic. 1994.

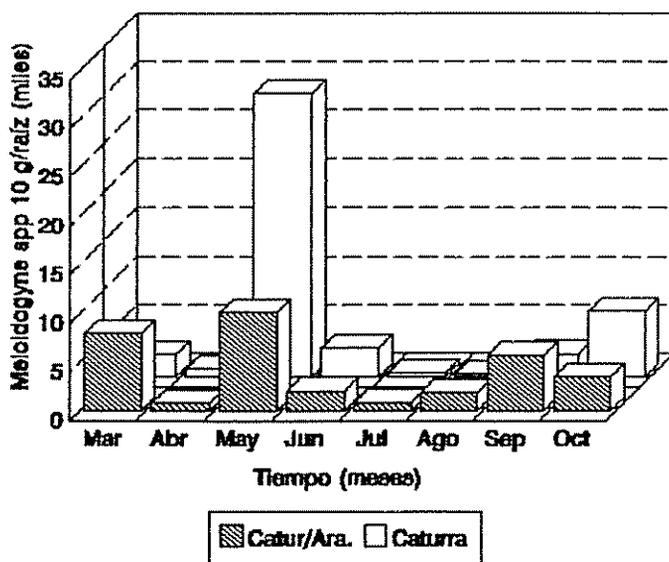


Fig 2. Comportamiento de *M. incognita* (j2) en café Caturra y en asocio Caturra/*A. pintoi*. Finca Santa Ana. Nic. 1994.

#### 4.1.2. Finca María Auxiliadora

##### 4.1.2.1. *Rotylenchulus* spp en coberturas de *A. pintoï*

El comportamiento de *Rotylenchulus* fue variado, pudiendo observarse una mayor fluctuación de la población de marzo hasta junio, a partir del cual la población fue relativamente estable y baja en todas las condiciones muestreadas (Fig 3). El asocio Catrenic/*A. pintoï* y Catuai/*A. pintoï* en comparación con Catuai sola y la cobertura de *A. pintoï*, parece favorecer la multiplicación de *Rotylenchulus* spp. Esto sugiere que tanto el café (var Catuai y Catrenic) como el *A. pintoï*, son hospedantes que podrían estar afectados por el parasitismo si se dieran las condiciones favorables de temperaturas y humedad entre otras.

##### 4.1.2.2 *Rotylenchulus* spp en la cobertura de *D. ovalifolium*

Las poblaciones de *Rotylenchulus* spp en la variedad Catuai sin cobertura fue más baja que la encontrada en el asocio Catuai/*D. ovalifolium*, Catrenic/*D. ovalifolium* y la cobertura de *D. ovalifolium* (Fig 4). En el asocio Catrenic/*D. ovalifolium* y Catuai/*D. ovalifolium*, *Rotylenchulus* spp experimentó incrementos en su población en tiempos diferentes. Consideramos que estos incrementos podrían deberse a un desarrollo radical propiciado por la llegada de las lluvias en esa época (Fig A1), lo que favorece a las

poblaciones de nematodos ya que encuentran una mayor disponibilidad de alimento y en consecuencia una mayor multiplicación, por otro lado el desfase entre las variedades de café, probablemente se deba a una respuesta varietal a las condiciones ambientales.

Tampoco se observó antagonismo de la cobertura contra *Rotylenchulus* spp. Las densidades poblacionales obtenidas de *Rotylenchulus* spp (30 - 250 nematodos/100 g de suelo) en la cobertura de *D. ovalifolium* nos indican que esta cobertura podría ser un buen hospedante ya que las registradas en Catuaí sin cobertura fueron más bajas. Estas observaciones en el campo con poblaciones bajo condiciones naturales nos indican que para futuras investigaciones es necesario explorar la relación *Desmodium-Rotylenchulus* en el agroecosistema.

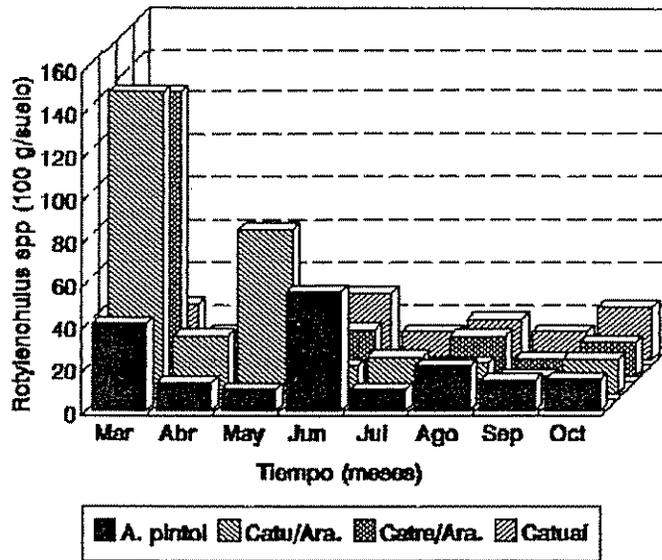


Fig 3. Comportamiento de *Rotylenchulus* spp en Catuaí, cobertura de *A. pintoi* y *A. pintoi* en asocio con Catuaí y Catrenic. Finca Ma. Auxiliadora. Nic. 1994.

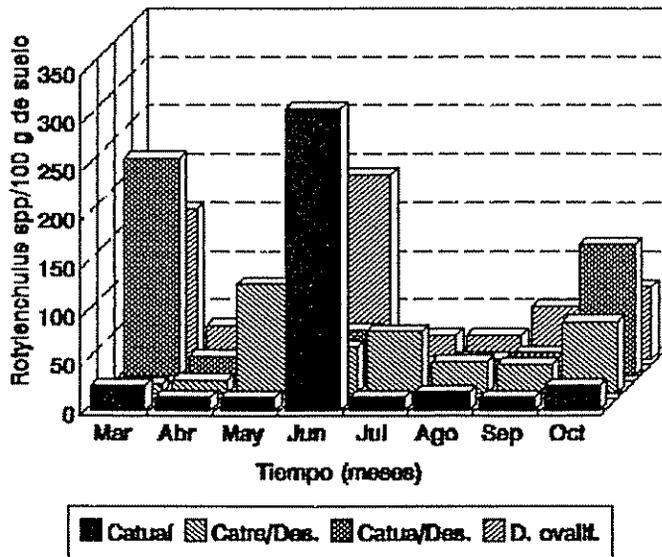


Fig 4. Comportamiento de *Rotylenchulus* spp en Catuaí, cobertura de *D. ovalif.* y *D. ovalif.* en asocio con Catuaí y Catrenic. Finca Ma. Auxiliadora. Nic. 1994.

#### 4.1.2.3 *Meloidogyne incognita* en la cobertura de *Desmodium ovalifolium* y *Arachis pintoii*

Las poblaciones de *M. incognita*, fueron bajas desde el primer muestreo (marzo), hasta el mes de junio (Fig 5). A partir de Julio aumentaron las poblaciones para cada una de las condiciones muestreadas (Catuai/*D.ovalifolium*, Catuai/*A. pintoii* y Catuai sin cobertura), encontrándose en las dos primeras, poblaciones relativamente más bajas que las encontradas en Catuai sin cobertura. Esto nos podría indicar la supresión de la población de *M. incognita* por las coberturas, misma que se observó en los experimentos de microparcelas. Sin embargo este efecto antagónico a nivel de campo contra *M. incognita* podría perderse con el tiempo ya que otros factores como crecimiento radical a mayores profundidades, cambios fisiológicos de las coberturas, el movimiento al azar de los nematodos, podrían neutralizar dicho efecto.

En las dos fincas las fluctuaciones de la población de *Rotylenchulus spp* y *M. incognita* coincidieron en incrementos poblacionales con las mayores precipitaciones ocurridas en la estación lluviosa. Esto indica el efecto que ejercen las condiciones climáticas sobre la dinámica poblacional de los nematodos. Aunque cuantitativamente no son comparables las poblaciones en ambas fincas, ni las registradas en las

diferentes condiciones de una misma finca, se pudo observar cualitativamente en la finca Ma Auxiliadora que la cobertura *D. ovalifolium* en relación a las poblaciones de *Rotylenchulus* spp fue mejor hospedante que *A. pintoí*. Lo contrario ocurrió con *M. incognita* y esta cobertura que presentó poblaciones bajas en relación a las encontradas en *A. pintoí*. En la finca Sta Ana las poblaciones de *M. incognita* en la cobertura de *A. pintoí* en asocio con Caturra presentó poblaciones más bajas que las obtenidas en café sin cobertura. En relación a *Rotylenchulus* spp en *A. pintoí*, tanto sola y en asocio con café se pudo observar que siempre presentó poblaciones bajas.

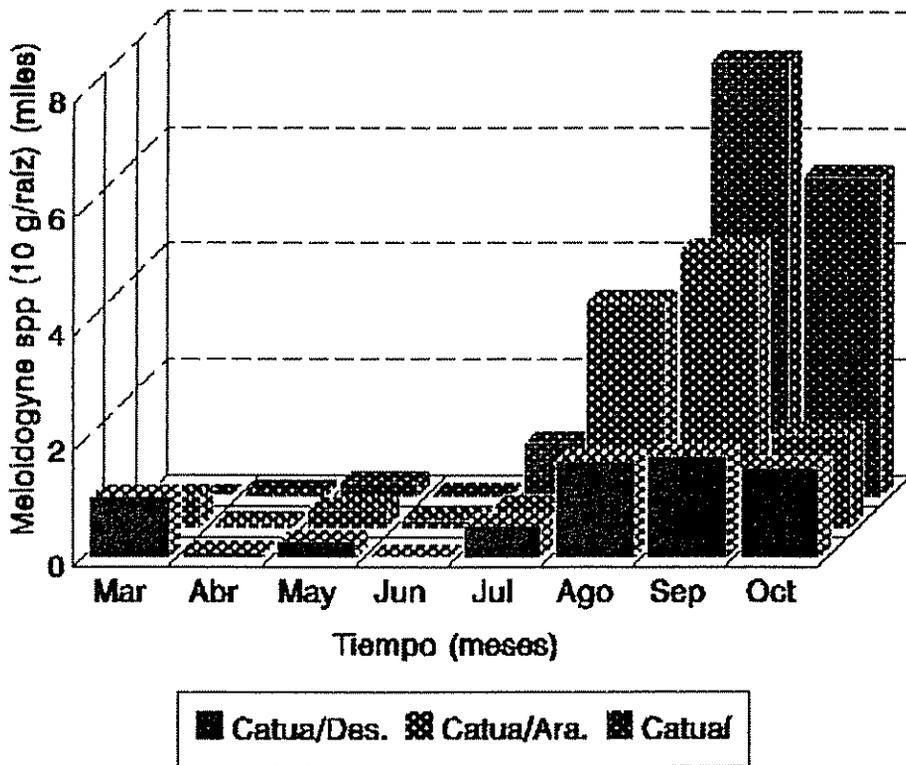


Fig 5. Comportamiento de *M. incognita* (j2) en café Catuaí y en asocio con *A. pintoii* y *D. ovalif.* Finca Ma. Auxiliadora. Nic. 1994.

#### 4.2.1. Dinámica de poblaciones naturales de *Rotylenchulus* spp y *M. incognita* asociados al café en microparcelas.

Hubo un diferencias significativas entre los tratamientos sobre la población natural de *Rotylenchulus* spp a los 30 y 90 días después de establecido el ensayo (ddee) ( $p < 0.05$ ) (cuadro 1 y Fig 6). En el primer muestreo realizado (30 días después del establecimiento del ensayo (ddee)), *A. pintoi* presentó la población más baja al igual que *Stizolobium* spp ( $p < 0.05$ ); por el contrario *D. ovalifolium* y el Testigo (café sin cobertura) presentaron las poblaciones más altas. Las poblaciones de este género continuaron disminuyendo a los 90 ddee (Segundo muestreo) en el tratamiento *A. pintoi* y *Stizolobium* spp, incrementándose para el tratamiento *D. ovalifolium* que fue superior al testigo, en el cual se redujeron las poblaciones. Sinembargo a los 150 ddee (Tercer muestreo) y 210 ddee (Cuarto muestreo) no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ) y el testigo. A pesar de que en los dos últimos muestreos no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, se puede ver que el más bajo promedio correspondió a *A. pintoi* en comparación con el resto de los tratamientos, ya que redujo las poblaciones de *Rotylenchulus* spp a través del tiempo. Esto resultados podrían sugerir un leve efecto antagónico de esta cobertura para *Rotylenchulus* spp, ya que mantiene la población de este género a niveles relativamente bajos. Hasta

donde se sabe no se han reportado coberturas de leguminosas antagónicas a este género. Este hecho justifica para el futuro investigar diversos aspectos, por ejemplo la relación de la especie *Rotylenchulus* con las plantas de leguminosas *A. pintoii* y *Stizolobium* spp, se sabe por ejemplo que una posible interferencia en el mecanismo de orientación de *M. incognita* y *N. aberrans* hacia sus hospedantes lo constituye la perturbación de la relación Lectina-azúcar específica que se presenta en dichas especies (Marbán-Mendoza *et al*, 1990, 1992). Algo muy importante de conocer sería si *Rotylenchulus* posee glándulas productoras de azúcares y si éstas se relacionan específicamente con las lectinas ya identificadas en los exudados radicales de ambas leguminosas. También sería importante esclarecer la relación de *Rotylenchulus* spp con las leguminosas ensayadas, ya que aunque la poblaciones fueron iguales estadísticamente a los 150 y 210 ddee en todos los tratamientos, no sabemos si *Rotylenchulus* se reproduce también en las leguminosas.

Cuadro No 1 . Población de *Rotylenchulus* spp en plantas de café asociadas con *A. pintoii*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp a los 30, 90, 150 y 210 ddee, en microparcelas, Masatepe, 1994.

Tratamientos	Días después del establecimiento del ensayo			
	30	90	150	210
Café+A. pintoii	32.20 a	20.20 a	18.60 a	10.20 a
Café+Stizolob.	37.20 a	22.80 a	41.60 a	52.80 a
Café+D. ovalif.	65.20 b	70.40 b	12.40 a	32.20 a
Café sin cobert.	66.60 b	16.40 a	11.20 a	8.80 a

Medias seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan 0.05).

En lo que concierne a la población de *M. incognita* esta resultó diferente en los tratamientos evaluados ( $p < 0.05$ ) 210 ddee, registrándose las más altas poblaciones para el testigo y la menor población para el el tratamiento con *D. ovalifolium* (Cuadro 2 y fig 7), lo que demuestra una reducción de las poblaciones por este tratamiento. No hubo diferencias estadísticas entre el testigo y *A. pintoii*, en cuanto a *Stizolobium* spp éste redujo las poblaciones pero fue similar al testigo. Los resultados encontrados en este ensayo indican que no hubo efecto de *A. pintoii* sobre *Meloidogyne* spp, diferente en parte los resultados obtenidos por Dominguez-Valenzuela *et al* 1990, en tomate con *M. arabicida*, Marbán-Mendoza *et al*, 1992, con *M. incognita* en tomate y Vallejos, 1993 con *M. exigua* en café. Todos estos autores

reportan efectos antagonistas de *A. pintoii* a las especies de *Meloidogyne* indicadas. Además de las poblaciones de nematodos utilizadas y el hospedante café de la variedad Caturra, este experimento se diferenció en que usamos como inóculo inicial suelo naturalmente infestado y el período de exposición fue más prolongado (210 ddee) que los autores citados (90 ddee), lo que pudo influir en los resultados. Por otro lado la leguminosa *D. ovalifolium* mostró un gran efecto ( $p < 0.05$ ) ya que para el mismo tiempo mantuvo muy bajas poblaciones de *M. incognita* (98 vs 1423/10 g de raíz del testigo). Estos resultados en general son consistentes con los obtenidos en plantaciones de café en asocio con las coberturas estudiadas.

Cuadro 2. Población de *M. incognita* en café (var Caturra) asociado co *A. pintoii*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp (210 ddee) en microparcelas. Masatepe, Nicaragua, 1994.

Tratamientos	Pob. de Meloidogyne 10 g de raíz
Testigo	1423.8 a
<i>A. pintoii</i>	877.6 a
<i>Stizolobium</i> spp	208.4 ab
<i>D. ovalifolium</i>	98.4 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan 0.05).

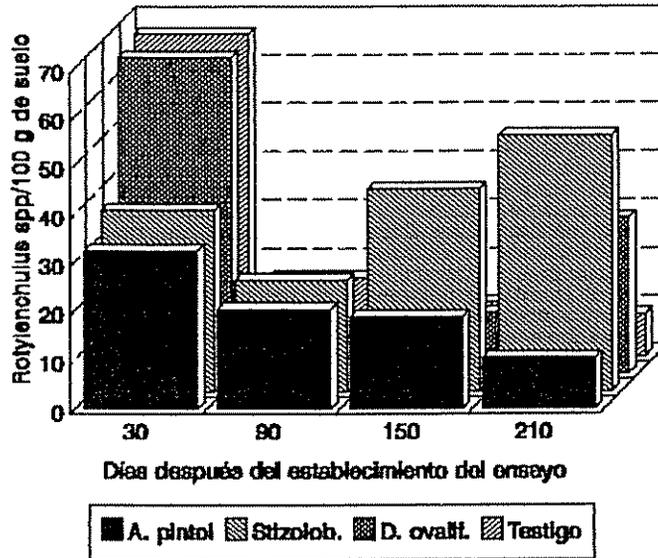


Fig 6. Efecto de *A. pintoi*, *D. ovalif.* y *Stizolobium* spp en poblaciones naturales de *Rotylenchulus* spp A 30, 90, 150 y 210 ddee. Masatepe. Nic. 1994.

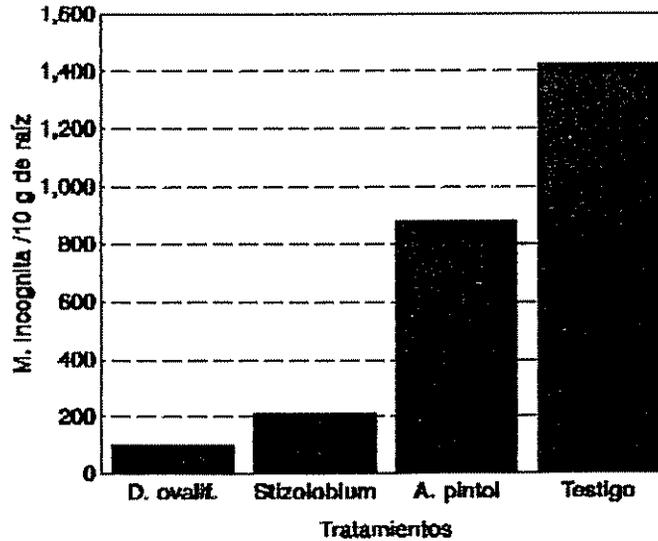


Fig 7. Efecto de *A. pintoi*, *D. ovalif.* Y *Stizolobium* spp en poblaciones naturales de *M. incognita* a los 210 ddee. Masatepe. Nic. 1994.

#### 4.2.2. Efecto de tres especies de coberturas vivas de leguminosas en asocio con plántulas de café inoculadas con *Meloidogyne incognita* en microparcels.

El peso fresco de las raíces de café fue diferente en los tratamientos evaluados ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 3 y fig 8), siendo significativa la interacción nematodo\*cobertura ( $p < 0.05$ ). El tratamiento *Arachis*+Café superó significativamente al resto de los tratamientos, seguido por Café sin coberturas (testigo absoluto), Café+*Meloidogyne* (testigo relativo), Café+*Desmodium* y Café+*Desmodium*+*Meloidogyne*. El tratamiento Café+*Arachis* presentó el mayor peso fresco de raíces, sin embargo cuando fue inoculado con *Meloidogyne incognita*, el peso se redujo significativamente. Por otro lado café solo, Café+*Desmodium* y Café+*Desmodium*+*Meloidogyne*, se comportaron estadísticamente iguales, lo que podría sugerir una relativa protección de *Desmodium* al café en presencia de *Meloidogyne*, ya que el resto de los tratamientos que llevaban *M. incognita* mostraron pesos inferior a éste y los testigos. Pero también cabría pensar que el efecto observado obedece a *D. ovalifolium*, más que a *M. incognita* ya que no hubo diferencias entre los tratamientos Café+*Desmodium*+*Meloidogyne*, Café+*Meloidogyne* y Café+*Desmodium*. Resultados similares fueron obtenidos en la variable peso seco de la parte aérea de café (Cuadro No 3 y Fig 9 ).

Cuadro 3. Peso fresco de las raíces y peso seco del follaje de café en asocio con *A. pintoii*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp con y sin inóculo de *M. incognita* en microparcelas. Masatepe, Nicaragua, 1994.

Tratamientos	Peso fresco raíz (g)	Peso seco follaje (g)
Café+Arachis	15.20 a	15.80 a
Café sin cobertura	10.40 b	13.00 b
Café+Meloidogyne	9.40 b	10.60 bc
Café+Desmodium	9.20 b	11.00 bc
Café+Desmodium+Meloi	9.20 b	10.80 bc
Café+Arachis+Meloi	5.60 c	8.60 cd
Café+Stizolobium	5.20 c	7.40 cd
Café+Stizol+Meloid	4.80 c	5.80 d

Medias seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales ( $p < 0.05$ ). Según la prueba de Duncan.

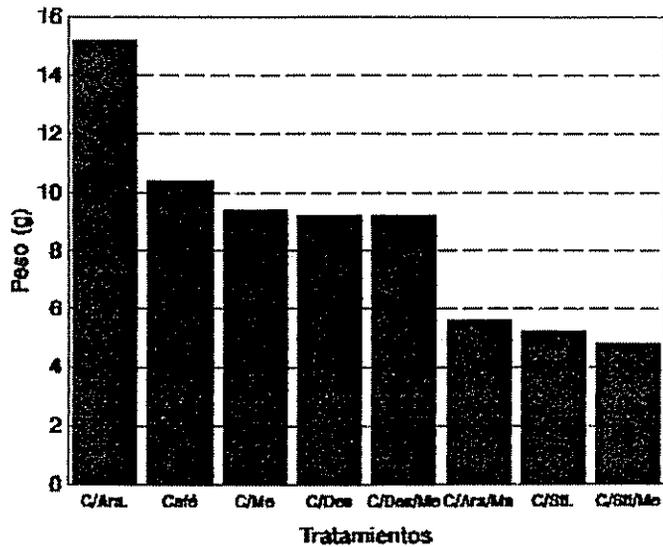


Fig 8. Peso fresco de raíces de café en asocio con *A. pintoii*, *D. ovalif.* y *Stizolobium* spp con y sin inóculo de *M. incognita* en microparcelas. Masatepe, Nic. 1994.

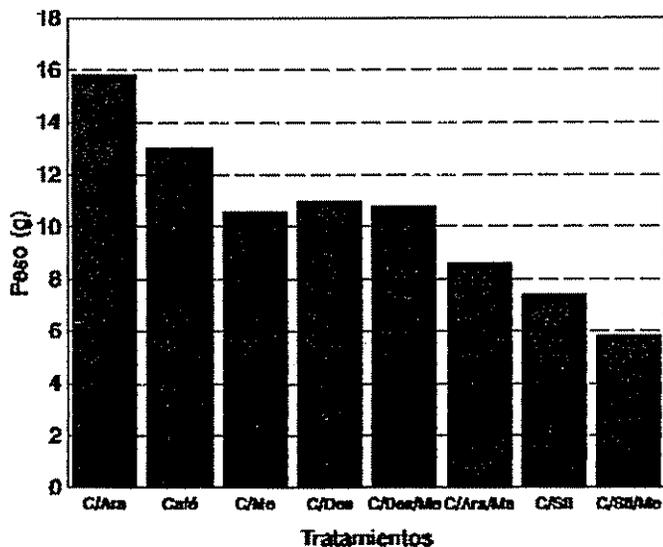


Fig 9. Peso seco del follaje de café en asocio con *A. pintoii*, *D. ovalif.* y *Stizolobium* spp con y sin inóculo de *M. incognita* en microparcelas. Masatepe, Nic. 1994.

Domínguez *et al* (1990), reportaron que *A. pintoii* CIAT 17434, como cobertura viva en palmito, redujo drásticamente su crecimiento, probablemente por competencia de nitrógeno. Sin embargo, bajo las condiciones de nuestro ensayo el comportamiento de *A. pintoii* en plántulas de café fue diferente, ya que aumentó significativamente el peso seco, probablemente debido a la facultad que tiene *A. pintoii* de proporcionar nutrientes al suelo. Thomas *et al* 1993, indicaron que la tasa de descomposición de materia orgánica por *A. pintoii* es más rápida que el de otras leguminosas, y el reciclaje de nutrientes es mayor. Algo muy importante de señalar es que *A. pintoii* parece ser muy efectiva fijando nitrógeno atmosférico, el cual es utilizada por la planta asociada para mejorar su calidad (Ibrahim 1990 citado por Argel, 1993). Esto podría explicar el efecto ejercido de *A. pintoii* sobre café (var Caturra).

En cuanto al efecto de *D. ovalifolium* sobre el peso seco de café y el peso fresco de raíces, Thomas (1993), reporta que esta cobertura tiene a diferencia de *A. pintoii* una tasa de descomposición de materia orgánica más lenta por el contenido alto de lignina y polifenoles lo que implica un tardío reciclaje. Esto pudo influir en los pesos de café obtenidos en nuestro ensayo con esta leguminosa, pero también pueden haber otros factores afectando. *Stizolobium*, también

produjo resultados negativos, pero no encontramos estudios explicativos al respecto. El pobre crecimiento de café con el asocio *Stizolobium* con y sin *M. incognita*, causó efectos dañinos al café. Esto debe estudiarse para el futuro ya que no por reducir poblaciones de un nematodo patogénico, se arriesgaría la condición saludable del cultivo hospedante que se pretenda proteger.

El efecto de los tratamientos sobre *Meloidogyne* spp fue diferente ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 4 y fig 10). Las poblaciones registradas en el tratamiento Café+*Meloidogyne* (testigo relativo) fueron superiores al resto de los tratamientos, sobre todo cuando se compara con el tratamiento *Stizolobium* spp quien presentó la más baja población. Café+*Desmodium*+*Meloidogyne* y Café+*Arachis*+*Meloidogyne* se comportaron similares al testigo. Aunque las poblaciones de *M. incognita* fueron relativamente altas en este ensayo (9923 - 4580 larvas/10 gr de raíz), se observa una ligera tendencia de los tratamientos a reducir las poblaciones del nematodo nodulador, particularmente con el tratamiento Café+*Stizolobium*+*Meloidogyne* quien fue diferente al testigo ( $p < 0.05$ ). En cuanto a *A. pintoii* y *D. ovalifolium* éstos fueron similares estadísticamente al testigo, pero en términos relativos se observó una tendencia a bajar las poblaciones, lo que interpretamos como protectora, ya que la población de *M. incognita* fue por lo menos 43% más baja en promedio con

las leguminosas, comparada con el testigo (Café+*Meloidogyne*)..

Cuadro 4. Población de *M. incognita* en plantas de café en asocio con *A. pintoi*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp en microparcelas. Masatepe, Nicaragua, 1994.

Tratamientos	Promedio J <sub>2</sub> /10 gr raíz
Café+ <i>Meloidogyne</i>	9923 a
Café+ <i>Arachis</i> + <i>Meloi</i>	6275 ab
Café+ <i>Desmodium</i> + <i>Meloi</i>	5744 ab
Café+ <i>Stizol</i> + <i>Meloi</i>	4580 b

Medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan 0.05).

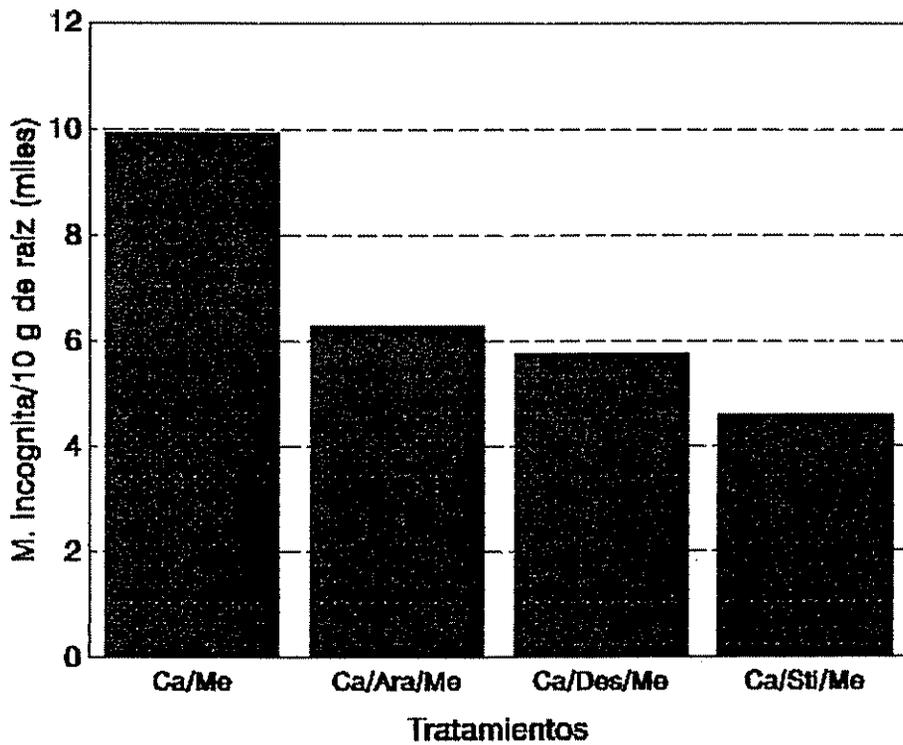


Fig 10. Efecto de *A. pintoii*, *D. ovalif.* y *Stizolobium* spp en asocio con café sobre las poblaciones de *M. incognita* en microparcelas. Masatepe, Nic. 1994.

Resende (1987), con coberturas de leguminosas para probar el efecto antagonista sobre nematodos fitoparásitos, encontró que *Stizolobium* spp fue desfavorable en el desarrollo de *M. incognita* raza 3. Weaver et al (1993), en pruebas a nivel de campo con *Mucuna deeringiana* en el cultivo de soya como cultivo previo para el control de *Meloidogyne arenaria* y *Heterodera glycines* encontraron una efectiva reducción de las pérdidas ocurridas en el cultivo de la soya por estos dos géneros de nematodos. Dominguez et al 1990, en pruebas realizadas a nivel de invernadero para probar el efecto de *A. pintoï* y *D. ovalifolium* sobre *Meloidogyne arabicida* en plantas de tomate, encontraron que *A. pintoï* redujo significativamente el porcentaje de agallamiento causado por este nematodo lo contrario ocurrió con *D. ovalifolium* que se comportó igual al testigo. Los resultados anteriores coinciden con los obtenidos en el presente ensayo, ya que se observa una reducción de la población de *M. incognita* en un 46%, 43% y 33% para *Stizolobium*, *D.ovalifolium* y *A. pintoï* respectivamente, cuando se compara con el testigo. Esta reducción sugiere un efecto antagonista de las coberturas hacia el nematodo nodulador . Anteriormente se señalaba la hipótesis Lectina-azúcar, pero otros factores podrian estar participando (ver efecto "in vitro").

#### 4.3. Efecto de exudados radicales de tres especies de coberturas de leguminosas en el movimiento del segundo estado juvenil de *M. incognita* a nivel de laboratorio.

Se analizó el comportamiento lineal y cuadrático del efecto de los exudados radicales de especies de leguminosas sobre el segundo estadio juvenil de *M. incognita* y resultó significativo ( $p = L = 0.0002$ ;  $C = 0.0031$ ), para ambos casos (Cuadro No 5 y 6). Encontrándose además diferencias significativas en los tratamientos ( $p = 0.0002$ ).

Se realizaron contrastes ortogonales para comparar los tratamientos entre sí y con los testigos. Los testigos (Oxamyl y Agua destilada), se comportaron diferente a los exudados de las coberturas ( $p = 0.0089$ , para el nematocida y  $p = 0.0026$ , para el agua destilada). En cuanto a los exudados radicales no hubo diferencias significativas entre ellos.

Cuadro 5. Análisis del comportamiento lineal del efecto de exudados radicales de coberturas de leguminosas *A. pintoi*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp sobre la movilidad del segundo estadio larval de *M. incognita* a nivel de laboratorio.

FV	GL	SC	CM	F	P
tra	4	2902.853333	725.71333	6.35	0.0002 *
Contrast					
Ag vs Ex	1	827.755556	827.75556	7.24	0.0089 *
A vs D	1	224.133333	224.13333	1.96	1.6558 ns
AD vs S	1	94.044444	94.04444	0.82	0.3674 ns
N vs Ex	1	1115.022222	1115.02222	9.76	0.0026 *

$R^2 = 0.26$

CV = 73.6

RMSE = 10.6

MEAN L = 13.05

Cuadro 6. Análisis del comportamiento cuadrático del efecto de exudados radicales de coberturas de leguminosas *A. pintoi*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp sobre la movilidad del segundo estado juvenil de *M. incognita* a nivel de laboratorio.

FV	GL	SC	CM	F	P
Tra	4	1614.720000	403.680000	4.40	0.0031 *
Contrast					
Ag vs Ex	1	572.450000	572.450000	6.24	0.0148 *
A vs D	1	0.30000000	0.03000000	0.00	0.95 ns
AD vs S	1	302.500000	302.500000	3.30	0.0736 ns
N vs Ex	1	414.050000	414.050000	4.05	0.0371 *
R <sup>2</sup> = 0.20		CV= 73.3	RMSE= 9.57	MEAN C= 14.5	

A pesar de que no hubieron diferencias significativas en el efecto de los exudados radicales de las coberturas sobre la movilidad de el segundo estado juvenil de *M. incognita*, se puede ver en la Fig 11 que para el exudado obtenido de *D. ovalifolium* el 50% de inmovilización ocurrió a las 24 horas de exposición. En cambio para el exudado de *Stizolobium* spp la inmovilización se dió en las primeras 6 horas de exposición alcanzando hasta un 30%. Para *A. pintoi* la inmovilización ocurrió entre las 6 y 18 horas con un 20%. Se puede apreciar que *D. ovalifolium* fue el que presentó el mayor porcentaje de inmovilización. La inmovilización que ocurrió después de ese tiempo obedece a otras causas y no al efecto de tratamiento ya que los nematodos en el agua estéril comenzaron a morir.

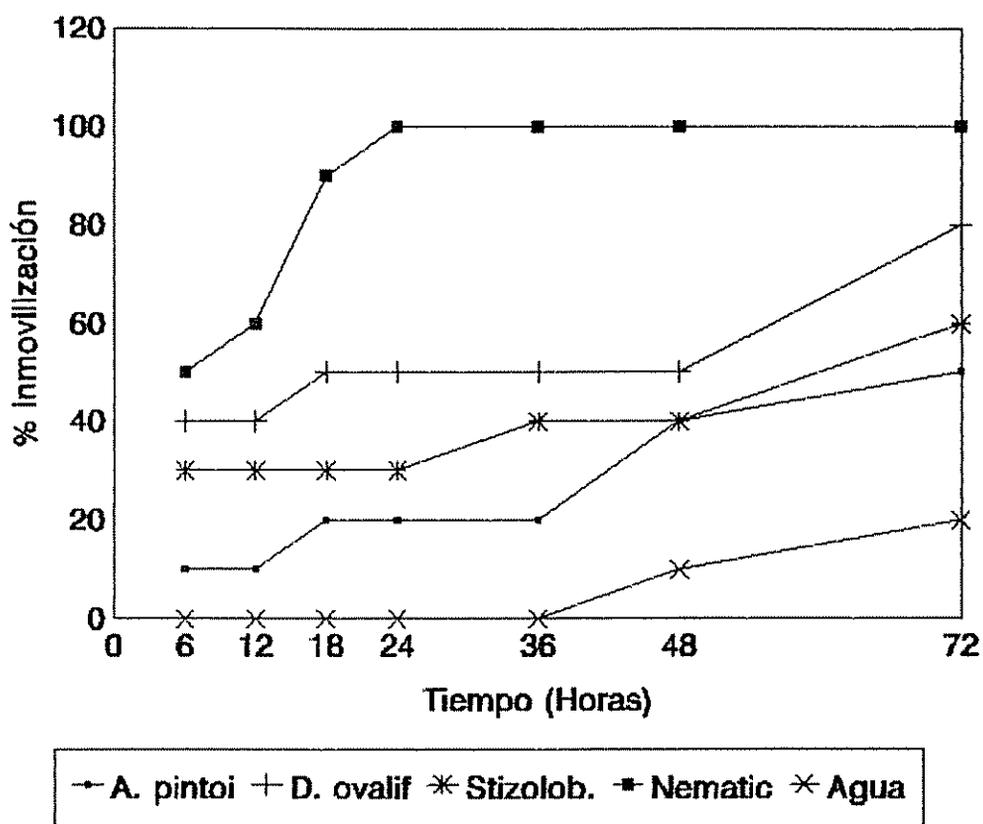


Fig 11. Efecto de exudados radicales de *A. pintoi*, *D. ovalif*. y *Stizolobium* spp sobre el movimiento del J2 de *M. incognita* a 72 horas de incubación en laboratorio.

Nuestros resultados indican que probablemente existe un efecto inhibitorio de los exudados radicales de las leguminosas evaluadas sobre el movimiento de los segundos estados juveniles de *M. incognita*, tomando como base el efecto observado en *D. ovalifolium* el cual afectó la movilidad de la población en un 50% en las primeras 24 horas.

En estudios realizados con *Crotalaria longirostrata* (Villar y Mejía, 1990), encontraron un efecto nematóstico de los exudados radicales de esta planta en un periodo de 72 horas de exposición. Para nuestro estudio algo evidente en el efecto de los exudados fue el hecho de observar inmovilización en un periodo de 24 horas. Por otro lado las lectinas a las dosis probadas por Marbán *et al*, (1989, 1992), no indujeron inmovilización. Esto podría significar que nuestros resultados a nivel de microparcels y de campo, podrían deberse a otros factores, además del efecto inhibitor. Desafortunadamente poco se sabe de la naturaleza y acción fisiológica de los exudados de las coberturas estudiadas. Estos resultados sustentan la necesidad de explorar varias líneas de investigación, ya que podrían darnos bases para su posible utilización en programas de manejo integrado de plagas con cultivos perennes.



## 5. CONCLUSIONES

Las muestras obtenidas de suelo y raíz de las fincas muestreadas evidenciaron la presencia constante de *Rotylenchulus* spp y *M. incognita*.

Las poblaciones de *Rotylenchulus* spp en suelo y *M. incognita* en raíces, se incrementaron sustancialmente solo durante la temporada de mayor precipitación.

Las densidades de *Rotylenchulus* spp fueron mayores con coberturas de *D. ovalifolium* que con cobertura de *A. pintoí*; mientras que para *M. incognita* las densidades se mantuvieron relativamente bajas en ambas coberturas, particularmente en la cobertura de *D. ovalifolium* en la finca Ma. Auxiliadora.

A nivel de microparcelas se observó un aumento significativo en el peso fresco de la raíz y peso seco del follaje de café (var Caturra), en asocio con *A. pintoí*. *Stizolobium* spp los redujo. Lo que sugiere un efecto benéfico de *A. pintoí* y otro negativo de *Stizolobium* spp.

Las coberturas evaluadas mostraron un efecto supresor de las poblaciones de *M. incognita*. La cobertura *D. ovalifolium* mostró los valores reductores más bajos en comparación con el testigo.

*Rotylenchulus* spp, se reprodujo mejor en *D. ovalifolium* comparado *A. pintoii* y *Stizolobium* spp a los 30 y 90 ddee. Sin embargo al final del ensayo no hubo diferencias significativas entre las coberturas y el testigo.

Los exudados de las coberturas afectaron el movimiento del segundo estado juvenil de *M. incognita*, especialmente *D. ovalifolium* (50% de inmovilización a las 24 horas).

## 6. RECOMENDACIONES

- 1.- Determinar la especie (s) de *Rotylenchulus* asociados al cultivo del café en la IV región de Niagaragua.
- 2.- Investigar la relación parásito hospedante de *Rotylenchulus* spp en el cultivo del café (variedad Caturra, Catuai y Catrenic), así como en las coberturas *A. pintoï*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium* spp
- 3.- Estudiar el comportamiento de *A. pintoï* y *D. ovalifolium* en las plantaciones establecidas como una alterantiva en el manejo de *M. incognita*, tomando en cuenta las atenuantes reportadas en este estudio.
- 4.- Estudiar el modo de acción de los exudados en el movimiento de *M. incognita* y *Rotylenchulus* spp.
- 5.- Reconfirmar el antagonismo de *Stizolobium* spp en café.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ARGEL, P. J. 1993. Experiencia forrajera de *A. pintoi* en América tropical. Segundo Congreso de Ganaderos de Panamá, Santiago de Veraguas.
- BELL, D. T.; KOEPPE, D. E. 1972. Non competitive effects of giant foxtail on the growth of the corn. Agr. J. 64: 321-325.
- BRADSHAW, L.; STAVEN, C. 1992. El uso de coberturas vivas para la controlar malezas en café: Establecimiento y eficacia. In Simposio Internacional de Sanidad Vegetal con énfasis en la reducción de productos químicos. Managua, 28-31 de enero de 1992. Revista de la Escuela de Sanidad Vegetal 2(3): 88-89.
- CALDERON, V. M. 1989. Reacción de diferentes genotipos de café a *Meloidogyne arabicida* López y salazar (1989), gama de hospedantes y hongos fitopatógenos asociados. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 71 p.
- CAMPOS, V. P.; SIVAPALAN, P.; GNANAPRAGASAN, C. N. 1990. Nematodes parasites of coffee, cocoa and tea. In Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Eds. M. Luc, R. A. Sikora y J. Bridge. Cab International. 387-430 p.
- CARVAJAL, J. F. 1984. Cafeto, cultivo y fertilización. eds. Instituto Internacional de la Potasa Worblaufen/Bern/Suiza. Segunda Edición. 98-109 p.
- CASTRO, C. E. 1993. Recopilación de información técnica sobre el uso de frijol abono (*Mucuna spp*) como control de malezas y otros. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Sanidad Vegetal. Managua, Nicaragua. Folleto no publicado. 25 p.
- CATASTRO. 1971. Levantamiento de suelos de la región del Pacífico de Nicaragua. Descripción de suelos Parte 2. Managua-Nicaragua. 591 p.
- CONCAFE. 1994. Aspectos fundamentales del Informe Anual, ciclo cafetalero 1993/1994. Managua-Nicaragua. Folleto 3 pag.
- DOMINGUEZ-VALENZUELA, J. A.; MARBAN-MENDOZA, N.; DE LA CRUZ R. 1990. Leguminosas de cobertura asociadas con tomate var. "Dina Guayabo" Y su efecto sobre *Meloidogyne arabicida* López y salazar. Turrialba 40(2):217-221.

- DOMINGUEZ-VALENZUELA, J. A.; DE LA CRUZ, R. 1990. Competencia nutricional de *Arachis pintoi* como cultivo de cobertura durante el establecimiento de pejibaye *Bactris gasipes* H.B.K. Manejo integrado de plagas 18 : 1-7.
- DROPKIN, V H. 1980. Introduction to plant nematology. Department of plant Pathology. University of Missouri. Columbia. 293 p.
- DUKE, J. A. 1981. Hanbook of legumes of world economic importance. USDA. Meryland. Plenum press. 345 p.
- ESCARZEGA, G. A. 1987. Determinación del potencial alelopático de nescafé (*Stizobium pruriens*) sobre cinco cultivos y tres malezas. Tesis Prof. Inst. Tec. de Est. Sup. de Monterrey. México, Campos Querétaro. 82 p.
- FAZUOLI, L. C. 1988. La respuesta del Brasil a los problemas nematológicos en el cultivo de café. In XI Simposio de Caficultura Latinoamericana. San Salvador, Salv. IICA PROMECAFE. p. 5-8.
- FLORES, B. M. 1990. Noticias sobre el uso de los cultivos de coberturas. CIDICCO (Centro Internacional de información sobre cultivos de coberturas). Tegucigalpa, Honduras. Carta trimestral año 1 No.2.
- GARCIA, P. 1990. Muestreo de nematodos fitoparásitos en las zonas cafetaleras de la VI región de Nicaragua. Centro Experimental del Café San Ramón, Matagalpa. Folleto no publicado . 20 p.
- HEALD, C. M. 1985. Classical nematode manegement practices. In Vistas on Nematology: A Commemoration of the twenty-fith Anniversary of the Society of Nematologist. eds Joseph A. Veech and Donald W. Dickson. 100-104 p.
- HUSSEY, R. S. 1985. Host-parasite realltionships and asociated physiological Changes. In Advanced treatise on *Meloidogyne*, Volumen I: Biology and control. Eds. J. N. Sasser and C.C. Carter. North Carolina State University Graphics. U.S.A. 143-153 p.
- JAEHN, A.; MENDES, V. B. 1979. Avaliacao da penetracao e desenvolvimento do *Meloidogyne incognita* em *Crotolaria spectabilis*. In 7º Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Araxa-MG. Instituto Brasileiro de café. 28-29 pag.

- JAEHN, A. 1990. Informe de asesoría sobre nematodos de café en el área de Centroamérica. Turrialba, C.R., IICA-PROMECAFE. 17 p.
- LAVABRE, E. M. 1972. La lutte contre les mauvaises herbes en cultures cafeires par l'emploi judicieux des plantes de couverture. *Café, Cacao. the* (16): 44-48 p.
- LEHMAN, P. S. 1991. *Pterotylenchus cecidogenus*, a nematode causing stem galls on *Desmodium ovalifolium*. *Nematology Circular* No 194.
- LEHMAN, P. S.; LORDELLO, L. G. 1982. *Meloidogyne exigua* Goeldi en café. *Nematology Circular* No. 88.
- LENNE, J. M. 1985. Dos enfermedades amenazan a *Desmodium ovalifolium* CIAT 350. *Pastos Tropicales, Boletín Informativo* (Col) 5(3): 1-2.
- LOPEZ, G. 1993. Efecto residual de tres leguminosas en el rendimiento de maíz a diferentes dosis de fósforo. CIDDICO. Tegucigalpa, Honduras. Carta trimestral año 1 No 2. 1 p.
- LORDELLO, L. G. E. 1973. Nematoides das plantas cultivadas. Liv. Nobel S.A. ed., Sao Paulo,. 197 p.
- MARBAN-MENDOZA, N. 1985. Quimioterapia en nematodos. In *Fitonematología Avanzada I*. Eds. Marbán-Mendoza, N. y J. Thomason. Colegio de postgraduados, México. 259-286.
- MARBAN-MENDOZA, N.; DICKLOW, B. M.; ZUCKERMAN, M. B. 1989. Evaluation of control of *Meloidogyne incognita* and *Nacobbus aberrans* on tomato by lectins. *Journal of Nematology* 19: 331-335.
- MARBAN-MENDOZA, N.; N. DICKLOW, M. B.; ZUCKERMAN, B. M. 1992. Control de *Meloidogyne incognita* on tomato by two leguminous plants. *Fundam. appl. Nematol.* 15, 97-100
- MENDIZABAL, G.; GUTIERREZ, M.; RODRIGUEZ, C.; VARGAS, H. 1990. Producción de semillas de frijol terciopelo *Mucuna pruriens* (L) (DC) en tres diferentes zonas ecológicas de Guatemala con distintas densidades de siembra. DIGESEPE. Bárcenas, Amatitlán. Guatemala.
- 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 pag.
- N. A. S. 1979. Tropical legumes: Resources for future. Washington, D.C., National Academy of Science. 332 p.

- NIBLACK, T. L.; HUSSEY, R. S. 1985. Extracción de nematodos del suelo y de tejidos vegetales. In Fitonematología: Manual de laboratorio. Ed. by B. Zuckerman; W. F. Mai; N. Marbán; M. B. Harrison. Trad. N. Marbán-mendoza. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 235-242 pag.
- RESENDE, I. C.; FERRAZ, S.; CONDE, A. R. 1987. Efeito de sies variedades de *Mucuna* (*Stizolobium* spp) sobre *Meloidogyne incognita* raza 3 y *Meloidogyne javanica*. Fitopatol. Bras. 12(4): 310-313 p.
- RICE, E. L. 1979. Allelophy: an update. the Botanical Review 45: 15-109 p.
- RODRIGUEZ-KABANA, R.; PINOCHET, J.; ROBERTSON, D. G.; WEAVER, C.F.; KING, P.S. 1992. Horsebean (*Cannavalia ensiformis*) and Croton (*Croton spectabilis*) for the management of *Meloidogyne* spp. Nematropica 22(1): 29-35 p.
- RODRIGUEZ-KABANA, R.; PINOCHET, J.; ROBERTSON, D. G.; WELLS, L. 1992. Crop rotation studies with velvetbean (*Mucuna deeringiana*) for the management of *Meloidogyne* spp. Supplement to Journal of nematology 24(45): 662-668 p.
- ROSALES, M. J. 1987. Estudio de la dinámica poblacional de nematodos en dos zonas cafetaleras Región III y IV de Nicaragua. In. X Simposio sobre caficultura Latinoamericana. (Tapachula, México) IICA-PROMECAFE. 8-13 p.
- SASSER, J. N. 1979. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries. In. Root-knot nematodes. eds. Lamberti f. y Taylor, c. e. London Academic Press. 360-374 p.
- SCHULTZE-KRAFT, R. BENAVIDEZ, G. 1988. Germplasm collection and preliminary evaluation of *Desmodium ovalifolium* Wall. CSIRO, Australia. Genetic Resources Communication No. 12 p 20.
- SEQUEIRA, F. 1977. Muestreo de nemátodos fitoparásitos en dos zonas cafetaleras de Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua-Nicaragua. Folleto 13 p.
- SERVISEMILLAS. 1994. Boletín SVS07, Junio.
- S JACOB, J.; BEZOOJEN, v. J. 1977. A practical work for Nematology. Laboratoire Nematologie. Binnenhaven 10. Wageningen, Holland.

- TAYLOR, A. L. 1971. Introducción a la nematología vegetal aplicada. Guía de la FAO para el estudio y combate de los nematodos parásitos de las plantas. Roma. 131 p.
- TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. 1978. Biology and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne spp*). Raleigh, N.C. International Meloidogyne Project. 111 p.
- THOMAS, R. J. 1993. Rhizobium requirements, nitrogen fixation and nutrient cycling in Forage Arachis. In Biology and Agronomy of Arachis. eds. Peter C. Kerridge, Bill Hardy. CIAT. 209 P.
- THOMASON, I. J. 1985. Nematicidas. In Fitopatología avanzada. Eds N. Marbán Mendoza y Thomason I. J. Colegio de Postgraduados, México. 235 - 258 p.
- TRONCONI, N. M. 1986. Generalidades sobre nematodos fitoparásitos en el cultivo del café. In Segundo curso regional sobre Manejo Integrado de Plagas del café con énfasis en la broca del fruto (*Hypothenemus hampei*, Ferr), San Pedro Sula, Honduras, IICA PROMECAFE. p 231-243.
- VALLEJOS, C, R. M. 1993. Coberturas vivas en el cultivo del café (*Coffea arabica*), su establecimiento y relación con malezas y *Meloidogyne exigua*. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, C.R. 71 p.
- VALLEJOS, C.; r. M.; DE LA CRUZ, R. 1992. Coberturas vivas en el cultivo del café (*Coffea arabica*) y relación con malezas . In Simposio Internacional de Sanidad Vegetal con énfasis en la reducción de productos químicos. 28-31 Enero. Managua, Nicaragua. p 77.
- VILLALBA-GAULT, D.; FERNANDEZ-BORRERO, O.; BAEZA-ARAGON, C. 1982. Identificación de una nueva raza de *Meloidogyne incognita* en *Coffea arabica* variedad Caturra. Cenicafé Jul-Sep: 91-101.
- VILLAR, M.; ZAVALA-MEJIA, E. 1990. Efecto de *Crotalaria longirostrata* Hook y Arnott sobre nemátodos agalladores (*Meloidogyne spp*). Revista Mexicana de Fitopatología 8:166-172.
- WEAVER, D. B.; RODRIGUEZ-KABANA, R.; CARDEN, E. L. 1993. Velvetbean in rotation with soybean for management of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne arenaria*. Supplement to Journal of Nematology 25(45): 809 - 813 p.

## 8. A N E X O

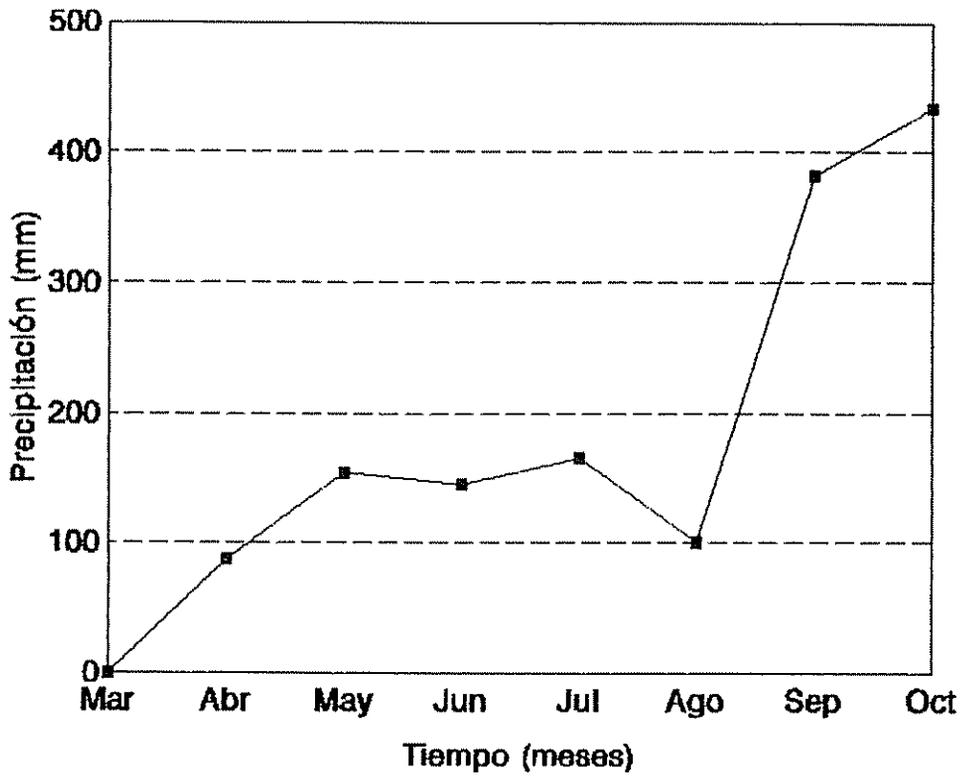


Fig A1. Datos de la precipitación acumulada mensual para la Finca Sta Ana. INETER, 1994.

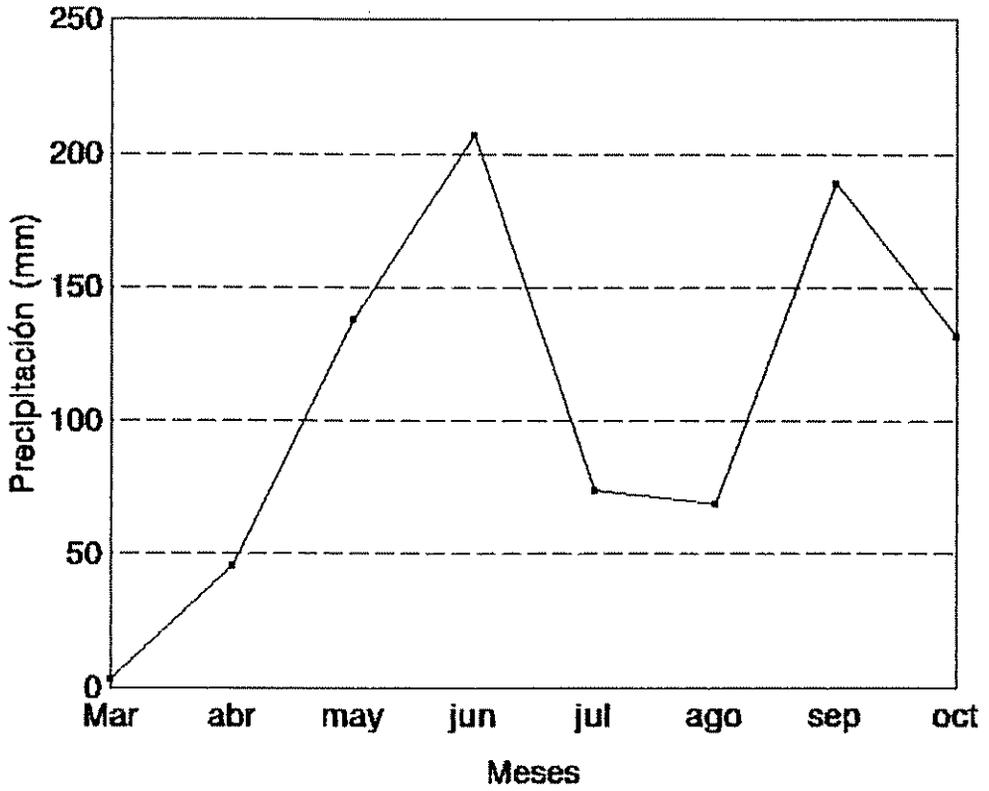


Fig A2. Datos de la precipitación acumulada mensual para la Finca Ma Auxiliadora. INETER, 1994.

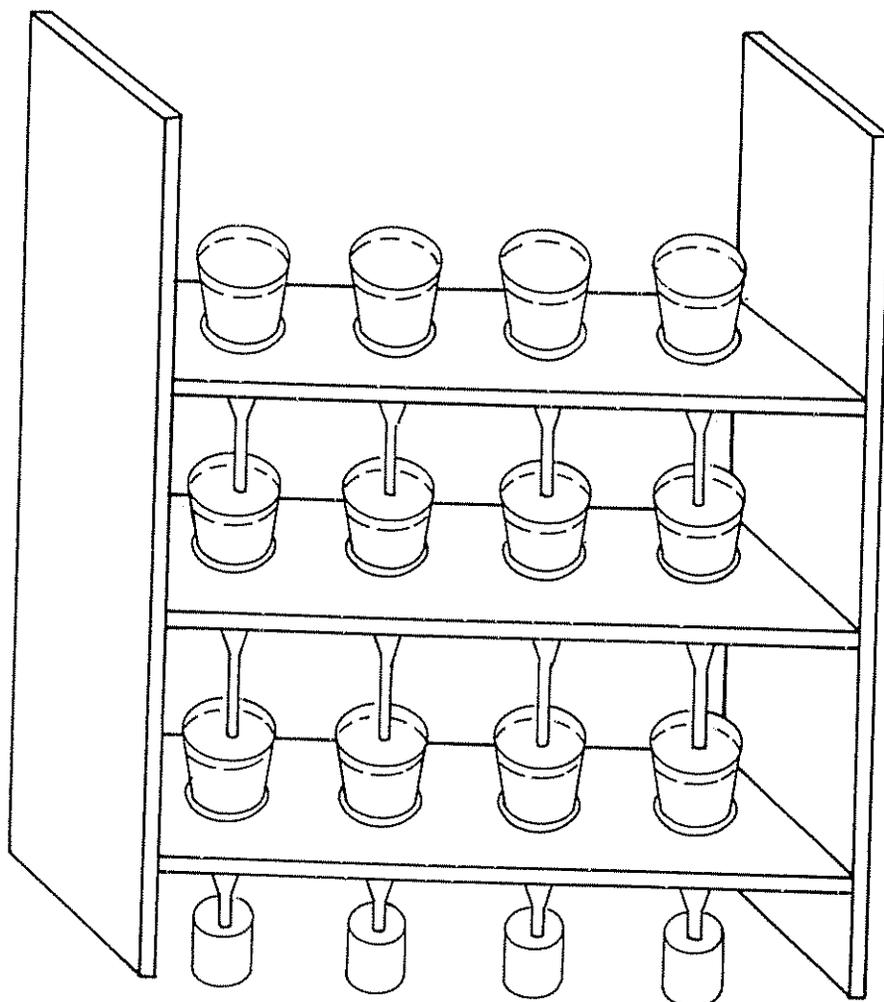


Fig A3 Equipo diseñado para la obtención de los exudados radicales de las coberturas de leguminosas de *A. pintoi*, *D. ovalifolium* y *Stizolobium spp.* modificación de Bell y Koepe, 1972.