

FRECUENCIA, SEVERIDAD Y ETIOLOGIA DE LA ENFERMEDAD DE LOS NODULOS RADICALES DEL TABACO EN PEREZ ZELEDON, COSTA RICA¹/*

Róger López **
Enrique Charpentier ***
Hugo Morales ***
Marvin González ***

ABSTRACT

Frequency, severity and etiology of the root-knot disease of tobacco in Pérez Zeledón. Root-knot disease in tobacco caused by *Meloidogyne* spp., was found in all of 34 burley and 22 flue-cured tobacco fields sampled in Pérez Zeledón county, Costa Rica. Although the disease varied from light to very severe, most fields had infestations graded as very severe, according to the root-knot index (RKI) values obtained under field conditions. The mean RKI as well as the density of second-stage juveniles and eggs on the roots at the end of the harvest season, were higher in burley than in flue-cured tobacco. Disease severity varied with soil texture, according to the order loamy sand > sandy loam > loam > sandy clay loam > clay loam. *M. incognita* was found in 95% of the samples while *M. javanica* was present in only 7% of them. In only one case a mixture of both species was found in the same field.

INTRODUCCION

El cantón de Pérez Zeledón es una de las principales zonas productoras de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) estufado y burley en Costa Rica. Dentro de los numerosos factores que afectan su producción destacan los nematodos fitoparásitos, en particular los causantes de la enfermedad de los nódulos radicales (*Meloidogyne* spp.). Estos parásitos están muy diseminados, alcanzan altas densidades poblacionales y han sido encontrados en asocio con ataques de *Pseudomonas solanacearum* E. F. Smith y *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* Tucker.

Por ello se ha considerado a estos nematodos como los más importantes bajo condiciones locales (López, 1978).

Varias especies de *Meloidogyne* son parásitos del tabaco a escala mundial, v.g., *M. incognita* (Kofoid y White, 1919) Chittwood, 1949, *M. javanica* (Treub, 1885) Chittwood, 1949, *M. hapla* Chittwood, 1949 y *M. arenaria* (Neal, 1889) Chittwood, 1949. La cuantía del daño ocasionado bajo condiciones similares varía según la especie; *M. javanica* es la más agresiva y es seguida por *M. arenaria* y *M. incognita*; *M. hapla* es la especie menos dañina en tabaco (Barker *et al.*, 1981).

Debido a lo anterior es esencial identificar la(s) especie(s) que afecta(n) una plantación para, con una mejor base, definir una estrategia o conjunto de tácticas de combate para el manejo de estos patógenos. Dada la carencia de información local y como parte inicial de un proyecto mayor, fue planeada esta investigación, con los objetivos de: a) obtener un estimado actualizado de la frecuencia de la enfermedad de los nódulos radicales del tabaco en el cantón, b) estimar su severidad en las diferentes plantaciones y su posible

1/ Recibido para publicación el 24 de enero de 1991.

* Investigación financiada en su totalidad por el Departamento de Agricultura de la Republic Tobacco Company.

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

*** Departamento de Agricultura, Republic Tobacco Company. Apartado 896-1000 San José, Costa Rica.

relación con la textura del suelo y c) identificar la(s) especie(s) causante(s) de la enfermedad.

MATERIALES Y METODOS

A finales de la cosecha 1988-1989 fueron muestreadas 34 y 22 fincas dedicadas a la producción de tabaco burley, cv. KY-14 y estufado, cv. Speight G-28, respectivamente. Con el fin de aprovechar al máximo la disponibilidad de tiempo y personal, la evaluación y toma de muestras fue realizada de una manera sistemática, en 8 puntos localizados generalmente a lo largo de una letra M imaginaria. En cada uno de estos puntos fueron arrancados 8 sistemas radicales de plantas recién cosechadas, localizadas consecutivamente en una misma hilera de siembra. El suelo adherido a las raíces fue removido y entonces se procedió a evaluar la intensidad del ataque de nematodos formadores de nódulos mediante el índice de nódulos radicales (INR), utilizando una escala donde 0=sin nódulos; 1=1-25%; 2=26-50%; 3=51-75% y 4=76-100% del sistema radical con nódulos. Hecho esto, se calculó el valor promedio del INR para las 8 plantas y se sumó a los valores obtenidos en los otros puntos de muestreo. Además, en cada uno de los puntos se tomó la mitad del sistema radical de la planta número 4 y se le guardó en una bolsa plástica; al final de la evaluación las 8 mitades de sistema radical fueron identificadas con el nombre del agricultor dueño de la siembra y trasladadas al laboratorio.

Con base en el número total de fincas muestreadas y el número de muestras infectadas con nematodos formadores de nódulos fue calculada la frecuencia de la enfermedad, mientras que el valor promedio del INR obtenido en cada finca sirvió para estimar la severidad del ataque.

Las muestras llevadas al laboratorio fueron lavadas con agua potable y una porción de cada una de las 8 mitades de sistema radical fue cortada en trozos de 2-3 cm y procesada para la recuperación de huevos y segundos estados juveniles de *Meloidogyne* spp. (inóculo residual, IR) mediante la técnica descrita por Hussey y Barker (1973), utilizando una solución extractora de hipoclorito de sodio al 1%. Además, fueron colocados varios nódulos de cada una de estas mitades de sistema radical y posteriormente fueron hervidos por 2-3 min en lactofenol puro; las hembras de *Meloidogyne* spp. fueron disectadas de estos

nódulos y sus diseños perineales preparados de acuerdo con las técnicas descritas por Franklin (1962) y Taylor y Netscher (1974). Entre 15 y 20 diseños de cada muestra fueron luego estudiados con la ayuda de un microscopio Olympus BH-2 con óptica de contraste de interferencia diferencial Nomarski.

Los resultados de análisis texturales practicados a los suelos de cada uno de los terrenos muestreados fueron usados posteriormente para evaluar la influencia de esta característica sobre la severidad del ataque de los nematodos formadores de nódulos.

RESULTADOS

El total de las plantaciones muestreadas, tanto las dedicadas a la producción de tabaco burley como las de tabaco estufado, estaba infestado con *Meloidogyne* spp., aunque la severidad de la enfermedad causada por estos nematodos varió desde una condición casi imperceptible hasta el grado más alto de la escala usada. La frecuencia de la enfermedad fue entonces del 100% en ambos tipos de tabaco.

El Cuadro 1 presenta los valores promedio, máximo y mínimo del INR y del IR en ambos tipos de tabaco. El INR fue mayor en burley que en estufado, aunque los valores mínimos y máximos fueron similares en los 2 tipos. La densidad promedio del IR también fue mayor en burley que en estufado, pero al igual que en el caso del INR, las densidades mínimas y máximas fueron similares.

Cuadro 1. Índice de nódulos radicales y densidad del inóculo residual de *Meloidogyne* spp. en plantaciones de tabaco burley y estufado en Pérez Zeledón.

Tipo de tabaco	Índice de nódulos radicales*	Inóculo residual**
Burley	3,1 (0,09-3,95)	838 (0-2.188)
Estufado	2,0 (0,15-3,92)	659 (0-2.224)

* Valores promedios obtenidos en 34 y 22 plantaciones de burley y estufado, respectivamente. El índice de nódulos radicales está basado en una escala entre 0: sin nódulos y 4: 76-100% del sistema radical con nódulos. Los valores entre paréntesis son los mínimos y máximos, respectivamente.

** Densidad de huevos y segundos estados juveniles (en miles)/100 g de raíces.

Cuadro 2. Desglose del porcentaje de muestras asignadas a cada categoría del índice de nódulos radicales causados por *Meloidogyne* spp. en tabaco burley y estufado en Pérez Zeledón.

Categoría del índice de nódulos radicales*	% de muestras en cada categoría**	
	Tabaco burley	Tabaco estufado
0	0	0
0,1-1,0	5,9	27,3
1,1-2,0	8,8	18,2
2,1-3,0	14,7	13,6
3,1-4,0	70,6	40,9

* Según una escala donde 0: sin nódulos; 1: 1-25%; 2: 26-50%; 3: 51-75% y 4: 76-100% de las raíces con nódulos causados por *Meloidogyne* spp.

** Basado en 34 observaciones en tabaco burley y 22 en tabaco estufado.

En el Cuadro 2 se presenta un desglose del porcentaje de muestras presentes en cada una de las categorías del INR. En el caso del burley un porcentaje levemente superior al 70% de las muestras estuvo en la categoría 4, es decir, con nódulos entre 76 y el 100% del sistema radical, mientras que en el caso del estufado, si bien esta misma categoría del INR tuvo la mayor frecuencia de muestras, ésta fue sólo del 40,9%.

Los valores promedio del INR y la densidad promedio del IR con relación a la clase textural del suelo son presentados en el Cuadro 3. En burley los valores del INR disminuyeron drásticamente conforme se pasó de arena franca a franco-arenoso a franco y finalmente a franco-arcillo-arenoso. Las densidades del IR no tuvieron el mismo comportamiento y más bien fueron mayores en los suelos de textura franco-arcillo-arenosa. En estufado, el INR tuvo valores relativamente similares en suelos de textura arena-franca y franco-arenoso, un mayor valor en el único suelo franco analizado, luego disminuyó en los suelos franco-arcillo-arenosos y aún más en los franco-arcillosos.

Las densidades del IR fueron más altas y similares entre sí en los suelos franco-arenosos y franco-arcillo-arenosos; densidades intermedias fueron encontradas en los suelos arena-franca y franco, mientras que la densidad menor fue encontrada en suelos franco-arcillosos.

Los resultados del estudio de los diseños perineales de las hembras revelaron que 2 especies están presentes en la zona; éstas son *M. incognita* y *M. javanica* (Figura 1). *M. incognita* fue encontrada en 32 plantaciones de burley y 21

Cuadro 3. Valores del índice de nódulos radicales causados por *Meloidogyne* spp. y su inóculo residual en tabaco, con relación a la textura del suelo en el cantón de Pérez Zeledón.

Textura	Tabaco burley			Tabaco estufado		
	NO*	INR**	IR***	NO	INR	IR
Arena franca	8	3,59	894	4	2,09	646
Franco arenoso	20	3,13	728	11	2,27	755
Franco	3	2,94	886	1	3,20	552
Franco arcillo-arenoso	3	1,70	1.098	3	1,91	753
Franco arcilloso	-	-	-	3	1,33	298

* Número de observaciones en cada clase textural.

** Índice de nódulos radicales basado en una escala donde 0: sin nódulos; 1: 1-2%; 2: 26-50%; 3: 51-75%; y 4: 76-100% raíces con nódulos.

*** Inóculo residual expresado en miles de huevos y segundos estados juveniles/100 g raíces.

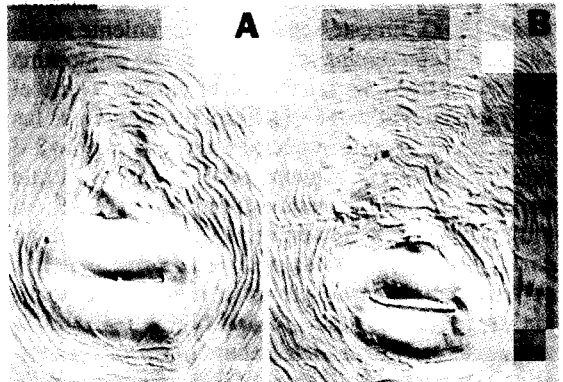


Fig. 1. Fotomicrografía del diseño perineal, de hembras de *Meloidogyne incognita* (A) y *M. javanica* (B) parásitas del tabaco en Pérez Zeledón.

de estufado, en las localidades de Repunta, Juntas de Pacuar, Pinar del Río, Palmares, Peñas Blancas, San Pedro, Los Reyes, Las Brisas de Cajón, Rosario de Pacuar, La Palma y General Viejo. *M. javanica* sólo fue detectada en 2 plantaciones de burley en Palmares, una de estufado en Rosario de Pacuar y una de estufado en Repunta, donde se le encontró en mezcla con *M. incognita*.

DISCUSION

Los resultados de esta investigación en cuanto a la gran frecuencia y amplia distribución geográfica de los nematodos formadores de nódulos radicales asociados al tabaco en Pérez

Zeledón, coinciden plenamente con hallazgos anteriores (López, 1978). La información obtenida también da evidencia de que hay una gran variación en la severidad de la enfermedad, tanto entre plantaciones de un mismo tipo de tabaco como entre puntos muestreados en una misma plantación. Lo anterior puede ser explicado con base en la distribución agregada que tienen estos nematodos en el campo (González, 1978; Perlaza *et al.*, 1979; Noe y Campbell, 1985), lo que se traduce en que haya una gran variación entre áreas adyacentes y, eventualmente, en el valor del INR.

El hecho de que los valores del INR fueran mayores en tabaco burley que en estufado podría ser atribuido, al menos parcialmente, a que el cultivar "KY-14" de burley no tiene resistencia a *M. incognita*, mientras que el cultivar de estufado "Speight G-28" tiene el gene que le confiere resistencia a las razas 1 y 3 de este nematodo (Clayton *et al.*, 1958). En este sentido es conveniente recalcar que *M. incognita* es la especie que predomina en ambos tipos de tabaco en el cantón y que el gene en cuestión no confiere resistencia a las razas 2 y 4 de esta especie. La presencia de 2 ó más razas de *M. incognita* podría explicar el que en varias plantaciones de estufado el ataque fuera muy leve pero severo en otras. A pesar de que en esta oportunidad no fueron realizadas pruebas para definir las razas que están presentes, evidencia obtenida con anterioridad ha demostrado la presencia de la raza 2 en Repunta, específicamente en tabaco burley (López, 1984). Es interesante la especulación de que el origen de esta raza podría ser una mutación o la selección de poblaciones que hayan sido sometidas a una fuerte presión de selección, dado que el cultivar "NC-95" y otros similares, incluyendo el "Speight G-28", han sido sembrados en esta zona desde hace más de 20 años. Las razas 2 y 4 se reproducen y causan daño en los cultivares resistentes, mientras que las razas 1 y 3, si bien no se reproducen en ellos, les causan daño, en particular cuando sus densidades presiembra son altas; lo anterior se produce como consecuencia de una reacción de hipersensibilidad que ocurre en las raíces como respuesta a la invasión de los juveniles de las razas 1 y 3 (Shepherd y Barker, 1990).

Tal y como ha sido mencionado previamente (Barker *et al.*, 1981), el INR usado en este trabajo para evaluar la severidad del ataque de *Meloidogyne* spp. sirve también para estimar la producción de tabaco y la eficacia de tácticas

empleadas para el manejo de estos nematodos; sin embargo, es conveniente notar que en estos 2 últimos casos se recomienda evaluar este índice en las etapas tempranas o a mitad del ciclo de cultivo (Brodie y Dukes, 1972; Barker *et al.*, 1981). En este sentido sería conveniente utilizar este criterio en futuras investigaciones locales, con el fin de validar su eficacia como parámetro que permite predecir el rendimiento del tabaco. Por otra parte, los resultados obtenidos en cuanto a las densidades de IR sirven para justificar la recomendación de eliminar los residuos de cosecha tan pronto como pase ésta; la aplicación de esta táctica reduciría ostensiblemente el potencial de daño de la enfermedad de los nódulos radicales.

Los resultados también dan evidencia, en términos generales, de que la enfermedad tiende a ser más severa entre mayor sea el contenido de arena en el suelo (Cuadro 3), lo que concuerda con informes previos (Barker y Lucas, 1984). Se podría considerar entonces que, desde el punto de vista del potencial de la enfermedad, las texturas más favorables son, en su orden, arena-franca > franco-arenoso > franco > franco-arcilloso > franco-arcilloso.

Es obvio que la enfermedad de los nódulos radicales está presente en prácticamente todas las plantaciones comerciales de tabaco en Pérez Zeledón y que su severidad es variable; dada la reconocida patogenicidad de *Meloidogyne* spp. en tabaco, en particular la de *M. javanica* (Barker *et al.*, 1981; Sheperd y Barker, 1990), se hace necesario evaluar una serie de tácticas para el manejo de estos nematodos. En este caso lo más adecuado es tomar en cuenta el cultivo precedente, los períodos de barbecho y la siembra de tabaco (López, 1985) como un solo agroecosistema y tratar de manejar la densidad poblacional de estos parásitos para reducirla todo lo que sea posible. Los aspectos económicos de cualquier estrategia de manejo, en especial los relacionados con la relación beneficio/costo, deberán jugar un papel preponderante en la aplicación de tal conjunto de tácticas.

RESUMEN

La enfermedad de los nódulos radicales del tabaco, causada por *Meloidogyne* spp., fue encontrada en la totalidad de 34 plantaciones de tabaco burley y 22 de estufado muestreadas en el cantón

de Pérez Zeledón y varió desde muy leve hasta muy severa, de acuerdo con el índice de nódulos radicales (INR) usado para su evaluación. El valor promedio del INR fue mayor en tabaco burley que en estufado, al igual que la densidad de huevos y segundos estados juveniles de *Meloidogyne* spp. encontrados en las raíces al final de cosecha. Una mayoría de plantaciones tuvo ataques que fueron calificados como severos. La severidad de la enfermedad varió con la textura del suelo, según el orden arena-franca > franco-arenoso > franco > franco-arcillo-arenoso > franco-arcilloso. *M. incognita* fue encontrada en el 95% de los casos estudiados y *M. javanica* en el 7%. En una sola oportunidad ambas especies fueron encontradas en el mismo campo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la ayuda técnica del Ing. Agr. Miguel Quesada y del Ing. Gilbert Fuentes.

LITERATURA CITADA

- BARKER, K.R.; LUCAS, B.G. 1984. Nematode parasites of tobacco. *In* Plant and insects nematodes. Ed. por W.R. Nickle. New York, Marcel Dekker. p. 213-242.
- BARKER, K.R.; TODD, F.A.; SHANE, W.W.; NELSON, L.A. 1981. Interrelationships of *Meloidogyne* species with flue-cured tobacco. *Journal of Nematology* 13(1):67-68.
- BRODIE, B.B.; DUKES, P.D. 1972. The relationship between tobacco yield and time of infection with *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology* 4(2):80-83.
- CLAYTON, E.E.; GRAHAM, T.W.; TODD, F.A.; GAINES, J.G.; CLARK, F.A. 1958. Resistance to the root-knot disease of tobacco. *Tobacco Science* 2:53-63.
- FRANKLIN, M.T. 1962. Preparation of posterior cuticular patterns of *Meloidogyne* spp. for identification. *Nematologica* 7:336-337.
- GONZALEZ, L. 1978. Distribución horizontal de algunos géneros de nematodos fitoparásitos en terrenos agrícolas de Costa Rica. *Turrialba* 28(1):67-69.
- HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57:1025-1028.
- LOPEZ, R. 1978. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en Costa Rica. *Turrialba* 28(4):279-281.
- LOPEZ, R. 1984. Differential plant responses and morphometrics of some *Meloidogyne* spp. from Costa Rica. *Turrialba* 34(4):445-458.
- LOPEZ, R. 1985. Variación de la densidad poblacional de segundos estadios juveniles de *Meloidogyne salasi* y *M. incognita* en el sureste de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 9(2):115-119.
- NOE, J.P.; CAMPBELL, C.L. 1985. Spatial pattern analysis of plant parasitic nematodes. *Journal of Nematology* 17(2):86-93.
- PERLAZA, F.; LOPEZ, R.; VARGAS, E. 1979. Combate químico de *Meloidogyne* spp. y *Alternaria* sp. en zanahoria (*Daucus carota* L.). *Turrialba* 29(4):263-267.
- SHEPHERD, J.A.; BARKER, K.R. 1990. Nematode parasites of tobacco. *In* Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Ed. by M. Luc, R.A. Sikora y J. Bridge. Aberystwyth, U.K., CAB International Institute of Parasitology, Cambrian Printers. p. 493-517.
- TAYLOR, D.P.; NETSCHER, C. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica* 20:268-269.