

**ALTERACIONES NUTRIMENTALES EN TOMATE  
(*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.) POR EFECTO DE *NACOBBUS ABERRANS***

A. J. Cristóbal,<sup>1</sup> I. Cid del Prado V.,<sup>1</sup> G. S. Sánchez,<sup>2</sup> N. Marbán-Mendoza,<sup>3</sup>  
L. R. H. Manzanilla<sup>4</sup> y G. Mora-Aguilera<sup>1</sup>

Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad, Km 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, México, CP 56230,<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Instituto de Recursos Naturales, Km 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, México, CP 56230,<sup>2</sup> Universidad Autónoma Chapingo, Dpto. de Parasitología Agrícola, Km 38.5 carretera México-Texcoco, México, CP 56230,<sup>3</sup> y IACR, Rothamsted, Harpenden, Hertfordshire, AL52JQ, U.K.<sup>4</sup>

---

**RESUMEN**

Cristóbal, A. J., I. Cid del Prado V., G. P. Sánchez, N. Marbán-Mendoza, L. R. H. Manzanilla y G. Mora-Aguilera. 2001. Alteraciones nutrimentales en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) por efecto de *Nacobbus aberrans*. Nematológica 31:221-228.

Se evaluó el efecto de *Nacobbus aberrans* sobre los niveles de concentración de elementos mayores (N, P, K, Ca y Mg) y menores (B, Cu, Fe, Mn y Zn) en raíces y follaje de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Río Grande. Se encontró una disminución en los contenidos de N, P, K, y Ca en raíces y follaje de plantas infectadas por el nematodo; el nivel de Mg no se afectó en el follaje, pero sí en raíz, con relación a plantas testigo. El contenido de N, P, K, Ca y Mg en raíz y follaje de plantas testigo fue mayor en un 7.2-67.9%, en comparación con raíces y follaje de plantas infectadas por *N. aberrans*. Sin embargo, los niveles de B, Cu, Fe, Mn y Zn no se afectaron en plantas infectadas por el nematodo, en relación al testigo, excepto en el follaje el cual disminuyó su concentración en un 59.9%. Por otra parte, se detectaron desbalances nutrimentales en raíces y follaje, indistintamente si estuvieron o no inoculados con *N. aberrans*; el K fue el elemento de mayor demanda durante los primeros 60 días posteriores a la inoculación (DPI) con el nematodo. Mientras que a los 75 DPI, el Zn fue el elemento mas requerido en follaje de plantas enfermas y el Fe en follaje de plantas testigo.

*Palabras claves:* alteraciones nutrimentales, *Nacobbus aberrans*, tomate.

---

**ABSTRACT**

Cristóbal, A. J., I. Cid del Prado V., G. P. Sánchez, N. Marbán-Mendoza, L. R. H. Manzanilla, and G. Mora-Aguilera. 2001. Nutritional disorders in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) due to infestation by *Nacobbus aberrans*. Nematologica 31:221-228.

The effect of *Nacobbus aberrans* on concentrations of major (N, P, Ca, and Mg) and minor elements (B, Cu, Fe, Mn and Zn) in roots and leaves of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Rio Grande was evaluated. Nitrogen, P, K and Ca decreased in roots and leaves of nematode-infected plants. The Mg level was reduced in leaves, but not in roots. The contents of N, P, K, Ca and Mg in roots and leaves of the control plants was 7.2-67.9% higher compared to roots and leaves of plants infected by *N. aberrans*. Foliar concentrations of B, Cu, Fe, Mn, and Zn were also lower in nematode-infected plants compared to controls. Potassium deficiency was the most significant nutritional imbalance in roots and leaves of nematode-infected plants during the first 60 days after the nematode inoculation (DAI), whereas Zn deficiency in these plants was pronounce at 75 DAI. Iron deficiency was detected in leaves of the control plants.

*Keys words:* *Nacobbus aberrans*, nutritional disorders, tomato.

---

## INTRODUCCIÓN

La nutrición de las plantas juega un papel importante en su predisposición a agentes patógenos, y al progreso de enfermedades. En conjunto, los elementos minerales están involucrados en todos los mecanismos de defensa que se conocen: como componentes integrales de las células, enzimas y substratos, en la transferencia de electrones, o como activadores, inhibidores o reguladores del metabolismo (Huber, 1980).

Los efectos de los nutrimentos en el incremento de la resistencia de las plantas se da de la forma siguiente: optimizan la resistencia inherente de las plantas, facilitan el escape de las plantas a la enfermedad a través de un estímulo en su desarrollo y alteran el ambiente externo al influir en la supervivencia, germinación y penetración de los patógenos (Huber, 1980). Los nematodos inductores de agallas en la raíz, como *Meloidogyne* spp. y *N. aberrans*, ocasionan alteraciones en la anatomía de la raíz del hospedante interfiriendo con la absorción del agua y nutrimentos (Bird, 1974; Moroz and Hussey, 1996). De esta manera, *Meloidogyne javanica* y *M. incognita* disminuyen el potencial de agua y conductancia estomática a CO<sub>2</sub> en plantas de tomate y tabaco (Meon *et al.*, 1978; Wilcox y Loria, 1978), *N. aberrans* reduce hasta en un 31% la tasa fotosintética en plantas de tomate, como consecuencia de los cambios anatómicos en la raíz, los cuales interfieren con el transporte adecuado de agua provocando un déficit, que induce el cierre de estomas y consecuentemente una disminución de CO<sub>2</sub> en la hoja (Bird, 1974).

A la fecha, no se tienen estudios relacionados con la alteración nutrimental de plantas parasitadas por *N. aberrans*, que permitan fundamentar futuras investigaciones con el uso de fertilizantes químicos,

como herramienta para disminuir los daños por el nematodo y que en el caso de otros nematodos han sido ampliamente estudiadas (Wills, 1976; Spegiel *et al.*, 1982; Rodríguez-Kábana, 1986); por tal motivo, el presente trabajo tuvo como objetivo: Determinar la alteración nutrimental de plantas de tomate (*L. esculentum* Mill.) cv. Río Grande, inoculadas con *N. aberrans*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los invernaderos del Instituto de Fitosanidad, del Colegio de Postgraduados (CP) en Montecillo, Estado de México, México.

*Preparación de inóculo y procedencia del nematodo.* El inóculo se obtuvo de plantas de chile (*Capsicum annuum* L.) sembradas en suelo naturalmente infestado con el nematodo procedente del Campo Experimental Montecillo, perteneciente al CP.

Se colectaron de raíces agalladas masas de huevos y se incubaron a  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  hasta obtener juveniles de segundo estadio (J<sub>2</sub>), posteriormente se prepararon soluciones madre y diluciones hasta obtener un J<sub>2</sub> por gramo de suelo, el cual constituyó el nivel de inóculo, que se incorporó en bolsas de polietileno negro de siete kg de capacidad. Estas contenían cinco kg de suelo previamente esterilizado, proveniente de las parcelas del Campo Experimental de Montecillo y cuyas características físico-químicas se indican en los Cuadros 1 y 2.

*Establecimiento y conducción del experimento.* Cada bolsa de plástico de polietileno negro, con los cinco kg de suelo estéril fue inoculada con 5 000 J<sub>2</sub>, previamente homogeneizada para favorecer una distribución uniforme del nematodo; enseguida, se transplantaron dos plántulas de tomate cv. Río Grande de un mes de edad. Se tuvieron 24 bolsas con plántulas inoculadas, el mismo número de plantas se consideró para tener plantas sin inocular y correspon-

Cuadro 1. Resultados del análisis del suelo utilizado en el experimento.

Mtra./prof. (cm)	pH <sup>*</sup>	C.E. <sub>ca</sub> ** (dS m <sup>-1</sup> )	M.O. <sup>1</sup>	C.I.C. <sup>2</sup>
1. 0-30	7.9	0.79	1.3	14.40
2. 30-60	8.1	0.52	1.1	14.90
3. 0-30	8.0	0.41	1.9	15.04
4. 30-60	8.1	0.30	1.9	15.68

\*Los valores de pH son en relación suelo:agua (1:2).

\*\*Los valores de C.E. es son en relación suelo:agua (1:5).

1 = materia orgánica; 2=capacidad de intercambio catiónico.

dió al testigo. Todas las plantas se llevaron a condiciones de invernadero y se distribuyeron en un diseño completamente al azar.

El experimento tuvo una duración de 75 días posteriores a la inoculación (DPI). Quincenalmente se tomaron las plantas de cuatro bolsas, tanto de las inoculadas como las testigo sin nematodo, se metieron a estufa en papel estraza del No. 8 a 40°C, hasta obtener peso constante, posteriormente se molieron para proceder con la determinación de los niveles de elementos minerales mayores (N, P, K, Ca y Mg) y menores (Fe, Mn, B, Zn y Cu) en raíz y follaje. La determinación del N se realizó por el método de microkjeldahl (Bremner, 1965) mientras que el resto de los elementos se estimaron mediante el método de Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Inducción Acoplada a partir de una muestra húmeda triácida (Alcantar y Sandoval, 1999).

*Análisis de resultados.* Con los valores que se estimaron para los distintos elementos nutrimentales en raíz y follaje hasta los 75 DPI, se realizó un análisis de varianza y una comparación múltiple de medias (Tukey  $P = 0.05$ ) con el propósito de estimar la alteración nutrimental hasta esta fecha de evaluación.

*Estimación del Óptimo Porcentual (DOP).* Al igual que el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) (Hartz *et al.*, 1998), la estimación del Óptimo Porcentual (DOP), es un método que estima la concentración de un nutriente respecto de una norma, en una forma porcentual, es decir, cuantifica la cantidad en que un nutriente se desvía de una norma individual, lo que permite un ordenamiento de los nutrientes en función de su condición limitativa (Cadahia *et al.*, 1998).

La norma se obtuvo utilizando la media del nutriente de los análisis realizados

Cuadro 2. Resultados del análisis del suelo utilizado en el experimento.

Mtra./prof. (cm)	N* (ets)	P (ppm)	K Ca Mg Na (me 100g <sup>-1</sup> )	CO <sub>3</sub> HCO <sub>3</sub> Cl SO <sub>4</sub> (me L <sup>-1</sup> )
1. 0-30	0.07	23	3.4	21.2
2. 30-60	0.06	18	2.2	23.0
3. 0-30	0.10	23	3.4	20.8
4. 30-60	0.1	20	2.7	20.8

\*Los valores de nitrógeno se estimaron de la materia orgánica.

en las plantas en estudio y el índice se calculó a través de la función:

$$I_A = [(A - \hat{a}) / \hat{a}] * 100$$

Donde:

$I_A$  = es el índice del nutrimento

A = es la concentración del nutrimento

$\hat{a}$  = es la norma (media del nutrimento)

La determinación de los índices DOP se realizaron para los 30, 45, 60 y 75 DPI. Estas fechas correspondieron a las etapas fenológicas de floración media, plantas maduras, plantas con dos racimos florales y plantas con seis racimos florales, respectivamente (Mills y Benton-Jones, 1996).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Análisis de resultados.* En general, las plantas inoculadas manifestaron los síntomas inducidos por el nematodo, es decir, formación de agallas en raíces, menor número de raíces absorbentes, necrosis de raíces, disminución en el crecimiento de la plantas, clorosis y senescencia precoz (Jatala, 1985).

Asimismo, las plantas infectadas por *N. aberrans* presentaron principalmente reducción en los niveles de elementos mayores, indistintamente de la parte de la planta evaluada. El contenido de nitrógeno disminuyó en 51.6 y 41.5% (Fig. 1), el fósforo en 64.7 y 53.1% (Fig. 2), mientras que los niveles de potasio bajaron en 67.9 y 32.6% (Fig. 3) y el calcio se redujo en 50.6 y 43.1% en raíces y en follaje, respectivamente, en plantas inoculadas con el nematodo (Fig. 4). En cuanto al magnesio, éste disminuyó en 51% y 7.2% en raíces sanas y follaje, respectivamente, en plantas inoculadas con el nematodo en relación con plantas testigo no inoculadas. Sin embargo, en este último caso, no se encontraron diferencias significativas (Fig. 5) ( $P = 0.05$ ).

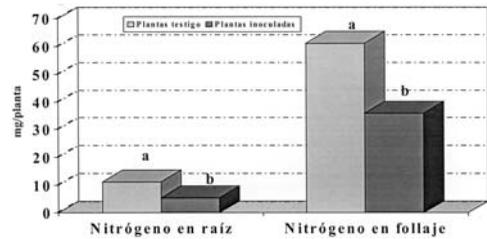


Fig. 1. Contenido de nitrógeno en raíces y follaje de plantas de tomate (*L. esculentum* Mill) cv. Río Grande inoculadas con *N. aberrans* y testigo sin inocular.

Las alteraciones en la anatomía de la raíz inducidas por *N. aberrans* han indicado un déficit de agua hasta del 40% en plantas infectadas por el nematodo lo cual se ha correlacionado con una reducción en la conductancia estomática y con una disminución en la transpiración. Lo cual explica, la disminución en los niveles de nutrimentos en las plantas infectadas por el nematodo, ya que la mayoría de éstos acceden a la raíz por flujo de masas, en el caso de ésta, se determina por el efecto de absorción de agua y éste en última instancia por la transpiración, es decir, el agua que se libera por las hojas entra por las raíces. En este estudio, los daños en la raíz inducidos por *N. aberrans*, restringió el acceso nutrimental de la planta, lo cual se constató con los bajos niveles de nutrimentos en plantas inoculadas en relación con plantas testigo.

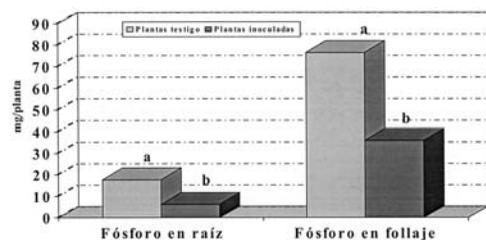


Fig. 2. Contenido de fósforo en raíces y follaje de plantas de tomate (*L. esculentum* Mill) cv. Río Grande inoculadas con *N. aberrans* y testigo sin inocular.

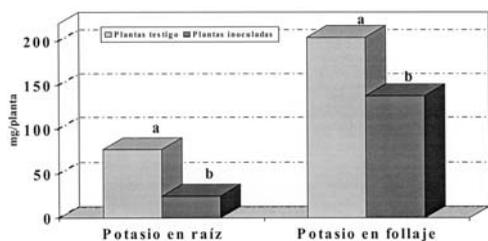


Fig. 3. Contenido de potasio en raíces y follaje de plantas de tomate (*L. esculentum* Mill) cv. Río Grande inoculadas con *N. aberrans* y testigo sin inocular.

Por otra parte, también se observó una tendencia de disminución de los niveles de elementos menores, en plantas inoculadas con *N. aberrans*, en raíces y follaje. Sin embargo, no se detectaron diferencias con relación al testigo ( $P = 0.05$ ), excepto en el contenido de hierro, el cual en el follaje de

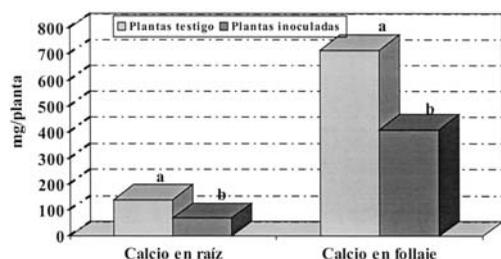


Fig. 4. Contenido de calcio en raíces y follaje de plantas de tomate (*L. esculentum* Mill) cv. Río Grande inoculadas con *N. aberrans* y testigo sin inocular.

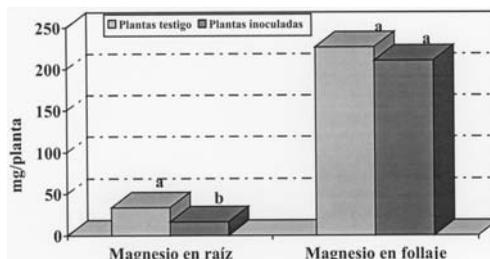


Fig. 5. Contenido de magnesio en raíces y follaje de plantas de tomate (*L. esculentum* Mill) cv. Río Grande inoculadas con *N. aberrans* y testigo sin inocular.

las plantas testigo se detectó 59.9% más de este elemento, que en las plantas infectadas ( $P = 0.05$ ) (Cuadro 3 y 4).

Resultados similares fueron reportados por Seshagiri *et al.* (1981) donde detectaron una reducción en el contenido de fósforo en raíces de *Amaranthus viridins* inoculadas con *M. incognita* y por Sherwood y Hussingh (1970) en el cual los niveles de nitrógeno fósforo y hierro disminuyeron en raíces y hojas de *Oryza sativa* parasitadas por *H. oryzae* y *M. graminicola*. Aunque en el presente estudio el hierro no se redujo en raíces infectadas por el nematodo, en comparación con raíces testigo sin inocular (Cuadro 3 y 4).

La disminución en los niveles de los nutrimentos en plantas de tomate inoculadas con *N. aberrans*, como sucede con otros sistemas; nematodos-planta (Bird, 1962; Dropkin, 1969; Dorhout *et al.*, 1993; Moroz

Cuadro 3. Contenido de elementos menores (mg/planta); en raíces de plantas de tomate (*L. esculentum* Mill.) cv. Río Grande inoculadas con *N. aberrans* y testigo sin inocular.

Tratamientos	mg/planta				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Raíces de plantas testigo	0.2065 a	0.0669 a	2.676 a	0.2704 a	0.2065 a
Raíces de plantas inoculadas	0.0857 a	0.0423 a	3.245 a	0.1417 a	0.0875 a

Nota: Cifras con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey  $P = 0.05$ ).

Cuadro 4. Contenido de elementos menores (mg/planta) en follaje de plantas de tomate (*L. esculentum* Mill.) cv. Río Grande inoculadas con *N. aberrans* y testigo sin inocular.

Tratamientos	mg/planta				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Follaje de plantas testigo	1.1429 a	0.1676 a	7.143 a	1.8319 a	0.2065 a
Follaje de plantas inoculadas	0.6672 a	0.1016 a	3.079 b	1.3379 a	0.0857 a

Nota: Cifras con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey  $P=0.05$ )

y Hussey 1996) se explica en parte, a la alteración que produce el patógeno en la raíz, el cual es capaz de inducir la acumulación de almidones, incrementar compuestos de oxalato de calcio, forman sincitio, hipertrofia e hiperplasia, lo que provoca la ruptura de xilema y floema, alterándose el flujo de sustancias a través del sistema vascular, provocando marchitez por deficiencia en el transporte de agua y nutrimentos, inhibición en el crecimiento apical y en consecuencia achaparramiento de la planta (Castillo y Marbán, 1984; Inserra *et al.*, 1985).

Este trabajo, es el primer reporte en México, donde se estima el efecto de *N. aberrans* sobre la condición nutrimental de plantas de tomate (*L. esculentum* Mill.) cv. Río Grande.

*Estimación del Óptimo Porcentual (DOP).* En general, utilizando este método, existió un desbalance nutrimental en las plantas de tomate, indistintamente si estuvieron o no inoculadas con el nematodo. En follaje, se estimó un requerimiento mayor de potasio a los 30, 45 y 60 días DPI y fue este elemento el que limitó mayormente el crecimiento y acumulación de biomasa en dichos periodos, mientras que a los 75 DPI, los elementos que limitaron el desarrollo de las plantas de tomate fueron; zinc, fierro, calcio y manganeso (Cuadro 5).

Es posible que la demanda de potasio durante los 45 DPI tanto en follaje de plantas inoculadas y follaje de plantas testigo, esté relacionada con las etapas fenológicas en las cuales las plantas demandaron este elemento, ya que de acuerdo con Huber, (1980) y Mills y Benton-Jones (1996) es fundamental durante los procesos de floración fructificación y amarre de fruto, razón por lo cual el potasio se utilizó y al hacerse su determinación éste se encontró en un estado limitativo.

En cuanto al requerimiento de zinc a los 75 DPI en plantas inoculadas, éste está involucrado en la síntesis de auxinas por lo que se encuentra asociado con la elongación celular y el crecimiento de las plantas.

Las deficiencias de zinc se manifiestan con un acortamiento de entrenudos, pérdida de dominancia apical, las hojas reducen su tamaño quedando cloróticas o verdes, arrugadas y en roseta (Chapman, 1981). Estos síntomas se han presentado en plantas atacadas por *Meloidogyne* spp. (Sasser y Carter, 1985) los cuales la deficiencia de este elemento se ha debido a la condición enferma de la raíz, la cual es incapaz de absorberlo y translocarlo hacia el resto de la planta. Este mismo fenómeno puede ser referido para el caso de *N. aberrans*, ya que siendo un patógeno de raíz, altera la fisiología general de la misma y en consecuencia de la planta.

Cuadro 5. Índices DOP, Orden de Requerimiento Nutrimental e Índices de Desbalance Nutrimental en plantas de tomate (*L. esculentum* Mill. ) cv. Río Grande inoculadas con y *N. aberrans* testigo sin inocular.

Época de muestreo <sup>a</sup>	Órgano muestreado <sup>b</sup>	Índices DOP											IDN <sup>c</sup>
		N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Orden de requerimiento	
30 DPI	FI	-27.2	-50.56	-78.29	99.65	169.07	69.93	26.73	168.93	-53.43	428.73	K>Mn>P>N>Cu>B>Ca>Fe>Mg>Zn	1236.87
	FT	-35.4	-53.39	-78.39	97.05	159.53	42.27	3.2	56.56	-35.39	437.33	K>P>N>Mn>Cu>B>Fe>Ca>Mg>Zn	998.41
	RI	28.97	-0.8	10.18	27.72	-14.44	-7.03	-12.27	-1.27	-30.72	15.97	Mn>Ca>Mg>Cu>B>Fe>P>K>Zn>N	109.42
	RT	9.9	-12.0	-0.67	10.87	35.45	51.35	7.61	10.39	-5.95	67.11	P>Mn>K>Cu>N>Fe>Ca>Mg>B>Zn	211.3
45 DPI	FI	-8.587	-44.93	-71.53	-1.0	161.42	42.52	32.81	107.22	-31.63	226.68	K>P>Mn>N>Ca>Cu>B>Fe>Mg>Zn	728.31
	FT	-4.57	-9.61	-59.27	92.91	344.04	-4.78	94.83	243.2	63.73	299.94	K>P>B>N>Mn>Ca>Cu>Fe>Zn>Mg	998.41
	RI	49.53	0	-54.26	-9.69	-3.73	8.06	-33.1	73.61	3.25	-2.29	K>Cu>Ca>Mg>Zn>P>Mn>B>N>Fe	227.83
	RT	9.81	-3.6	7.56	-27.99	0.6	-1.11	-44.24	1.01	-41.2	-6.38	Cu>Mn>Ca>Zn>P>B>Mg>Fe>K>N	143.5
60 DPI	FI	-22.96	-68.82	-87.85	88.87	180.18	-12.15	-73.74	-22.83	-30.13	4.40	K>Cu>P>Mn>N>Fe>B>Zn>Ca>Mg	591.57
	FT	-35.36	-58.58	-83.81	85.28	178.72	9.44	-0.74	-3.12	-28.43	-4.89	K>P>N>Mn>Zn>Fe>Cu>B>Ca>Mg	448.37
	RI	1.86	-20.0	-23.96	4.89	-36.76	37.37	13.81	-40.1	-41.15	-13.61	Mn>Fe>Mg>K>P>Zn>N>Ca>Cu>B	233.61
	RT	6.54	-10.0	-32.56	-16.46	-14.34	41.62	14.68	-24.19	-44.4	6.01	Mn>K>Fe>Ca>Mg>P>Zn>N>Cu>B	207.8
75 DPI	FI	72.44	27.12	344.0	-30.25	-18.7	-21.83	274.87	-28.16	-41.35	-66.27	Zn>Mn>Ca>Fe>B>Mg>N>P>Cu>K	859.99
	FT	77.33	73.75	509.5	-24.57	-38.3	-17.25	-4.69	-65.47	-31.99	-64.94	Fe>Zn>Mg>Mn>Ca>B>Cu>P>N>K	907.8
	RI	33.64	46.8	44.81	18.82	-28.78	-29.82	66.42	-92.82	-7.24	-72.6	Fe>Zn>B>Mg>Mn>Ca>N>K>P>Cu	441.75
	RT	-25.23	-3.6	64.63	-54.67	-63.33	-70.45	-136.12	-69.82	112.61	-60.9	B>Fe>Mg>Zn>Ca>N>P>K>Mn>Cu	661.36

<sup>a</sup>30DPI:30, 45 DPI:45, 60DPI:60 y 75 DPI:75 Días Posteriores a la Inoculación, respectivamente.

<sup>b</sup>FI: Follaje de plantas inoculadas, FT: Follaje de plantas testigo, RI: Raíz de plantas inoculadas y RT: Raíz de plantas testigo.

<sup>c</sup>IDN: Índice de Desbalance Nutrimental.

## LITERATURA CITADA

- ALCANTAR, G. G. y V. M. SANDOVAL. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. A.C. Chapingo, México, pp 1-31.
- BIRD, A. F. 1962. The inducement of giant cells by *Meloidogyne javanica*. *Nematologica*. 8:1-10.
- BIRD, A. F. 1974. Plant response to root-knot nematode. *Annual Review of Phytopathology*. 12:69-85.
- BREMNER, J. M. 1965. Total nitrogen. Pp. 342-462 en C. A. Black ed. *Methods of Soil Analysis*. Part 2: Agronomy 9. American Society of Agronomy Madison, WI, U.S.A.
- CADAHIA, C., M. ABAD, N. CASTILLO y D. LÓPEZ. 1998. Fertirrigación, Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. pp 213-245.
- CASTILLO, G. y M. MARBÁN. 1984. Histopatología y desarrollo de *Nacobbus aberrans* Thorne y Allen, 1944 en raíces de *Capsicum annuum* y *Capsicum baccatum*. *Agrociencia*. 56:85-93.
- CHAMPMAN, H. D. 1981. Diagnosis criteria for plant and soils. Department of Soils and Plant Nutrition. University of California Citrus Research Center and Agricultural Experiment Station. Riverside, California, USA. 793 pp.
- DORHOUT, R., F. GOMMERS, and C. KOLLOFFEL. 1993. Phloem transport of carboxyfluorescein through tomato roots infected with *Meloidogyne incognita*. *Physiology Molecular Plant Pathology*. 43:1-10.
- DROPKIN, H. V. 1969. Cellular responses of plants to nematode infections. *Annual Review of Phytopathology* 7:101-122.
- HARTZ, T. K., E. M. MIYAO, and J. G. VALENCIA. 1998. DRIS evaluation of the nutritional status of processing tomato. *HortScience* 5:830-832.
- HUBER, D. M. 1980. The role of mineral nutrition in defense. Pp. 381-406 en J. G. Horsfall, and E. B. Cowling, eds. *Plant Disease. An Advanced Treatise* Vol. V. Academic Press, New York, NY, U.S.A.
- INSERRA, N.R., G. D. GRIFFIN, and J.L. ANDERSON. 1985. The false root-knot nematode *Nacobbus aberrans*. Utah Agricultural Experimental Station Logan, Utah, Research Bulletin 510. U.S.A. 14 pp.
- MILLS, H. A., and Jr. J. BENTON-JONES. 1996. Plant analysis handbook II. A practical sampling preparation analysis and interpretation guide. Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia, USA: 422 pp.
- MOROZ, W. V., and S. R. HUSSEY. 1996. Nematode pathogenesis and resistance in plants. *Plant cell* 8:1735-1745
- JATALA, P. 1985. El nematodo falso nodulador de la raíz: *Nacobbus aberrans*. Pp. 47-55 en M. N. Marbán y I. J. Thomason, eds. *Fitonematología Avanzada*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- MEON, S., H. R. WALLACE, and J. M. FISHER. 1978. Water relations of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Early Dwarf Red) infected with *Meloidogyne javanica* (Treb) Chitwood. *Physiology. Plant Pathology*. 13:275-281.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. 1986. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. *Journal of Nematology*. 2:129-135.
- SASSER, J. N., and C. C. CARTE. 1985. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol. I. Biology and Control. University Graphics, NC. 112 pp.
- SESHAGIRI, R. Y., A. JAYAPRAKASH, and J. MOHANTY. 1988. Nutritional disorders in rice due to infestation by *Heterodera oryzicola* and *Meloidogyne graminicola*. *Revue Nematology*. 4:375-380.
- SHERWOOD, T. R., and D. HUISINGH. 1970. Calcium nutrition and resistance of alfalfa to *Ditylenchus dipsaci*. *Journal of Nematology*. 4:316-323.
- SPIEGEL, Y., E. COHN, and M. SULAMI. 1982. Influence of potassium and nitrogen fertilization on parasitism by the root-knot nematode. *Journal of Nematology*. 4:530-535.
- WILCOX, L. D. A., and R. LORIA. 1987. Effects of nematode parasitism on plant-water relations. Pp. 260-266 en J. A. Veech, and D. W. Dickson, eds. *Vistas on Nematology*. Society of Nematologists, Hyattsville, MD, U.S.A.
- WILLIS, B. C. 1976. Effects of potassium, fertilization and *Pratylenchus penetrans* on yield and potassium content of red clover and alfalfa. *Journal of Nematology*. 2:116-121.

Received:

12.I.2001

Accepted for publication:

17.X.2001

Recibido:

Aceptado para publicación: