

# Susceptibilidad de diez cultivares de maíz (*Zea mays* L.) a cuatro poblaciones de *Meloidogyne incognita*<sup>#1/</sup>

LILIANA HIDAIGO, ROGER LOPEZ CH.\*\*

## ABSTRACT

The susceptibility of ten corn cultivars (the hybrids X105A (XA) and Tico H4 (T4), and the composites Yousafwala 7435 (Y), Tuxpeño 1 (Tx1), Poza Rica 7422 (P22), Tlaltizapan 7322 (Tz), Honduras 7322 (H), Poza Rica 7322 (PA-22), Tocumen 7428 (T) and Gemiza 7421 (G) to the attack of four *Meloidogyne incognita* populations (M-50, M-53, M-55 and M-56) was evaluated under greenhouse conditions. Population M-50 significantly increased the fresh weight of tops of H whereas M-50 and M-53 reduced it in XA. M-50 significantly reduced the height of T and Tx1 while M-55 and M-56 significantly increased the height of P22. Population M-55 reduced the height of Y. The number of root galls caused by M-50 in Tx1 was significantly lower than the one caused by M-53; the same was true regarding the Y cultivar with population M-55 in comparison with M-56. The number of egg masses produced by M-55 in Y was lower than that produced by M-56. The number of egg masses was lower in XA than in any of the other nine cultivars.

## Introducción

EN Costa Rica el maíz ha sido un cultivo de gran importancia desde antes de la época colonial (13), y con pocas excepciones es sembrado prácticamente en todo el territorio nacional, alternando o en asocio con numerosos cultivos. Esta última situación permite que algunos patógenos, entre ellos ciertos nematodos fitoparásitos, puedan mantenerse y reproducirse en el maíz, lo que les podría permitir causar daño considerable en las plantas que se siembran junto o en rotación con el mismo.

Bajo condiciones locales se ha encontrado altas poblaciones de nematodos del género *Meloidogyne* Goeldi, 1887, tanto durante el cultivo del maíz (6) como posterior a éste (11), lo que sugirió que esta planta podría ser un hospedante adecuado de estos parásitos

La carencia de información local a este respecto motivó la presente investigación, que tuvo como objetivo evaluar, bajo condiciones de invernadero, la susceptibilidad de diez cultivares de maíz a cuatro poblaciones de *M. incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949, la especie de este género más comúnmente encontrada en las áreas cultivadas de Costa Rica (R. López, datos sin publicar)

## Materiales y métodos

Se evaluó la susceptibilidad de diez cultivares de maíz al ataque de cuatro poblaciones de *M. incognita*; ocho de estos cultivares fueron los compuestos 'Tuxpeño 1' (Tx 1), 'Yousafwala 7435' (Y), 'Poza Rica 73A22' (PA 22), 'Tocumen 7428' (T), 'Gemiza 7421' (G), 'Poza Rica 7422' (P 22), 'Tlaltizapan 7322' (Tz) y 'Honduras 7322' (H), y los otros dos fueron los híbridos comerciales 'X 105A' (XA) y 'Tico H 4' (T 4). La elección de estos cultivares se hizo con base en los resultados obtenidos por Salas (12) en una prueba de campo anterior.

Las cuatro poblaciones de *M. incognita* fueron colectadas en distintas regiones del país, a saber: po-

\* Recibido para su publicación el 2 de junio de 1980.

#1/ Parte de una tesis presentada por el primer autor ante la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Los autores desean expresar su agradecimiento al Ing. Víctor Quiroga. M Se por su ayuda en los análisis estadísticos.

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

blación 50 (M-50) en San Isidro de Pérez Zeledón, población 53 (M-53) en Puriscal, población 56 (M-56) en San Ramón, y población 55 (M-55) en San Josécito de Alajuela. Las poblaciones M-50, M-53 y M-56 fueron obtenidas en raíces de tabaco, en terrenos donde esta planta se cultiva en rotación con el maíz, mientras que la M-55 fue colectada en raíces de apio, en un terreno que aparentemente tenía al menos 10 años de no ser utilizado para sembrar maíz. Los números asignados a cada población corresponden al registro de poblaciones de *Meloidogyne* del Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica.

En cada caso, de las raíces recogidas en el campo se extrajeron hembras ovígeras a las que se les separó la masa de huevos adherida; de cada una se preparó el diseño perineal, de acuerdo con la técnica de Franklin (5) modificada por Taylor y Netscher (14), pero sin teñir las raíces. Hecho ésto, se seleccionó en cada población de 7 a 10 masas de huevos provenientes de hembras con diseños atribuibles a *M. incognita*, y se inocularon a una plántula de tomate, cv. 'Homestead 61'. Al cabo de 60 días se recuperaron huevos de cada población mediante la técnica de Hussey y Barker (7). Los huevos así recuperados se inocularon en cuatro plantas de tomate, cv. 'Manapal', las que sirvieron para incrementar y mantener el inóculo de cada población. Dos meses después de la inoculación, los sistemas radicales de las cuatro plantas se procesaron por el método de Hussey y Barker (7), y los huevos recuperados se suspendieron en agua destilada, se tomaron cuatro alícuotas de 1 ml, se contó el número de huevos en cada una y se obtuvo el número promedio/ml.

Para evaluar la susceptibilidad de los diez cultivares a las cuatro poblaciones de *M. incognita*, se pusieron a germinar las semillas de cada cultivar en platos Petri que tenían en el fondo un papel de filtro humedecido; los platos se pusieron en una incubadora a 28 C durante 3 días, después de los cuales se seleccionaron las plántulas más desarrolladas y homogéneas y se sembraron en vasitos de cartón que contenían 150 ml de suelo esterilizado en autoclave. Cuando las plantas tenían 12 días de edad se consideraron listas para la inoculación; para esto se usaron macetas de barro previamente esterilizadas en autoclave, se agregó a cada una 700 ml de suelo esterilizado en autoclave, y posteriormente se pipeteó sobre éste la suspensión de huevos de cada población (20 000 huevos/maceta); las plantas de maíz se sacaron con adobe de los vasitos de cartón y se colgaron encima del inóculo, luego se agregaron 800 ml de suelo esterilizado hasta completar 1.600 ml/maceta. Al momento de la inoculación se fertilizó en cada maceta con 2 g de la fórmula 10-30-10 y 32 días después se fertilizó con nitrato de amonio (0,3 g/maceta).

Debido a la falta de espacio se evaluó primero a las poblaciones M-50 y M-53 (prueba I) de abril a junio, y luego a las poblaciones M-55 y M-56 (prueba II), de julio a agosto.

Sesenta días después de la inoculación se midió la altura de las plantas (del inicio de las raíces hasta

el último nudo visible) y se determinó el peso de la parte aérea (tallo y hojas). Los sistemas radicales se sacaron de las macetas y se lavaron con abundante agua; posteriormente se determinaron los índices de nódulos radicales y de masas de huevos usando la siguiente escala: 0 = 0; 1 = 1-2; 2 = 3-10; 3 = 11-30; 4 = 31-100 y 5 = + de 100 nódulos o masas de huevos, respectivamente.

Con el fin de obtener un estimado de la tasa de reproducción de las cuatro poblaciones en cada uno de los cultivares evaluados, los sistemas radicales de cada tratamiento, provenientes de las cuatro repeticiones, se combinaron y procesaron por el método de Hussey y Barker (7); una vez obtenida la suspensión de huevos, se determinó el número promedio/ml y posteriormente el número total, el que se dividió entre cuatro para obtener el número promedio de huevos/planta. La tasa de reproducción se obtuvo al dividir el número de huevos/planta entre 20 000, que fue la densidad inicial que se inoculó en todos los casos.

Tanto en la prueba I como en la II se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones, en el que las poblaciones que se evaluaron en cada fase fueron las parcelas grandes y los cultivares las parcelas pequeñas.

Todos los datos obtenidos, excepto la tasa de reproducción, fueron analizados estadísticamente. Los valores promedio de cada variable fueron comparados entre sí mediante la prueba de amplitud múltiple de Duncan ( $P = 0,05$ ).

### Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedios del peso del tallo y follaje de los diez cultivares en ambas pruebas. En la prueba I, la población M-50, en comparación con el testigo, causó un incremento significativo del peso de las partes aéreas del cultivar H, mientras que las dos poblaciones causaron una disminución significativa del peso del cultivar XA. Las diferencias existentes entre las plantas inoculadas de los otros cultivares y sus respectivos testigos no fueron estadísticamente significativas. Al comparar entre sí los cultivares no se encontró diferencia significativa alguna.

En la prueba II se encontró que las diferencias existentes entre las plantas inoculadas con cada población y sus respectivos testigos, en todos los cultivares, no fueron estadísticamente significativas. En contraste con los resultados obtenidos en la primera prueba, en este caso se encontraron diferencias estadísticas significativas al comparar los cultivares entre sí. De acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan, se detectaron tres grupos estadísticos; en el primero de ellos se agruparon los cultivares Y, P22, PA22, G, T, TX1, T4, Tz; el segundo grupo estadístico estuvo formado por los cultivares Y, P22, PA22, G, H, T, T4, Tz. Finalmente en el tercer grupo se encontraron los cultivares Y, P22, H, PA22, Tz, XA, G y T.

Cuadro 1.—Efecto de la inoculación de cuatro poblaciones de *Meloidogyne incognita* sobre el peso del tallo y follaje de diez cultivares de maíz

Cultivar*	Peso del tallo y follaje (g)							
	Prueba I				Prueba II			
	Población de <i>M. incognita</i>			Promedio del cultivar	Población de <i>M. incognita</i>			Promedio del cultivar
	M-50	M-55	Testigo		M-55	M-56	Testigo	
Y	200 a**	199 a	213 a	201 A***	153 a**	141 a	182 a	160 ABC***
P22	218 a	198 a	204 a	207 A	162 a	161 a	164 a	163 ABC
PA22	107 a	191 a	247 a	216 A	170 a	153 a	173 a	165 ABC
G	188 a	188 a	270 a	182 A	175 a	161 a	161 a	166 ABC
H	209 a	198 ab	145 b	181 A	136 a	149 a	158 a	148 BC
XA	161 a	177 a	210 b	183 A	137 a	140 a	121 a	134 C
T	186 a	218 a	188 a	197 A	148 a	168 a	168 a	161 ABC
Tx1	181 a	196 a	207 a	194 A	174 a	182 a	182 a	179 A
T4	180 a	198 a	228 a	202 A	181 a	160 a	164 a	168 AB
Tz	207 a	190 a	213 a	203 A	144 a	148 a	178 a	156 ABC

\* Y = Yousafwala 7435, P22 = Poza Rica 7422, PA22 = Poza Rica 73A22, G = Gemiza 7421, H = Honduras 7322, XA = X105A, T = Focumen 7428, Tx1 = Tuspeño 1, T4 = Tico H4, Tz = Taltizpan 7322

\*\* Promedio de cuatro repeticiones. En cada prueba, los promedios en una misma línea seguidos por una misma letra minúscula, no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan ( $P=0.05$ ).

\*\*\* Promedio de 12 observaciones. En cada prueba, los promedios en una misma columna seguidos por una misma letra mayúscula, no difieren significativamente entre sí según los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan ( $P=0.05$ ).

Los valores promedios de la altura en las dos pruebas se presentan en el Cuadro 2. En la prueba I, y en comparación con el respectivo testigo, la población M-50 redujo significativamente la altura del cultivar T, y las dos poblaciones redujeron significativamente la altura del cultivar G. Al comparar entre sí los valores promedios de los cultivares, se encontró que la altura de G y Tz fue significativamente menor que la de los otros cultivares, excepto la del Tx1; en este último caso se obtuvo el menor valor, que fue estadísticamente igual al obtenido con el cultivar G.

En la prueba II se encontró que ambas poblaciones causaron un incremento significativo de la altura del cultivar P22, y una disminución significativa de la del cultivar Y, en comparación con los respectivos testigos. Las diferencias existentes entre las plantas inoculadas con cada población y las no inoculadas en los restantes ocho cultivares no fueron estadísticamente significativas. Al comparar entre sí los valores promedios de cada cultivar, se encontró que el Y, el P22, T y el T4, tuvieron alturas significativamente mayores que las de los cultivares Tx1, G y XA.

En el Cuadro 3 se presentan los valores promedios del índice de masas de huevos obtenidos con la inoculación de las cuatro poblaciones en cada uno de los diez cultivares evaluados. En la prueba I no se encontró diferencia significativa alguna entre poblaciones en esta variable; al comparar entre sí los cultivares se encontró que el XA tuvo un índice significativamente menor que los restantes cultivares, excepto el Tx1. En la prueba II al comparar las poblaciones se encontró que M-56 produjo en el cultivar Y un índice de masas de huevos significativamente mayor que el causado por la población M-55. Al comparar entre sí los cultivares no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa.

Los valores promedios del índice de nódulos radicales se presentan en el Cuadro 4. En la prueba I se encontró que la población M-53, en comparación con la M-50, produjo un índice de nódulos significativamente mayor en el cultivar Tx1. No hubo diferencia significativa alguna al comparar los cultivares entre sí.

En la prueba II la única diferencia significativa encontrada fue la existente al comparar el efecto de las poblaciones M-55 y M-56 en el cultivar Y, ya que

Cuadro 2—Altura promedio de diez cultivares de maíz inoculados con cuatro poblaciones de *Meloidogyne incognita*.

Cultivar*	Altura de planta (cm)							
	Prueba I				Prueba II			
	Población de <i>M. incognita</i>			Promedio del cultivar**	Población de <i>M. incognita</i>			Promedio del cultivar***
	M-50	M-53	Testigo		M-55	M-56	Testigo	
Y	106 a**	110 a	112 a	109 A	77 a**	78 a	98 b	84 A
XA	99 a	108 a	113 a	107 A	77 a	74 a	66 a	72 BC
PA22	110 a	97 a	115 a	107 A	90 a	73 a	86 a	83 A
T	97 a	118 a	127 a	114 A	79 a	87 a	87 a	84 A
G	87 a	87 a	100 b	91 BC	72 a	65 a	68 a	68 C
P22	121 a	104 a	101 a	109 A	78 a	86 a	61 b	76 ABC
Tz	114 a	101 a	98 a	104 AB	75 a	83 a	88 a	81 AB
H	112 a	112 a	100 a	108 A	77 a	75 a	83 a	78 ABC
T4	115 a	109 a	106 a	110 A	92 a	78 a	85 a	85 A
Tx1	85 a	81 a	86 a	84 C	74 a	66 a	74 a	71 BC

\* Y = Yucatán 7435, P22 = Pasa Rica 7422, PA22 = Pasa Rica 75A22, G = Guajala 7421, H = Honduras 7522, ZA = X105A, T = Tocuén 7428, Tx1 = Tuxteño 1, T4 = Tico H1, Tz = Taltizapan 7322.

\*\* Promedio de cuatro repeticiones. En cada prueba, los promedios en una misma línea seguidos por una misma letra minúscula no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan ( $P=0.05$ ).

\*\*\* Promedio de 12 observaciones. En cada prueba los promedios de una misma columna, seguidos por una misma letra mayúscula, no difieren significativamente entre sí, según los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan ( $P=0.05$ ).

M-55 produjo un índice significativamente menor que el causado por M-56. Las otras diferencias, tanto entre cultivares como entre poblaciones, no fueron significativas.

Finalmente, en el Cuadro 5 se presentan los valores de la tasa de reproducción de cada población en cada cultivar. En general, los valores obtenidos con las poblaciones M-50 y M-53 fueron menores en todos los casos que los obtenidos en la prueba II con las poblaciones M-55 y M-56.

También se observó que hubo diferencias apreciables en esta variable al comparar los valores obtenidos en un mismo cultivar con cada población, para cada prueba en particular.

#### Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los encontrados por varios autores (1, 2, 3, 4, 8, 9, 11) en el sentido de que *M. incognita* puede atacar al maíz.

De acuerdo con la nomenclatura propuesta por Cook (3), el cultivar PA22 fue el único resistente a la población M-50, pero a su vez fue susceptible a las demás poblaciones. Los cultivares Tz, Y, T4, P22,

Tx1 y T fueron resistentes a M-53 pero susceptibles a las otras poblaciones de *M. incognita*. En la segunda prueba todos los cultivares fueron susceptibles al ataque de *M. incognita*, al contrario de lo ocurrido en la primera, debido posiblemente a que factores como la temperatura ambiental y la del suelo, así como la luminosidad, se conjugaron de tal manera que favorecieron una reproducción relativamente alta de las dos poblaciones de *M. incognita* evaluadas en esta oportunidad.

Es interesante destacar que, a excepción de H, Y, y T, los otros cultivares podrían ser considerados más susceptibles a M-55 que a las otras poblaciones de *M. incognita*, ya que la tasa de reproducción de esta población fue mayor que la de las otras tres; la población M-55 fue colectada de apio, en un lugar que aparentemente tenía al menos diez años de no ser utilizado para el cultivo de maíz, con lo que, según el criterio de Baldwin y Barker (1), podría ser considerada como una población 'no especializada'; esto implicaría que esta población debería ser menos capaz que las otras de reproducirse en el maíz; sin embargo, los resultados obtenidos no concuerdan con lo anotado por estos autores, lo que podría ser atribuido

Cuadro 3—Valores promedios del índice de masas de huevos producidos por cuatro poblaciones de *Meloidogyne incognita* en diez cultivares de maíz

Cultivar*	Índice de masas de huevos**					
	Prueba I			Prueba II		
	Población de <i>M. incognita</i>		Promedio del cultivar	Población de <i>M. incognita</i>		Promedio del cultivar
	M-50	M-53		M-55	M-56	
Y	4,25***	4,50 a	4,38 A****	3,75 a***	5,00 b	4,38 A****
P22	4,00 a	5,00 a	4,50 A	5,00 a	5,00 a	5,00 A
PA22	4,50 a	4,50 a	4,50 A	5,00 a	5,00 a	5,00 A
G	4,25 a	4,25 a	4,25 A	5,00 a	5,00 a	5,00 A
H	3,50 a	4,75 a	4,13 A	5,00 a	5,00 a	5,00 A
XA	3,50 a	2,50 a	3,00 B	5,00 a	5,00 a	5,00 A
T	3,50 a	4,50 a	4,00 A	5,00 a	5,00 a	5,00 A
Tx1	3,00 a	4,25 a	3,63 AB	5,00 a	5,00 a	5,00 A
T4	3,75 a	4,50 a	4,13 A	5,00 a	5,00 a	5,00 A
Iz	4,50 a	4,50 a	4,50 A	5,00 a	4,75 a	4,88 A

\* Y = Yousafwala 7435. P22 = Poza Rica 7422. PA22 = Poza Rica 73A22. G = Gemiza 7121. H = Honduras 7322. XA = X105A. T = Tocumen 7428. Tx1 = Tuxpeño 1. T4 = Tico H4. Iz = Ialtizapan 7322

\*\* Índice basado en la siguiente escala: 0=0 masas de huevos; 1 = 1-2 masas de huevos; 2 = 3-10 masas; 3 = 11-30 masas; 4 = 31-100 masas; 5 = + de 100 masas

\*\*\* Promedio de cuatro repeticiones. En cada prueba los promedios en una misma línea, seguidos por una misma letra minúscula, no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan ( $P=0.05$ ).

\*\*\*\* Promedio de 12 observaciones. En cada prueba promedios en una misma columna, seguidos por una misma letra mayúscula, no difieren significativamente entre sí, según los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan ( $P=0.05$ ).

a que la teoría no es cierta, o a que la población M-55 fue introducida recientemente al suelo donde fue colectada y previo a esto había estado expuesta al cultivo del maíz por un período prolongado; así entonces, daría base para catalogarla como 'una población especializada'.

En referencia al daño causado y de acuerdo con la nomenclatura de Cook (3), podría decirse que los cultivares X, A y G fueron intolerantes al ataque de M-50 y M-53, por cuanto estas poblaciones redujeron significativamente el peso de las partes aéreas y la altura de estos cultivares respectivamente. El cultivar T fue intolerante al ataque de M-50 ya que su altura fue reducida significativamente por esta población.

Los resultados de la segunda prueba indujeron a catalogar al cultivar Y como intolerante al ataque de M-55 y M-56 ya que su altura fue reducida significativamente por ambas poblaciones. En todos los otros casos se puede considerar que los cultivares fueron tolerantes al ataque de las cuatro poblaciones de *M. incognita*, dado que las diferencias entre las plantas inoculadas y los testigos en cuanto al peso de las partes aéreas y la altura, no fueron significativas; in-

cluso en unos pocos casos la inoculación de *M. incognita* produjo incrementos significativos del peso de tallos y follaje o de la altura, lo que concuerda con los resultados obtenidos por algunos investigadores (15), quienes han encontrado efectos estimulantes en el crecimiento de algunas plantas causados por la inoculación de nematodos fitoparásitos; estos autores atribuyeron dicho efecto a que las plantas reaccionan ante el ataque produciendo una proliferación de raíces que incrementan la absorción de agua y nutrientes que viene a traducirse en un mayor crecimiento.

En la primera prueba, al comparar el grado de susceptibilidad de los cultivares al ataque de *M. incognita*, basados en la tasa de reproducción, con el índice de agallas, se encontró que aparentemente no existió correlación entre ambas variables, ya que, por ejemplo, en el cultivar PA22, que fue catalogado como resistente a la población M-50, el índice de agallas fue mayor que en el resto de los cultivares que fueron susceptibles a esta población; algo similar a lo anteriormente descrito se encontró en el caso del cultivar XA y la población M-53. Sin embargo, en la segunda prueba se encontró que aparentemente ambas

Cuadro 4—Valores del índice de agallas producidas en raíces de diez cultivares de maíz al inocularlos con cuatro poblaciones de *Meloidogyne incognita*

Cultivar <sup>c</sup>	Índice de agallas <sup>e</sup>					
	Prueba I			Prueba II		
	Población de <i>M. incognita</i>		Promedio del cultivar	Población de <i>M. incognita</i>		Promedio del cultivar
	M-50***	M-53		M-55***	M-56	
Y	3,75 a	1,25 a	4,00 A****	3,75 b	5,00 a	4,38 A****
P22	4,00 a	5,00 a	4,50 A	4,75 a	5,00 a	4,88 A
PA22	4,25 a	4,50 a	4,38 A	5,00 a	4,75 a	4,88 A
G	4,25 a	4,50 a	4,38 A	5,00 a	5,00 a	5,00 A
H	3,50 a	4,50 a	4,00 A	5,00 a	4,75 a	4,88 A
XA	4,00 a	3,25 a	3,63 A	5,00 a	5,00 a	5,00 A
T	3,50 a	4,25 a	3,88 A	5,00 a	5,00 a	5,00 A
Tx1	2,75 a	4,25 a	3,50 A	5,00 a	5,00 a	5,00 A
Ti	3,50 a	4,50 a	4,00 A	5,00 a	5,00 a	5,00 A
Tz	4,50 a	4,50 a	4,50 A	5,00 a	4,50 a	4,75 A

<sup>c</sup> Y = Yousafwala 7451, P22 = Poza Rica 7422, PA22 = Poza Rica 75A22, G = Gemiza 7421, H = Honduras 7322, XA = X105A, T = Tocumen 7428, Tx1 = Tuxpeño 1, Ti = Tico Hí, Tz = Taltizapan 7322

<sup>e</sup> Índice basado en la siguiente escala: 0=0 agallas, 1 = 1-2 agallas, 2 = 3-10 agallas, 3 = 11-30 agallas, 4 = 31-100 agallas, 5 = + de 100 agallas

<sup>\*\*\*</sup> Promedio de cuatro repeticiones. En cada prueba los promedios en una misma línea, seguidos por una misma letra minúscula, no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud de Duncan (P=0,05)

<sup>\*\*\*\*</sup> Promedio de 12 observaciones. Para cada prueba los promedios en una misma columna, seguidos por una misma letra mayúscula, no difieren significativamente entre sí, según los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P=0,05)

variables estuvieron correlacionadas ya que, por ejemplo, el cultivar Y tuvo los índices de agallamiento más bajos, y a su vez fue de los menos susceptibles a ambas poblaciones; algo similar se presentó con los cultivares H y P22. En cuanto a los cultivares susceptibles, los índices de agallamiento fueron altos, lo que indujo a concluir que en esta ocasión pudo existir una correlación entre ambas variables. Por otra parte, al comparar el índice de masas de huevos con la tasa de reproducción, pareciera que no existió correlación alguna entre ellas, ya que valores altos del índice de masas de huevos no siempre correspondieron con valores altos de la tasa de reproducción y viceversa; estas observaciones parecieran ilógicas si se considera que ambas variables son medidas de la reproducción de los nematodos; sin embargo, esta aparente incongruencia podría deberse a que el número de masas de huevos (índice de masas) producido por una población en un cultivar determinado no está relacionado con el número de huevos en cada masa, de tal manera que es posible tener un número considerable de masas sin que cada una de ellas contenga una gran cantidad de huevos; esto último podría ser una de las principales causas de una tasa de reproducción alta

Otra observación es la de que no se encontró evidencia alguna, respaldada por el análisis estadístico, de que las poblaciones de *M. incognita* evaluadas difirieron en agresividad hacia el maíz, es decir, que alguna de ellas causara mayor daño que las otras. Solamente se encontró evidencia de que, en algunos casos, las poblaciones evaluadas en una prueba en particular diferían entre sí en cuanto al índice de agallas o al índice de masas de huevos causados por ellas en un cultivar determinado

Por otra parte, parece interesante señalar el que bajo condiciones de campo es posible que el ataque de *M. incognita* en maíz pase inadvertido dado que las agallas en las raíces, el principal síntoma utilizado para el reconocimiento de un ataque de *Meloidogyne* spp., son en este caso muy pequeñas y se localizan principalmente en raíces finas, las que por lo general quedan en el suelo al sacar un sistema radical para su observación. Esto podría causar errores que condujeran a deducir que una plantación de maíz está libre de los nematodos formadores de nódulos radicales; también podría ser causa de errores al inducir a recomendar la utilización de suelos dedicados al cul-

Cuadro 5.—Valores de la tasa de reproducción de cuatro poblaciones de *Meloidogyne incognita* en diez cultivares de maíz.

Cultivar*	Tasa de reproducción**			
	Población de <i>M. incognita</i>			
	Prueba I		Prueba II	
	M-50	M-53	M-55	M-56
Tz	3,22	0,74	18,6	12,8
H	2,90	1,05	8,0	17,7
PA22	0,33	2,71	20,3	9,7
G	1,37	1,07	20,9	18,7
Y	3,74	0,92	9,5	11,1
XA	1,20	1,02	21,8	16,0
T4	3,61	0,73	33,1	20,7
P22	1,01	0,93	17,1	11,7
Tx1	1,03	0,26	31,6	22,7
T	1,10	0,98	19,3	26,2

\* Tz = Tlaltizapan 7322, H = Honduras 7322, PA22 = Poza Rica 73A22, G = Gemisa 7421, Y = Yousafwala 7435, XA = X105Z, T4 = Tico H4, P22 = Poza Rica 7422, Tx1 = Tuxpeño 1, Tz = Tlaltizapan 7322, T = Tocumen 7428.

\*\* Obtenida de dividir la población final entre la población inicial (20 000 huevos) inoculados 60 días antes.

tivo de maíz para la siembra de otros cultivos más susceptibles e intolerantes al ataque de estos patógenos.

Resumen

Bajo condiciones de invernadero se evaluó la susceptibilidad de los híbridos X 105 A (XA) y Tico H4 (T4) y de los compuestos Yousafwala 7435 (Y), Tuxpeño 1 (Tx1), Poza Rica 7422 (P22), Tlaltizapan 7322 (Tz), Honduras 7322 (H), Poza Rica 7322 (PA22), Tocumen 7428 (T) y Gemisa 7421 (G) de maíz, al ataque de cuatro poblaciones de *Meloidogyne incognita*, colectadas tres de ellas en tabaco (M-50, en San Isidro de El General, M-53 en Puriscal y M-56 en San Ramón de Alajuela) y una en apio (M-55, en San Josecito de Alajuela).

La población M-50 incrementó significativamente el peso de H, y las poblaciones M-50 y M-53 redujeron significativamente el peso de XA. La población M-50 redujo en forma significativa la altura de T y Tx1, mientras que las poblaciones M-55 y M-56 incrementaron significativamente la altura de P22. La población M-55 redujo la altura del compuesto Y. El número de agallas en Tx1, causadas por la población M-50, fue significativamente menor que con la población M-53; lo mismo ocurrió con el compuesto

Y con la población M-55 en comparación con la población M-56. El número de masas de huevos producidas por la población M-55 en el compuesto Y fue significativamente menor que el producido por la población M-56. La cantidad de masas de huevos encontradas en el compuesto XA fue significativamente menor que en los demás compuestos o híbridos.

Literatura citada

- BALDWIN, J. C. y BARKER, K. R. Host suitability of selected hybrids, varieties and inbreds of corn to populations of *Meloidogyne* spp. *Journal of Nematology* 2(4): 345-350. 1970
- CAVENESS, F. E. Plant-parasitic nematode population differences under no-tillage and tillage soil regimes in western Nigeria. *Journal of Nematology* 6(4): 138 (Abstr.) 1974
- COOK, R. Nature and inheritance of nematode resistance in cereals. *Journal of Nematology* 6(4): 165-174. 1974
- DIXON, W. B. y LATTA, L. R. Nematology investigation. 1958-1961. Ministry of Agriculture and Lands Jamaica. Bulletin N° 59 (New Series). 1965. 35 p.
- FRANKLIN, M. T. Preparation of posterior cuticular patterns of *Meloidogyne* spp. for identification. *Nematologica* 7: 336-337. 1962
- GONZALEZ, L. Nematodos asociados con la rizosfera de arroz y maíz en varias zonas agrícolas de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 2(2): 171-173. 1978
- 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
- IBRAHIM, I. K. A. y REZR, M. A. Reaction of corn to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. *Journal of Nematology* 10(1): 289-190 (Abstr.). 1978
- JOHNSON, S. W., DOWMBLER, C. C. y HAUSER, E. W. Seasonal population dynamics of selected plant-parasitic nematodes on four monocultured crops. *Journal of Nematology* 6(4): 187-190. 1974
- LOPEZ, R. y FONSECA, J. Combate químico de nematodos fitoparásitos en tabaco de sol. *Agronomía Costarricense* 2(2): 157-162. 1978
- MARTIN, C. G. Plants attacked by root-knot nematodes in the Federation of Rhodesia and Nyasaland. *Rhodesia Agricultural Journal* 56(4): 162-175. 1959
- SALAS, C. Programa de investigación en maíz. In Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Informe de Labores 1976-1977 pp. 91-107.
- SAENZ, A. Historia agrícola de Costa Rica. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. Serie Agronomía N° 12. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio 1970. 1087 p.
- TAYLOR, D. P. y NETSCHER, C. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematológica* 20: 268-269. 1974
- WALLAGE, H. R. Nematode ecology and plant disease. New York, Crane, Russak and Company, Inc 1973. 228 p.

## Reseña de Libros

VICKERY, MARGARET L y VICKERY, BRIAN  
Plant products of tropical Africa. London, Macmilland, 1979. 116 p. £ 10.95 hard cover, £ 4.95 paperback.

El plan de este libro es mostrar la importancia de las plantas para el hombre africano describiendo los productos útiles por los que las plantas son explotadas en ese continente. El área que abarca es la comprendida entre los Trópicos de Cáncer y de Capricornio, lo que excluye a los países del Mediterráneo africano y a África del Sur y Namibia. Son tomados en cuenta treinta y nueve países, incluyendo las islas de Madagascar, Mauricio y Seychelles.

El énfasis es en los productos, por lo que no hay casi nada sobre prácticas agrícolas y poco sobre botánica y sanidad vegetal. La descripción de los cultivos templados, como el trigo, algunas hortalizas y frutas sembrados en las partes altas, es esquemática, para dedicar mayor extensión a las plantas tropicales. Se hace una excepción con el piretro, ya que los altiplanos de África oriental se han convertido en los principales productores de este producto insecticida en el mundo.

La presentación de los productos se hace según sus usos, comenzando con los comestibles, iniciándose con los cereales y siguiendo con las raíces y tubérculos, los granos leguminosos, los aceites vegetales, frutas, hortalizas, azúcar y las bebidas (té, café y cacao). Entre los cultivos no comestibles tenemos a las plantas baticíferas que contienen polisopreno (caucho), que además de *Hevea* comprenden en África: *Funtunia* y *Landolphia* (Apocynaceae), *Ficus elástica* y *Castilla elastica* (Moraceae), y *Manihot glaziovii*. El piretro, esa planta dalmata de la que se obtienen los insecticidas menos tóxicos al hombre y menos contaminantes del ambiente que se conocen, es una fuente de riqueza para miles de pequeños agricultores de África Oriental, especialmente Kenia; por eso se le dedica un capítulo entero en el libro. Las fibras suaves, algodón y kapok, y las duras, sisal, yute, kenaf, constituyen los productos textiles. El tabaco, principal producto agrícola de exportación de Zimbabue, y que se cultiva también en Nigeria, Angola, Ghana, Uganda, Kenia, Tanzania y Mozambique, también merece un capítulo aparte. Las plantas tropicales que sirven para la industria de perfumería son pocas; el libro menciona sólo a la yerbaluisa (*Cymbopogon citratus*), a los cítricos, y al geranio, de los que se extraen aceites esenciales, básicos para la perfumería

comercial. Los condimentos abarcan algunos que sólo crecen bien en los altiplanos africanos, como el perejil, orégano y salvia, entre otros, por lo que son mencionados de pasada, y los verdaderamente tropicales, las antiguas especies, como el clavo de olor, del cual depende la economía de Zanzíbar, la canela, la nuez moscada, el jengibre, la cúrcuma, la pimienta a la que se han añadido como contribución americana, la vainilla y los chiles. El último capítulo, de productos vegetales misceláneos, posee una gran diversidad, pues abarca taninos, goma arábiga, palmeras útiles, las calabazas, la lufa, el índigo, el achiote, el cártamo, maderas, papel y venenos para flechas, para pescar, para matar ratas, y hasta para administrar justicia en algunas tribus.

Como los autores son especialistas en química de los productos naturales, abundan las fórmulas estructurales de los principios activos, o de los ciclos de formación de esas sustancias. Esto añade al libro una buena dosis de bioquímica que lo distingue de la mayoría de los textos sobre botánica económica. Por eso, también, los autores han decidido iniciar el libro con un capítulo sobre nutrición humana, que presenta un esquema de los principales nutrimentos amén de las consabidas fórmulas de las vitaminas. Esto se suplementa con las de los aminoácidos esenciales en el capítulo sobre leguminosas, y el de los ciclos energéticos de Embden - Meyerhof - Parnas y de Krebs, así como los ciclos de fotosíntesis de Calvin y de Slack-Hatch, todos ellos en el capítulo de la caña de azúcar. Aunque todas estas fórmulas se encuentran en los textos de bioquímica o en los diccionarios químicos, creemos conveniente para los estudiantes a quienes la obra está dirigida, que encuentren, al lado de las atractivas ilustraciones botánicas y descripciones de la tecnología de los productos industriales, los menos atractivos detalles químicos que no están siempre a la mano del estudiante. Lamentamos nada más que en esta prodigalidad con las fórmulas más conocidas o accesibles, no se haya incluido las de otros productos menos familiares, como las potentes sustancias de frutas africanas, cientos de veces más dulces que la sacarosa y de las cuales se ha incrementado su interés a raíz de la prohibición en muchos países de los edulcorantes sintéticos (Cf. *Turrialba* 24:349).

En resumen, un libro atractivo y ameno, escrito con la claridad necesaria para servir para la formación profesional de los jóvenes.

ADALBERTO GORBITZ  
APARTADO 281  
GUADALUPE, COSTA RICA