EFFECTO DE DENSIDADES DE INOCULO Y CARACTERISTICAS DEL SUELO SOBRE LA PATOGENICIDAD DE *Meloidogyne incognita* EN LECHUGA¹ *

Lainer González y Róger López Ch. **

ABSTRACT

Effect of inoculum densities and soil characteristics on the pathogenicity and reproduction of *Meloidogyne incognita* on lettuce. The effects of certain soil properties and the inoculum density on the pathogenicity and reproduction of two *Meloidogyne incognita* populations on lettuce, cv. White Boston, were evaluated under greenhouse conditions. One population came from San Luis of Santo Domingo and the other from Tejar of El Guarco. Six soil types, two natural and their respective mixtures with clay or sandy materials, were evaluated. The natural soils came from the same localities as the nematode populations. The mixtures were done on a dry weight basis, in a 1:1 proportion. Two inoculum densities, one high with 25,000 and one low with 5,000 eggs/1,500 cc of soil, were evaluated for every population. Significant differences among soil types were found in all variables with both populations. When inoculated and non-inoculated plants were compared, significant differences were found in the weight and diameter of the heads, the stem diameter and the reproduction and root-knot indices. Significant differences were also found in the root-knot index when the two inoculum densities were compared.

INTRODUCCION

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) ocupa, dentro de las hortalizas cultivadas en Costa Rica, un lugar importante por ser fuente de trabajo, ingresos y nutrición en diversas áreas agrícolas. Este cultivo se ve afectado entre otros patógenos por los nematodos fitoparásitos, especialmente por las especies *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949 (11) y *M. hapla* Chitwood, 1949 (6,8). La patogenicidad de ambas especies es afectada por diversos factores ambientales, especialmente por aquellos relacionados con la rizosfera de las plantas hospedantes (2,4,7,12,14).

Debido a la carencia de información referente a estos aspectos a nivel local, se consideró importante hacer la presente investigación para evaluar el efecto de dos densidades de inóculo y seis tipos de suelo, dos naturales y las mezclas artificiales de cada uno de ellos con arena y arcilla, respectivamente, sobre la patogenicidad y reproducción de dos poblaciones de *M. incognita* en lechuga.

MATERIALES Y METODOS

Se colocaron dos poblaciones de *M. incognita*, una en San Luis de Santo Domingo de Heredia, y la otra en Tejar de El Guarco, Cartago. La primera fue incrementada y mantenida mediante transferencias periódicas a plantas de tomate, cv. Manapal, mientras que la segunda fue utilizada directamente después de ser colectada en el campo.

¹ Recibido para su publicación el 28 de febrero de 1980.

* Parte de la tesis de grado presentada por el primer autor ante la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica.

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

Se utilizaron, para el estudio, seis tipos de suelo, que fueron denominados A, B, C, D, E y F,

y que en su orden correspondieron a A= suelo natural de San Luis de Santo Domingo (SNSL), B= SNSL + material arenoso, C= SNSL + material arcilloso, D= suelo natural de Tejar de El Guarco (SNTG), E= SNTG + material arenoso y F= SNTG + material arcilloso. La mezcla de los suelos naturales con el material arcilloso o el arenoso se hizo en base a peso seco, en una proporción 1:1. Para la mezcla con material arenoso se utilizó molejón de cuarzo lavado con agua potable, procedente de Coris de Cartago. El material arcilloso contenía 47 % de haloisita, procedía de Naranjo de Alajuela, y fue secado al aire antes de su utilización. Una vez realizadas las mezclas, se procedió a hacer el respectivo análisis físico y químico de las mismas y de los suelos naturales.

Se hicieron dos pruebas bajo condiciones de invernadero. En la primera se inoculó la población colectada en San Luis de Santo Domingo (prueba I), y en la segunda la población colectada en Tejar de El Guarco (prueba II). El inóculo utilizado en ambos casos consistió de huevos, los que fueron colectados mediante la técnica descrita por Hussey y Barker (3) con una solución de hipoclorito de sodio al 1 %.

Semillas de lechuga, cv. White Boston, fueron sembradas en 100 ml de las respectivas mezclas y suelos naturales, previamente pasteurizados con vapor de agua a 105 C. Las plántulas fueron mantenidas en pequeños potes de cartón durante 22 días, al cabo de los cuales se pasaron a macetas de 2000 ml de capacidad; previamente al traslado se agregaron, a cada maceta, 1000 ml de la mezcla o del suelo natural respectivo tratado con vapor de agua a 105 C, y 300 ml de agua destilada. El inóculo previamente homogeneizado a razón de 1000 huevos/ml de suspensión, se agregó con una pipeta graduada. Una vez inoculado el suelo, se trasplantaron las lechugas, una por maceta, y luego se agregaron 400 ml de la mezcla o suelo natural correspondiente. El suelo de cada maceta fue fertilizado con 3 g de la fórmula 10-30-10 al momento de la inoculación; posteriormente, cada 15 días, se agregaron 200 ml/maceta de una solución al 1,5 % de la fórmula 20-20-20. La temperatura ambiental en la prueba I varió entre 16 y 32 C, y la del suelo entre 15,5 y 32 C, mientras que en la prueba II la temperatura ambiental osciló entre 17 y 32 C, y la del suelo entre 16 y 32 C. Las lecturas de temperatura se hicieron diariamente a las 8 am y a las 12 m.

El diseño experimental utilizado fue un arreglo de parcelas sub-subdivididas en un bloque al azar con cinco repeticiones; las parcelas grandes eran las densidades de inóculo, una baja de 5000 y otra alta de 25000 huevos/maceta, las parcelas medianas eran los tipos de suelo, y las parcelas pequeñas eran las plantas inoculadas y las no inoculadas, respectivamente.

Ocho semanas después de la inoculación se cortó las plantas y se obtuvo el peso del follaje y de la raíz, el diámetro del follaje en la parte superior de la cabeza de cada planta, y el diámetro del tallo a nivel del cuello de la raíz. Se evaluó el índice de reproducción de *M. incognita*, para lo que se contó el número de masas de huevos en cada sistema radical, previa tinción con Floxina B al 0,0015 %. En este caso se utilizó una escala donde 0= 0, 1= 1-2, 2= 3-10, 3= 11-30, 4= 31-100 y 5= + de 100 masas de huevos por sistema radical (16). También se evaluó el índice de nodulos radicales, para lo que se utilizó la siguiente escala: 0= 0, 1= 1-25 %, 2= 26-50 %, 3= 51-75 % y 4= 76-100 % del sistema radical con nodulos o agallas. Con el fin de obtener un estimado de la tasa de reproducción de cada población, al final de cada prueba se colectó los sistemas radicales de las plantas correspondientes a cada tratamiento, se combinaron y procesaron mediante el método descrito por Hussey y Barker (3); la tasa de reproducción se obtuvo al dividir el número de huevos recuperados entre el de huevos inoculados.

Todos los valores obtenidos, excepto los de la tasa de reproducción, fueron analizados estadísticamente. Para comparar entre sí los valores promedio de las variables evaluadas se utilizó la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los análisis físico y químico practicados a cada uno de los tipos de suelo evaluados.

Prueba I

Los valores promedios obtenidos para cada variable en esta prueba se presentan en el Cuadro 2.

Los valores del peso del follaje en los suelos A y B fueron estadísticamente iguales, y lo mismo ocurrió en el caso de los suelos B y C; sin embargo,

Cuadro 1. Algunas características físicas y químicas de seis tipos de suelo en que se inoculó *Meloidogyne incognita* en lechuga, cv. White Boston.

Tipo de suelo *	pH		MO %	P mg/ml	K	Ca	Mg	Al	Arena	Limo %	Arcilla	Nombre textural
	H ₂ O	KCL										
A	5,8	5,3	8,7	100	0,44	1,5	0,2	1,3	43,2	31,4	25,4	franco
B	5,6	4,8	3,7	100	0,58	4,0	0,7	0,3	66,4	16,0	17,6	franco-arenoso
C	5,3	4,6	5,0	85	0,44	5,0	1,8	0,6	30,4	38,0	31,6	franco-arcilloso
D	6,3	5,6	5,4	72	0,58	3,5	1,1	T	44,6	28,6	26,8	franco
E	6,5	5,5	2,7	70	0,47	6,5	2,1	T	80,4	10,0	9,6	arenoso-franco
F	5,8	4,7	1,7	65	0,42	7,0	2,8	0,2	38,4	24,0	37,6	franco-arcilloso

* A: suelo andept natural de San Luis de Santo Domingo (SNSL). B: SNSL + arena. C: SNSL + arcilla. D: suelo aluvial natural de Tejar de El Guarco (SNTG). E: SNTG + arena. F: SNTG + arcilla. La mezcla de los suelos naturales con material arenoso o arcilloso se realizó en base a peso seco, 1:1.

Cuadro 2. Valores promedios del peso de follaje y raíz, diámetro de follaje y tallo e índices de reproducción y nódulos radicales de plantas de lechuga inoculadas con *Meloidogyne incognita* colectadas en San Luis de Santo Domingo.

Suelos	Peso (g)		Diámetro (cm)		Índices	
	Follaje	Raíz	Follaje	Tallo	Reproducción	nódulos radicales
A *	25,4 a **	4,2 a	18,8 a	0,6 a	0,4 a	0,48 a
B	42,4 ab	7,7 b	22,7 b	0,7 a	0,8 ab	0,81 b
C	65,1 b	10,5 b	31,1 c	0,9 b	0,5 a	0,53 a
D	210,0 c	21,6 c	42,9 d	1,3 c	1,2 bc	1,0 b
E	140,6 d	18,0 d	36,9 e	1,1 d	1,0 bc	1,0 b
F	168,7 e	15,0 e	38,7 e	1,2 d	1,4 c	0,96 b
Inoculadas	104,0 a	13,6 a	30,6 a	0,9 a	0,8 a	0,7 a
No inoculadas	113,5 a	12,1 a	33,1 b	1,0 b	0,0 b	0,0 b
Densidad de inóculo ***						
Baja	112,9 a	12,7 a	31,9 a	0,98 a	0,80 a	0,7 a
Alta	104,6 a	12,9 a	31,8 a	0,97 a	0,98 a	0,9 b

* A= Suelo natural de San Luis de Santo Domingo (SNSL), B= SNSL + arena, C= SNSL + arcilla, D= Suelo natural de Tejar de El Guarco (SNTG), E= SNTG + arena y F= SNTG + arcilla. La mezcla de los suelos naturales con arena y arcilla se realizó en base a peso seco en una proporción 1:1 suelo-material arenoso y suelo-material arcilloso, respectivamente.

** Promedios de cinco repeticiones. Promedios de una misma columna, seguidos por una misma letra, son estadísticamente iguales de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P= 0,01).

*** Las densidades de inóculo, baja y alta, corresponden a 5000 y 25000 huevos/1500 ml de suelo, respectivamente.

los suelos A y C fueron diferentes ($P = 0,01$) entre sí.

Los valores obtenidos en los suelos D y E fueron diferentes ($P = 0,01$) no sólo entre sí sino también al compararlos con los suelos A, B y C. El suelo D fue el que promovió el mayor peso del follaje. No hubo diferencias significativas al comparar las plantas inoculadas y las no inoculadas, o entre las dos densidades de inóculo. Los mayores promedios se obtuvieron con las plantas no inoculadas y con la densidad baja, respectivamente.

El peso de la raíz en el suelo A fue inferior y estadísticamente ($P = 0,01$) diferente al obtenido en los otros suelos; la diferencia entre los suelos B y C no fue significativa, pero ambas fueron diferentes ($P = 0,01$) de los suelos D, E y F. Estos, a su vez, fueron diferentes entre sí en forma altamente significativa. El mayor peso se obtuvo en el suelo D. No hubo diferencias significativas al comparar las dos densidades de inóculo o las plantas inoculadas y las no inoculadas.

La diferencia en cuanto al diámetro del follaje entre los suelos E y F no fue significativa, pero ambas fueron diferentes ($P = 0,01$) de los demás; las diferencias entre los otros tipos de suelo fueron altamente significativas, el mayor valor promedio se obtuvo en el suelo D, mientras que el menor se obtuvo en el A. La diferencia entre las dos densidades de inóculo no fue significativa, pero al comparar las plantas inoculadas contra las no inoculadas se encontró que el diámetro del follaje fue mayor ($P = 0,01$) en el caso de plantas no inoculadas.

Los suelos A y B tuvieron valores del diámetro del tallo estadísticamente iguales, y una situación similar se presentó en el caso de los suelos E y F. Los suelos C y D fueron diferentes entre sí ($P = 0,01$), y, también, en comparación con los demás. El valor más alto se obtuvo en el suelo D. El diámetro de las plantas no inoculadas fue mayor, en forma altamente significativa, que el de las plantas inoculadas, mientras que la diferencia entre las dos densidades de inóculo no fue significativa.

Los suelos A, B y C tuvieron índices de reproducción estadísticamente iguales, perteneciendo el menor índice al suelo A. Entre los suelos B, D y E no hubo diferencias significativas; por otra

parte, los suelos D, E y F formaron otro grupo estadístico. Con el suelo F se obtuvo el mayor índice de reproducción. Entre las plantas inoculadas y no inoculadas se encontró una diferencia altamente significativa. Entre las dos densidades la diferencia no fue significativa.

En el índice de nódulos radicales se presentaron dos grupos estadísticos, el primero formado por los suelos A y C, y el segundo por los suelos B, D, E y F. Los suelos D y E presentaron el mayor índice de nódulos, mientras que el menor se presentó en el suelo A. Entre plantas inoculadas y no inoculadas hubo diferencias altamente significativas. Con la densidad alta se obtuvo un índice mayor ($P = 0,01$) de nódulos radicales.

En el Cuadro 3 se presentan las respectivas tasas de reproducción de las dos poblaciones de *M. incognita*. En el caso de la población colectada en San Luis de Santo Domingo, con la densidad baja y en los suelos A, B, C y F la tasa de reproducción fue menor que la unidad; en los suelos D y E el valor fue mayor de uno. La mayor tasa de reproducción se obtuvo en el suelo E y la menor en el suelo B.

Con la densidad alta todos los valores fueron menores que la unidad, correspondiendo al suelo D el valor más alto; la menor tasa se obtuvo en los suelos A y C.

Prueba II

Los valores promedios de las variables evaluadas en esta prueba se presentan en el Cuadro 4.

Los valores promedios del peso y diámetro del follaje en los suelos A y B fueron estadísticamente iguales entre sí, pero inferiores ($P = 0,01$) a los obtenidos en los otros suelos; en el suelo C los valores obtenidos fueron mayores ($P = 0,01$) a los del suelo F, pero menores ($P = 0,01$) a los del suelo D y E; estos últimos fueron estadísticamente iguales. Los valores mayores para ambas variables se obtuvieron en el suelo D, mientras que los menores se presentaron en el suelo B. Al comparar las plantas inoculadas y las no inoculadas se encontró que, en las dos variables, los valores obtenidos en estas últimas fueron mayores, en forma altamente significativa, que los de las plantas no inoculadas. No hubo diferencias significativas entre

Cuadro 3. Efecto de seis tipos de suelo y dos densidades de inóculo sobre la tasa de reproducción de dos poblaciones de *Meloidogyne incognita* en lechuga, cv. White Boston.

Tipo de suelo *	Tasa de reproducción **			
	Población de <i>M. incognita</i> colectada en			
	San Luis de Santo Domingo		Tejar de El Guarco	
	Densidad ***		Densidad	
	Baja	Alta	Baja	Alta
A	0,010	0,02	0,048	0,010
B	0,002	0,09	0,060	0,032
C	0,005	0,02	0,057	0,005
D	2,040	0,45	1,150	0,210
E	2,530	0,32	0,064	0,021
F	0,730	0,37	0,020	0,008

* A= suelo natural de San Luis de Santo Domingo de Heredia (SNSL); B= SNSL + arena; C= SNSL + arcilla; D= suelo natural de Tejar de El Guarco (SNTG); E= SNTG + arena; F= SNTG + arcilla. La mezcla de los suelos con material arenoso o arcilloso se hizo en base a peso seco, en una proporción 1:1.

** Determinada según la relación huevos recuperados/huevos inoculados.

*** Las densidades baja y alta corresponden a 5000 y 25000 huevos/1500 ml de suelo, respectivamente.

Cuadro 4. Valores promedios de peso del follaje y raíz, diámetro de follaje y tallo e índices de reproducción y nódulos radicales de plantas de lechuga inoculadas con *Meloidogyne incognita* colectadas en Tejar de El Guarco.

Suelos	Peso (g)		Diámetro (cm)		Índices	
	Follaje	Raíz	Follaje	Tallo	Reproducción	nódulos radicales
A	84,6 a **	12,2 a	24,3 a	1,0 a	0,31 a	0,74 a
B	70,9 a	10,7 a	22,4 a	0,8 a	0,35 ab	0,87 ab
C	203,1 b	18,8 b	33,3 b	1,6 b	0,30 a	0,92 ab
D	299,9 c	30,6 c	37,1 c	1,7 b	0,90 b	0,98 b
E	277,7 c	27,9 c	36,6 c	1,6 b	0,45 ab	0,87 ab
F	124,6 d	17,8 b	28,2 d	1,4 c	0,24 a	0,61 c
Inoculadas	165,5 a	19,5 a	28,8 a	1,3 a	0,85 b	3,31 a
No inoculadas	190,1 b	19,9 a	31,8 b	1,4 b	0,0 a	0,0 b
Densidad de inóculo ***						
Baja	186,7 a	19,4 a	30,7 a	1,4 a	0,42 a	0,71 a
Alta	166,9 a	20,0 a	30,0 a	1,3 a	0,43 a	0,96 b

* A= suelo natural de San Luis de Santo Domingo (SNSL), B= SNSL + arcilla, D= suelo natural de El Tejar de El Guarco (SNTG), E= SNTG + arcilla. La mezcla de los suelos naturales con material arenoso y arcilloso se realizó en base a peso seco en una proporción 1:1 suelo-material arenoso y suelo-material arcilloso, respectivamente.

** Promedios de cinco repeticiones. Promedios de una misma columna, seguidos por una misma letra, son estadísticamente iguales de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P= 0,01).

*** Las densidades de inóculo baja y alta corresponden a 5000 y 25000 huevos/1500 ml de suelo, respectivamente.

densidades en los valores promedios de cada variable.

El peso promedio de la raíz en los suelos A y B fue menor ($P = 0,01$) que en los otros suelos; los suelos C y F tuvieron valores intermedios estadísticamente diferentes de los demás ($P = 0,01$) mientras que en los suelos D y E, se obtuvieron los valores más altos, los que también fueron estadísticamente diferentes ($P = 0,01$) de los obtenidos en los demás suelos evaluados. No hubo diferencias significativas entre plantas inoculadas y no inoculadas, o entre las dos densidades de inóculo, en esta variable.

Los valores del diámetro del tallo en los suelos A y B fueron estadísticamente iguales entre sí, pero menores ($P = 0,01$) a los encontrados en los otros; la diferencia entre los valores encontrados en los suelos C, D y E no fue significativa; el valor promedio del suelo F fue estadísticamente diferente ($P = 0,01$) al de los otros suelos. El diámetro de las plantas inoculadas fue menor, y estadísticamente diferente ($P = 0,01$) al de las plantas no inoculadas; la diferencia entre densidades no fue significativa.

Los valores del índice de reproducción en los suelos A, B, C, E y F fueron estadísticamente iguales entre sí; por otra parte, los valores promedio obtenidos en los suelos B, D y E fueron también estadísticamente iguales, el valor promedio del índice en el suelo C fue menor, en forma altamente significativa, al del obtenido en el suelo D. La diferencia entre densidades no fue significativa, mientras que la obtenida entre plantas inoculadas y no inoculadas si lo fue.

En el caso del índice de nódulos radicales se obtuvieron tres grupos estadísticos, el primero de los cuales estuvo constituido por los valores obtenidos en los suelos A, B, C y E; el segundo lo formaron los valores promedios de los suelos B, C, D y E, y el tercero por los promedios obtenidos en los suelos A y F. El mayor índice se obtuvo en el suelo D, y el menor en el F. Al comparar las densidades se encontró que el valor obtenido con la densidad alta fue mayor y estadísticamente diferente ($P = 0,01$) al obtenido con la densidad baja; la diferencia entre plantas inoculadas y no inoculadas también fue altamente significativa.

En el Cuadro 3 se presentan tasas de reproducción de la población de *M. incognita* colectada en Tejar de El Guarco.

Los valores que se obtuvieron con la densidad baja fueron mayores que los de la densidad alta. Con la densidad baja los valores de la tasa de reproducción resultaron menores que la unidad, excepto en el suelo D; el valor más alto se obtuvo en el suelo D, y el menor en el suelo F.

Con la densidad alta todos los valores resultaron menores que la unidad; en el suelo D se obtuvo el mayor valor, mientras que el menor se presentó en el suelo C.

Una observación interesante fue el hecho de que sólo en plantas trasplantadas al suelo de San Luis de Santo Domingo y sus respectivas mezclas con arena y arcilla se presentó una clorosis en el margen de las hojas; el origen no fue posible determinarlo.

DISCUSION

Los resultados obtenidos al evaluar la población de San Luis de Santo Domingo permitieron observar una mayor patogenicidad del nematodo en los suelos A, B y C, basado esto, primordialmente, en los valores del peso del follaje respectivo. En apariencia, existió cierta afinidad de cada población con el suelo de idéntica procedencia y sus mezclas con arena o arcilla, lo que le permitió ser más agresiva.

A pesar de lo mencionado, los mayores índices de reproducción y de nódulos radicales se presentaron en los suelos D, E y F. Cabe la posibilidad, aunque no se realizó un análisis de correlación, de que las diferentes características químicas y físicas de los suelos influyesen positiva o negativamente la patogenicidad y reproducción del nematodo.

El contenido de materia orgánica en los suelos A, B y C fue mayor que el de los suelos D, E y F, mientras que en los tres primeros los índices de reproducción y nódulos radicales fueron menores; al respecto, diversos autores (2,5,14) han encontrado que el género *Meloidogyne*, y en general la mayoría de los nematodos fitoparásitos, ven afectada su patogenicidad y reproducción con altos

contenidos de materia orgánica, hecho que podría explicar, en cierto modo, lo encontrado en este trabajo.

De acuerdo a los valores presentados en los Cuadros 1 y 2, se podría decir que conforme aumenta el pH, aumenta la reproducción de *M. incognita* en lechuga; la diferencia de pH entre los suelos de San Luis y los de El Guarco fue de aproximadamente una unidad. Aún cuando en los suelos A, B y C la reproducción fue menor que en los suelos D, E y F, el cultivo se observó más afectado en los tres primeros; los valores decrecientes de pH podrían haber afectado negativamente el desarrollo del cultivo. En relación a lo anterior, y de acuerdo a Taylor y Sasser (16), la función del pH de la solución del suelo es todavía bastante incierta en cuanto a su efecto sobre las poblaciones de *Meloidogyne*.

Ellos afirman que los pH óptimos para el desarrollo de los cultivos hospedantes lo son también para el nematodo.

Los mayores índices de reproducción se presentaron en los suelos B y D, con los valores más altos de potasio (Cuadro 1), lo que también pudo favorecer el desarrollo del cultivo. Varios autores (4,7) demostraron que dosis crecientes de potasio, en suelos inoculados con *M. incognita*, favorecieron la reproducción de esta especie; lo anterior se podría relacionar con lo encontrado en este trabajo.

El calcio es un elemento que puede tener cierto efecto ya sea sobre la reproducción de *Meloidogyne* o sobre el desarrollo de la lechuga, ya que a menor contenido de calcio en los suelos evaluados se dio una menor reproducción del nematodo y un menor desarrollo del cultivo. Al respecto, no se encontraron datos en la literatura consultada que permitieran explicar esta hipótesis.

En el grupo de los suelos de San Luis, el mayor índice de reproducción se presentó en el suelo B, de textura franco arenosa; en el otro grupo el mayor índice se presentó en el suelo F, de textura franco arcillosa, aunque este valor fue estadísticamente igual al del suelo E, de textura arenosa-franco. Es posible que el suelo franco arcilloso pudiera conservar más cantidad de agua que el suelo franco arenoso, lo que, sin afectar al cul-

tivo en sí, pudo promover una reducción en la reproducción del nematodo.

Debe hacerse notar que en el grupo de los suelos de El Tejar (suelos D, E y F), la mayor reducción en el peso del follaje se presentó en el suelo E (arenoso franco), el que fue estadísticamente diferente a los otros dos suelos. Aparentemente, en este grupo, la mezcla del suelo natural con arena o arcilla reduce las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo. Con referencia a lo antes expuesto, varios autores (9,15,17) demostraron que las diferentes actividades de *Meloidogyne* se ven favorecidas por suelos de textura ligera y porcentajes altos de arena (más de un 50 %). De igual forma, Sasser (12) y otros autores (9,13,16) encontraron que los suelos de textura franco-arenosa favorecen la reproducción de *Meloidogyne* spp. Lo anotado guarda cierta similitud con lo encontrado en esta investigación.

La comparación entre el efecto de la densidad baja de inóculo y la densidad alta concuerda con lo mencionado por algunos autores (1,12,18), en el hecho de que conforme aumenta la densidad de inóculo aumenta la patogenicidad de *Meloidogyne*. Es de hacer notar que en nuestro caso las diferencias no fueron significativas al comparar los promedios de las variables evaluadas entre densidades, excepto para el índice de nódulos radicales.

En esta prueba, el índice de reproducción aumentó con la densidad de inóculo. Wallace (17) encontró que conforme se aumentaba la densidad de inóculo en *M. javanica* en varios cultivos decrecía la reproducción, probablemente por efectos de competencia; lo anterior no se cumplía para el índice de agallamiento, ya que éste aumentó en forma directa con la densidad. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, es posible que se requiera densidades de inóculo más altas que las utilizadas en este ensayo para obtener valores decrecientes en la reproducción.

Olthof y Potter (10) y luego Wong y Mai (18) encontraron que densidades bajas de inóculo promovían aumentos significativos en el desarrollo vegetativo del cultivo en comparación con plantas no inoculadas. En la evaluación de la población de San Luis de Santo Domingo no se presentó una situación inducida por la densidad baja, comparable con la descrita por estos autores.

En la evaluación de la población de El Tejar de El Guarco, y en relación al efecto de la densidad de inóculo sobre la patogenicidad y reproducción de *Meloidogyne* spp., se obtuvo resultados similares. En general, la tasa de reproducción fue muy baja. La densidad baja promovió una mayor tasa de reproducción que la densidad alta, excepto en los suelos A, B y C; lo anterior se presentó a pesar de que los índices de reproducción, evaluados en base al número de masas de huevos, fueron mayores con la densidad alta. Es posible que el número de huevos por masa fuera muy variable, y menor con la densidad alta de inóculo. En esta prueba, la mayor tasa de reproducción se presentó en el suelo E (arenoso-franco) y con la densidad baja, aunque también se vió favorecida en el suelo D de textura franca.

Los bajos valores de reproducción podrían atribuirse a que el cultivar utilizado, 'White Boston', no fue un buen hospedante de *M. incognita*, y a que su pequeño sistema radical no permitió una abundante reproducción del nematodo, lo que le permitirá mantener poblaciones altas en un determinado tipo de suelo.

La evaluación de la población de *M. incognita* proveniente de El Tejar de El Guarco permitió observar una mayor patogenicidad sobre el cultivo en los suelos A, B y C, aunque no se presentó en una forma tan marcada como en la Prueba I. Aparentemente la patogenicidad de esta población no se vió favorecida por los suelos de idéntica procedencia.

Cabe hacer mención al hecho de que la reproducción fue mayor en los suelos D, E y F que en el grupo de los suelos de San Luis (suelos A, B y C). Esto podría atribuirse a una serie de aspectos discutidos en la Prueba I, como por ejemplo al posible efecto de las características químicas y físicas de los suelos evaluados. Con respecto a la tasa de reproducción, se encontró valores bajos tanto en la densidad baja como con la densidad alta, aunque con la primera los valores fueron mayores. Por otra parte, con ambas densidades de inóculo los valores de la tasa de reproducción fueron mayores en los suelos D, E y F que en los suelos A, B y C. Los valores bajos obtenidos podrían atribuirse, como se mencionó anteriormente, a que el cultivar utilizado no fue un hospedante adecuado, y a su pequeño sistema radical.

Las marcadas diferencias en cuanto al comportamiento de las dos poblaciones evaluadas sugieren que éstas difieren en agresividad, probablemente debido a las diferentes condiciones ambientales que rodean ambas zonas de procedencia.

Podría concluirse que niveles crecientes de arena favorecen la reproducción de *Meloidogyne*, variando indudablemente esto con el origen del suelo en cuestión; además, parece obvio que las características químicas y físicas de los suelos afectan la patogenicidad de *Meloidogyne*.

Estudios concernientes al efecto de la temperatura y dosis de nutrimentos se hacen indispensables para completar el presente trabajo.

Por otra parte, y reafirmando lo antes expuesto, se podría argumentar que los resultados obtenidos en esta investigación dan una clara evidencia del marcado efecto que tiene el medio edáfico sobre la patogenicidad y reproducción de *M. incognita*. El comportamiento de esta especie varió en cada uno de los seis suelos evaluados. Extrapolando los resultados al campo, se debería esperar que en una determinada zona, con un determinado tipo de suelo, el efecto nocivo de un nematodo sobre el cultivo sea diferente al que podría obtener en otra zona con otro tipo de suelo. La afirmación anterior pone de manifiesto la necesidad de hacer estudios tendientes a evaluar diferentes métodos de combate, incluyendo prácticas culturales, de acuerdo, principalmente, al tipo de suelo que predomine en una determinada área.

RESUMEN

Bajo condiciones de invernadero se investigó la influencia de ciertas características del suelo y la densidad de inóculo sobre la patogenicidad y reproducción de dos poblaciones de *Meloidogyne incognita* en lechuga, cv. White Boston. Una población fue colectada en San Luis de Santo Domingo y la otra en Tejar de El Guarco. Se evaluó seis tipos de suelo, dos naturales y sus respectivas mezclas con un material arenoso o con uno arcilloso, en base a peso seco, 1:1. Los suelos naturales provenían de las mismas áreas que las poblaciones de nematodos. Con cada población se evaluó dos densidades de inóculo, una alta de 25000 y otra baja de 5000 huevos/1500 ml de suelo. Se encontró diferencias significativas entre tipos de

suelo en todas las variables evaluadas, con ambas poblaciones. Cuando se compararon las plantas inoculadas y las no inoculadas, se encontró diferencias significativas entre ellas en el peso y diámetro de las cabezas, el diámetro del tallo y los índices de reproducción y de nódulos radicales. Al comparar las dos densidades de inóculo se encontró diferencias significativas en el índice de nódulos radicales.

LITERATURA CITADA

1. BARKER, K.R., SHOEMAKER, P.B. y NELSON, L.A. Relationship of initial population densities of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne hapla* to yield of tomato. *Journal of Nematology* 8: 232-239. 1976.
2. ELMILIGY, I.A. y NORTON, D.C. Survival and reproduction of some nematodes as affected by muck and organic acids. *Journal of Nematology* 5: 50-54. 1973.
3. HUSSEY, R.S. y BARKER, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57: 1025-1028. 1973.
4. ISMAEL, W. y SAXENA, S.K. Effect of different levels of potassium on the growth of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato. *Nematologica* 23: 263-264. 1977.
5. LINFORD, M.B., YAP, F. y OLIVEIRA, J.M. Reduction of soil populations of the root-knot nematode during decomposition of organic matter. *Soil Science* 45: 127-141. 1938.
6. LOPEZ, R. y SALAZAR, L.A. Morfometría y algunos hospedantes de *Meloidogyne hapla* en la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 2: 29-38. 1978.
7. MARKS, C.Z. y SAYRE, R.M. The effect of potassium on the rate of development of the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. hapla*. *Nematologica* 10: 232-231. 1964.
8. MATTEY, J. y LOPEZ, R. Evaluación de nematocidas y de métodos de aplicación en el combate de nematodos fitoparásitos y en la producción y calidad de la lechuga. *Turrialba* 28(2): 15-18. 1978.
9. O'BANNON, J.H. y REYNOLDS, H.W. Root-knot nematode damage and cotton yields in relation to certain soil properties. *Soil Science* 92: 384-386. 1961.
10. OLTHOF, T.H.A. y POTTER, J.W. Relationship between population densities of *Meloidogyne hapla* and crop losses in summer maturing vegetables in Ontario. *Phytopathology* 62: 981-986. 1972.
11. PERLAZA, F., LOPEZ, R. y VARGAS, E. Efecto de la aplicación combinada de nematocidas y fungicidas en el combate de *Meloidogyne incognita*, *M. Hapla* y *Alternaria* sp. en lechuga. *Fitopatología* 13(2): 90-96. 1978.
12. SASSER, J.N. Identification and host parasite relationship of certain root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). University of Maryland. Agricultural Experiment State Station Bulletin A-77. 1954. 31 p.
13. SASSER, J.N. Worldwide dissemination and importance of the root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. *Journal of Nematology* 9: 26-29. 1976.
14. SAYRE, R.M. Biotic influences in soil environment. In B.M. Zuchenman, E.F. Mai y R.A. Rhode, (eds.). *Plant Parasitic Nematodes*. Academic Press. New York. Vol I 1971. pp. 235-256.
15. SLEETH, B. y REYNOLDS, H.W. Root-knot nematode infestation as influenced by soil texture. *Soil Science* 80: 459-461. 1955.
16. TAYLOR, A.L. y SASSER, J.N. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). International *Meloidogyne* Project. Raleigh, North Carolina State University. 1978. 111 p.
17. WALLACE, H.R. Factors influencing the infectivity of plant parasitic nematodes. *Proceedings of the Royal Society, B*, 164: 592-614. 1966.
18. WONG, T.K. y MAI, W.F. Pathogenicity of *Meloidogyne hapla* to lettuce as affected by inoculum level, plant age at inoculation and temperature. *Journal of Nematology* 5: 126-129. 1973.