

CONTROL QUÍMICO DE NEMATODOS FITOPARASITOS EN ARROZ, *ORYZA SATIVA*, EN EL ESTADO GUÁRICO, VENEZUELA

A. Medina^{1,2}, R. Crozzoli² y G. Perichi²

¹ Universidad Experimental Rómulo Gallegos, Facultad de Agronomía, San Juan de los Morros, Edo. Guárico, Venezuela (estudiante de doctorado en la Universidad Central de Venezuela)

² Instituto de Zoología Agrícola, Postgrado en Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Apdo. 4579, Maracay, Edo. Aragua, Venezuela

Resumen. Se realizó en campo un ensayo en Calabozo, Edo. Guárico, Venezuela, con la finalidad de controlar poblaciones de *Hirschmanniella* spp., *Meloidogyne salasi* y *Tylenchorhynchus annulatus* en arroz, *Oryza sativa*, variedades Cimarrón, D-Sativa, Fedearroz 50 y Z-15, con el nematocida carbofuran (4 kg i.a./ha) aplicado al momento de la siembra. Mensualmente se midieron las poblaciones de los nematodos así como el peso total, aéreo y radical fresco y seco y el peso de los granos a la cosecha. El tratamiento nematocida controló a las poblaciones de los nematodos y, a la cosecha, se incrementó significativamente el peso de los granos en todas las variedades de arroz.

Palabras clave: Carbofuran, *Hirschmanniella* spp., *Meloidogyne salasi*, *Tylenchorhynchus annulatus*.

Summary. Chemical control of plant parasitic nematodes in rice, *Oryza sativa*, in Guárico State, Venezuela. A field experiment was conducted at Calabozo, Guárico State, Venezuela, to control populations of *Hirschmanniella* spp., *Meloidogyne salasi* and *Tylenchorhynchus annulatus* in rice, *Oryza sativa*, cvs Cimarrón, D-sativa, Fedearroz 50 and Z-15 with application of the nematocide carbofuran (4 kg i.a./ha) at sowing. Nematode populations, and total, aerial and root fresh and dry weights were assessed monthly, and grain weight at harvest. The nematocidal treatment controlled the nematode populations and increased significantly the grain weight of all rice cultivars.

Keywords: Carbofuran, *Hirschmanniella* spp., *Meloidogyne salasi*, *Tylenchorhynchus annulatus*.

Entre los nematodos más importantes del arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela y el mundo se señalan, entre otros, a *Hirschmanniella oryzae* (van Breda de Haan) Luc et Goodey, *H. spinicaudata* (Shuurmans-Stekhoven) Luc et Goodey, *Meloidogyne salasi* López y *Tylenchorhynchus annulatus* (Cassidy) Golden (Yépez y Meredith, 1970; Bridge *et al.*, 2005; Medina, 2008).

Para el control de estas especies, se han implementado medidas tales como inundaciones, rotaciones, solarización del suelo, incorporación de abonos orgánicos y de extractos de plantas, entre otros; sin embargo, cuando algunas medidas son efectivas para una especie no lo son para otra como es el caso de las inundaciones que reducen las poblaciones de *M. salasi* pero mantienen a *Hirschmanniella* spp. o las siembras sin lámina de agua permanente que reducen las poblaciones de *Hirschmanniella* spp. pero se incrementan las de *M. salasi* y *T. annulatus* (Medina, 2008). Asimismo, bajo nuestras condiciones de manejo del arroz, el cual se mantiene prácticamente como monocultivo, donde entre una siembra y otra transcurre menos de un mes e indistintamente se cultiva arroz inundado o no, es difícil encontrar prácticas de manejo que se ajusten al comportamiento de cada nematodo y sean adecuadas para el cultivo, aunado al deficiente control de malezas que son reservorio de estas especies de nematodos (Medina, 2008). Otro método de control es el uso de nematocidas, que en varias

oportunidades ha demostrado su eficacia lográndose incrementos de rendimiento (Lahan *et al.*, 1999; Bridge *et al.*, 2005). En Venezuela no se ha realizado ningún trabajo tendiente a controlar a los nematodos fitoparasitos ni se ha evaluado el impacto que éstos pueden tener en los rendimientos del arroz.

Por lo anterior se realiza esta investigación cuyos objetivos son los de controlar con un nematocida a los nematodos fitoparasitos asociados al cultivo y, a la vez, determinar si su control tiene un efecto beneficioso sobre el rendimiento de cuatro de los principales variedades de arroz que se siembran en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en Hato Corrió, cerca de Calabozo en el municipio Miranda, estado Guárico, en una unidad de producción infestada por una población mixta de *Hirschmanniella oryzae*, *H. spinicaudata*, *H. caudacrena* (de aquí en adelante *Hirschmanniella* spp.), *M. salasi* y *T. annulatus*.

El experimento fue diseñado en bloques al azar, cada bloque estuvo representado por parcelas de 1 m² espaciadas entre sí por 0,5 m (Balasubramanian y Palanisamy, 1983). Se evaluó el comportamiento de las variedades Cimarrón, D-Sativa, Fedearroz 50 y Z-15 frente a

poblaciones naturales de los nematodos antes mencionados, comparando parcelas tratadas con 4 kg i.a./ha de carbofuran (Furadan 10G) y no tratadas. Se utilizó este producto ya que es el más utilizado por los productores y el que se consigue más fácilmente en el mercado local; a veces el único. El producto fue aplicado a la siembra de las semillas pre-germinadas esparciéndolo manualmente sobre la superficie utilizando arena seca con la finalidad de facilitar la aplicación de la dosis adecuada y a la vez enterrar parcialmente al producto. Cada tratamiento fue repetido cuatro veces. El ciclo de cultivo se realizó bajo una lámina permanente de agua, aplicada 30 días después de la siembra y aplicación del producto, la cual fue retirada 20 días antes de la cosecha. El tipo de suelo era arcillo limoso (42,3% de arcilla, 46,6% de limo y 11,1% de arena y pH de 6).

Antes de instalar el ensayo, se realizó un muestreo nematológico general para determinar la población inicial de los nematodos presentes, para lo cual se tomaron 120 submuestras al azar en toda la superficie del ensayo. Luego, cada 30 días hasta la cosecha (120 días) se tomaron muestras compuestas (500 cm³ de suelo + 15-20 g de raíces) en cada repetición de cada tratamiento y se determinaron las poblaciones de los nematodos. Las raíces se comenzaron a procesar 60 días después de la siembra. Las muestras de suelo se procesaron por el método de Cobb modificado y las raíces se maceraron en licuadora; en ambos casos se limpiaron con el filtro de algodón modificado (s'Jacob y van Bezooijen, 1971; Crozzoli y Rivas, 1987).

De igual manera, mensualmente y hasta la cosecha, se evaluó peso total fresco y seco (PTF, PTS), peso aéreo fresco y seco (PAF, PAS), peso radical fresco y seco (PRF, PRS) y peso de los granos a la cosecha en cada variedad. Para tal efecto, se cosechó una macolla al azar en cada repetición de cada tratamiento. Luego, de cada macolla, se seleccionaron al azar 10 plantas y se pesaron. Al final del ensayo cada parcela fue cosechada completamente y se pesaron los granos. Durante el ciclo de cultivo se realizaron las prácticas agronómicas convencionales de fertilización, manejo de plagas y enfermedades según las recomendaciones técnicas establecidas para el cultivo en la zona productora de Calabozo.

A los datos obtenidos se les realizaron análisis de varianza y, al comprobar diferencias significativas entre los tratamientos, dentro de cada variedad, se les aplicó una prueba de mínima diferencia significativa.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al realizar las evaluaciones poblacionales de los nematodos antes de iniciar el ensayo se determinaron poblaciones iniciales medias de 125 ej/100 cm³ de suelo de *T. annulatus*, 69 juveniles de segundo estadio de *M. salasi*/100 cm³ de suelo y 137 ej/100 cm³ de suelo de *Hirschmanniella* spp.

Al medir las poblaciones de nematodos desde la

siembra hasta la cosecha, se pudo comprobar que el nematocida controló a las especies presentes, observándose que en casi todos los casos las poblaciones de los nematodos en las parcelas tratadas con carbofuran fueron menores a las de las parcelas testigo. Con todas las especies de nematodos, a los 30 días, tanto en las parcelas tratadas como en las parcelas no tratadas, las poblaciones en el suelo disminuyeron.

Para el caso de *Hirschmanniella* spp., se observó que en el suelo, durante todo el ensayo, las poblaciones en las parcelas tratadas fueron menores a las de las parcelas no tratadas en todas las variedades, con excepción del último muestreo en la var D-Sativa. Igualmente se aprecia que luego de una disminución en los meses de diciembre y enero, las poblaciones en el suelo se incrementaron alcanzando el máximo al momento de la cosecha. A partir de enero se comenzaron a evaluar las raíces, observándose menores poblaciones en las raíces de las plantas tratadas en todas las variedades. En Z-15 la reducción fue de 84% y en Fedearroz 50 de 50%. En febrero las reducciones poblacionales fueron de 55% en Z-15 y Fedearroz 50 y 60% en Cimarrón y D-Sativa. En las parcelas tratadas se apreció una ulterior disminución de las poblaciones también en el mes de marzo respecto a febrero, con excepción de la var Z-15, para posteriormente aumentar nuevamente en abril (Fig. 1).

En cuanto a *M. salasi*, desde noviembre hasta enero, se observó una disminución de las poblaciones, similar a lo ocurrido con *Hirschmanniella* spp., luego, en todos los casos, comenzaron a aumentar, tanto en el suelo como en las raíces, alcanzando en las plantas no tratadas de la var Cimarrón, al momento de la cosecha, la cantidad de casi 6000 juveniles de segundo estadio/10 g de raíces. Las poblaciones en las parcelas de las variedades tratadas con carbofuran fueron menores a las de las parcelas no tratadas, observándose reducciones poblacionales máximas en las raíces de 71, 80 y 86% en las vars Fedearroz 50, Cimarrón y Z-15, respectivamente. Es importante resaltar que al momento de la cosecha en la var D-Sativa, las poblaciones en las raíces fueron similares tanto en las plantas tratadas como en las no tratadas (Fig. 2).

Con relación a *T. annulatus*, un mes después de la aplicación, en todas las variedades de arroz se observó una disminución de las poblaciones, tanto en las parcelas tratadas con carbofuran como en las no tratadas. Para el mes de enero las poblaciones comenzaron a incrementarse, en mayor proporción en las parcelas no tratadas. Para febrero, 90 días después de la siembra, las diferencias poblacionales fueron máximas. Para las vars Cimarrón, Fedearroz 50 y Z-15 la reducción poblacional fue alrededor de 50%, un poco menos en la var D-Sativa (Fig. 3).

Es importante señalar que *T. annulatus* e *Hirschmanniella* spp. alcanzaron las máximas poblaciones en el suelo y raíces, respectivamente, en febrero-marzo, que son los meses de prefloración-floración y esto influyó negativamente en el rendimiento final, probablemente

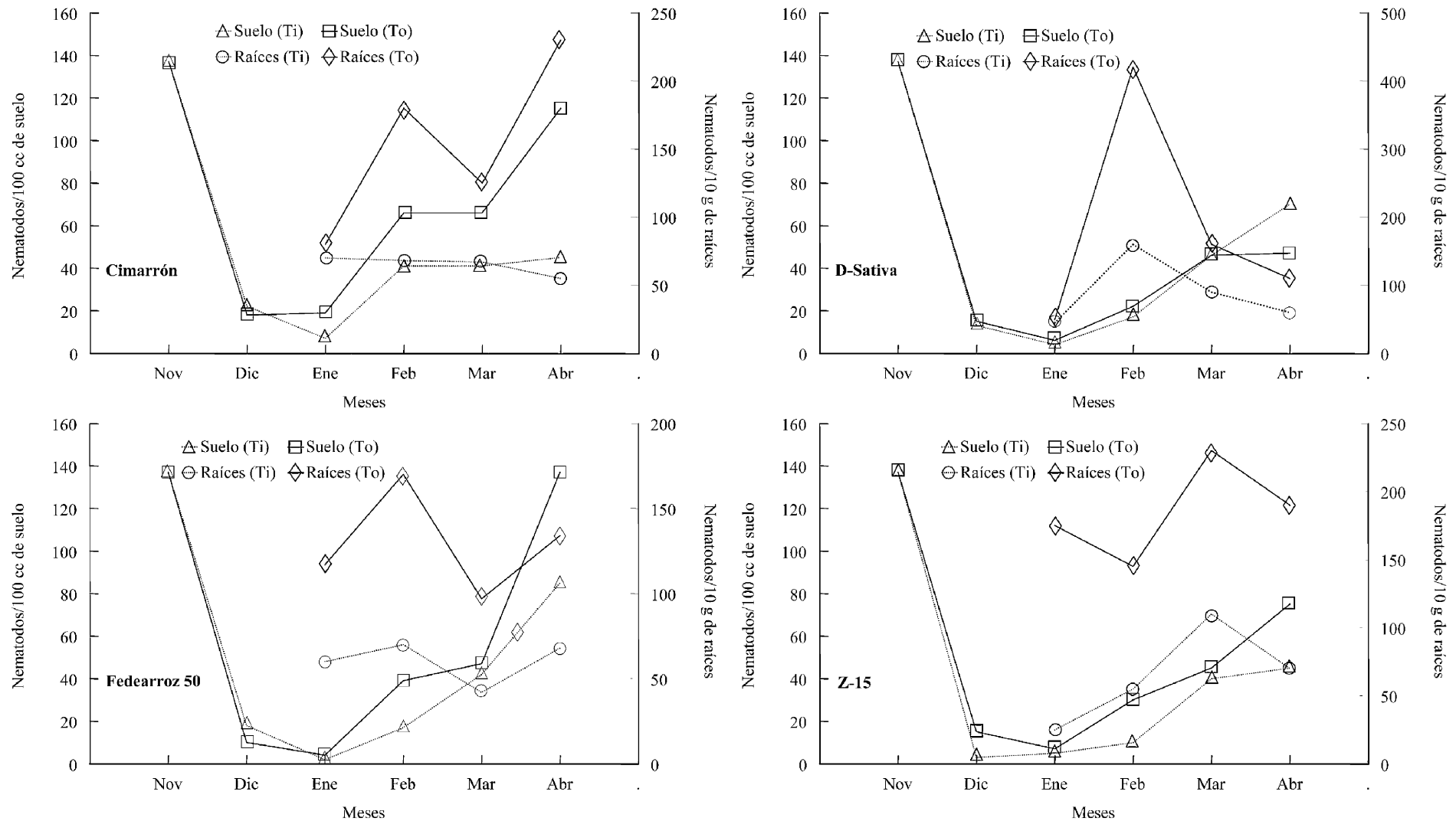


Fig. 1. Fluctuaciones poblacionales de *Hirschmanniella* spp. en parcelas no tratadas (To) y tratadas (Ti) con 4 Kg i.a./ha de carbofuran durante un ciclo de cultivo de las cuatro variedades evaluadas.

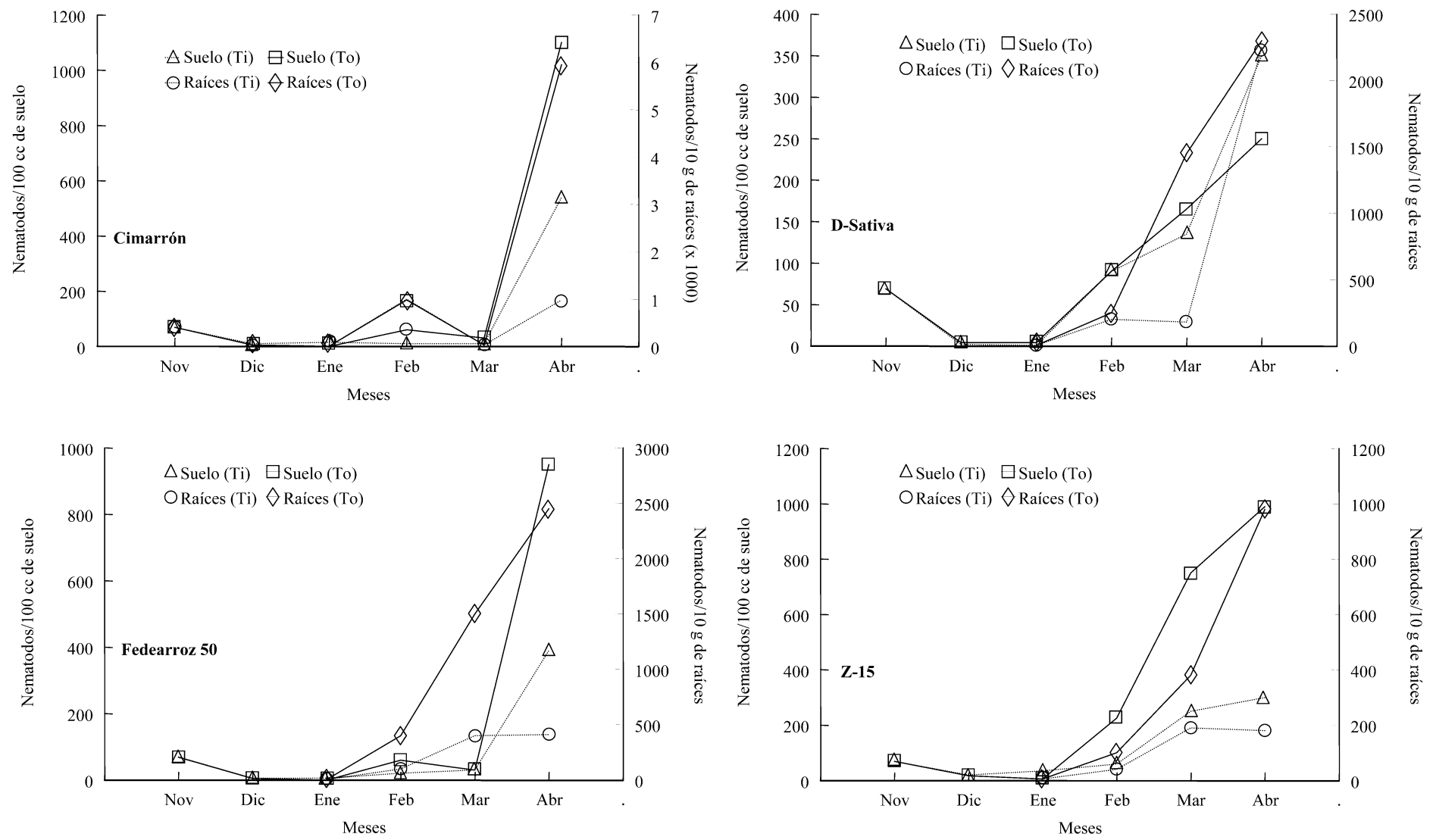


Fig. 2. Fluctuaciones poblacionales de *Meloidogyne salasi* en parcelas no tratadas (To) y tratadas (Ti) con 4 Kg i.a./ha de carbofuran durante un ciclo de cultivo de las cuatro cultivares evaluados.

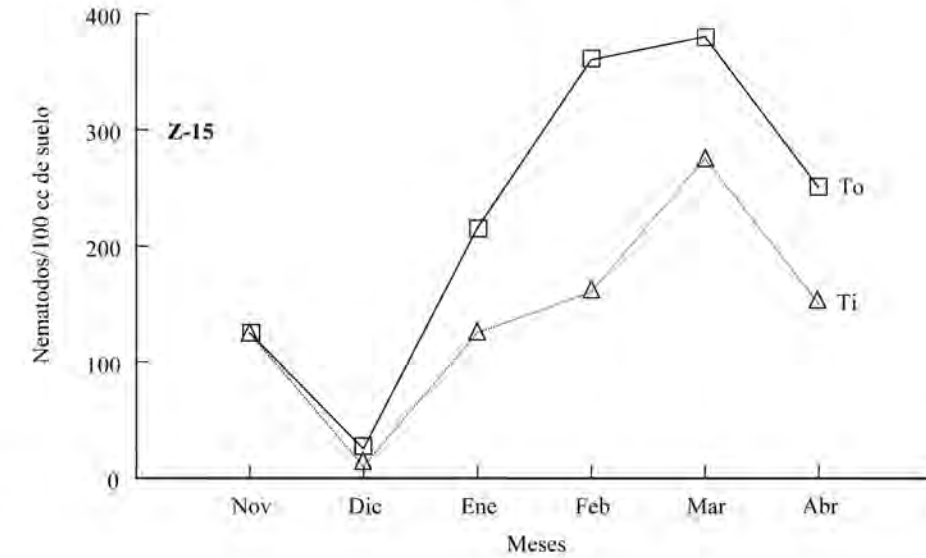
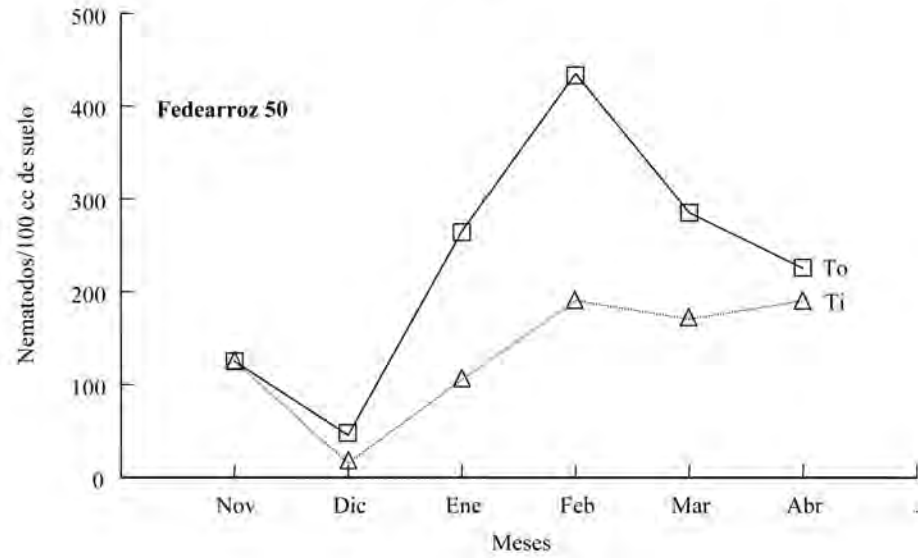
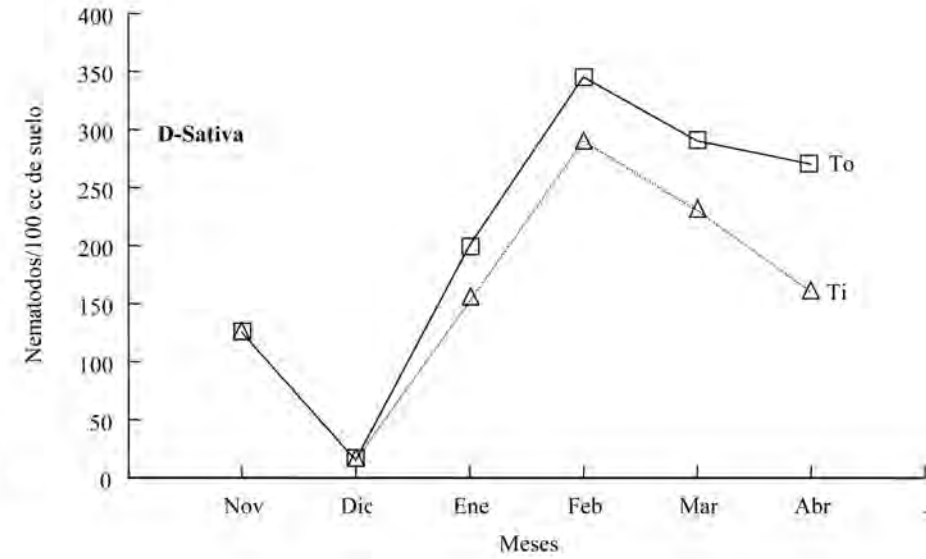
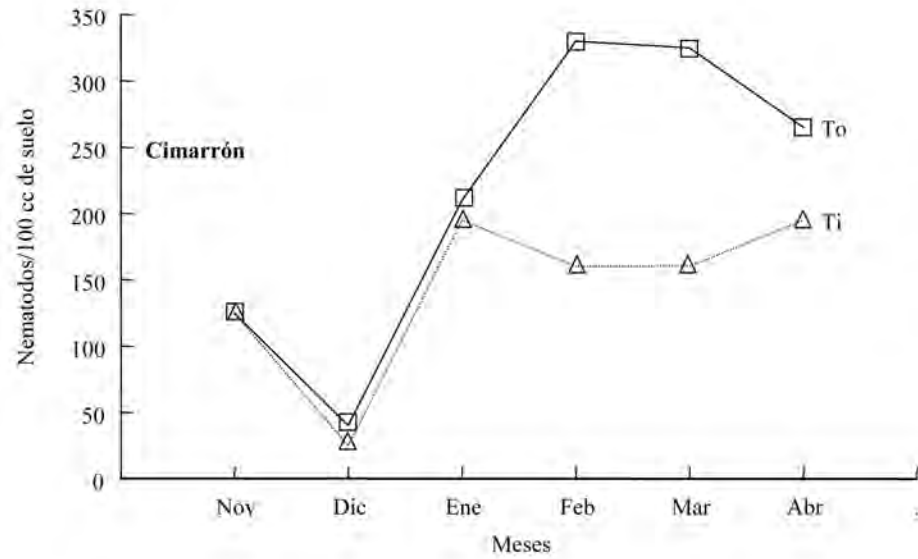


Fig. 3. Fluctuaciones poblacionales de *Tylenchorhynchus annulatus* en parcelas no tratadas (To) y tratadas (Ti) con 4 Kg i.a./ha de carbofuran durante un ciclo de cultivo de las cuatro variedades evaluadas.

Tabla I. Efectos del tratamiento con carbofuran (4 kg i.a./ha), aplicado al momento de la siembra, sobre el peso total fresco (PTF), peso radical fresco (PRF), peso aéreo fresco (PAF), peso radical seco (PRS), peso aéreo seco (PAS), peso total seco (PTS), 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra y peso de los granos/m² (PG) a la cosecha en las cuatro variedades de arroz no tratadas (To) y tratadas (Ti) con carbofuran.

Variable (g)	Variedades							
	Cimarrón		D-Sativa		Fedearroz 50		Z-15	
	To	Ti	To	Ti	To	Ti	To	Ti
30 días								
PTF	14,1	15,9*	10,3	13,5*	13,3	17,8*	15,8	19,7*
PRF	4,1	4,2	3,9	4,5*	4	4,3	3,9	5*
PAF	10	12,7*	6,4	9*	9,3	13,5*	11,9	14,7*
PRS	0,9	1,1*	1,2	1,2	1	1,1	1	1,2*
PAS	2,1	2,1	2	1,8	2,1	2	2,2	2,1
PTS	3	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2
60 días								
PTF	72,6	91*	69	82,3*	74,2	115*	70,3	80*
PRF	17,3	21*	16,9	19,9	20,5	21,6	13,1	18,7*
PAF	55,3	70*	52,1	62,4	53,7	93,5*	57,3	61,4*
PRS	2,9	2,4	2,8	3,2	2,9	3,4	2,7	2,7
PAS	4,4	10,3*	6,4	6,9	7,3	8,6*	4,4	5,9*
PTS	7,3	12,7*	9,2	10,1	10,2	12	7,1	8,6
90 días								
PTF	82,4	96*	79,6	102*	89,9	105*	72	96,7*
PRF	18,8	22,1	22	22,8	19,6	25,1*	17,9	22,3
PAF	63,6	74*	57,6	79*	70,3	79,5*	54,1	74,4*
PRS	3,1	2,9	3,6	3,3	3	5,9*	3,1	3,6
PAS	8,8	11,1*	6,6	12,5*	10,1	11,8	8,3	10,7
PTS	11,7	14	10,2	15,8*	13,1	17,7*	11,4	14,3*
120 días								
PTF	56,6	72*	58,6	81*	54	76,9*	43,4	52*
PRF	16,1	17,8	18,7	21,6	16,5	15,7	12,4	16,6*
PAF	40,5	54,2*	39,6	59,3*	37,5	61,2*	31	34,4*
PRS	3,6	3,9	3,3	5,9*	3,3	4	3	3,1
PAS	8,2	10,4	10,4	12,6*	11,2	14,6*	8,6	9,2
PTS	11,8	14,3	13,7	18,5*	14,5	18,6*	11,6	12,3
PG	473	695*	498	731*	451	750*	364	663*

*Los valores señalados presentan diferencias significativas entre variedades tratadas (Ti) y no tratadas (To), según la Prueba de Mínima Diferencia Significativa ($P < 0,05$).

al formarse menor cantidad de semillas. En el caso de *M. salasi*, las poblaciones se incrementaron consistentemente, hasta alcanzar un máximo al momento de la cosecha, en el mes de marzo, es decir cuando se retiró la lámina de agua, lo cual coincide con Medina (2008) y quizás, bajo estas condiciones el nematodo agallador sea el que menos afecta el rendimiento; sin embargo, son necesarios ulteriores estudios para aseverarlo.

Si se compara el comportamiento poblacional de las

tres especies, se puede observar que tanto en las parcelas tratadas con carbofuran como no tratadas de las cuatro variedades, con excepción de la evaluación 30 días después de la siembra, donde todas las poblaciones se reducen quizás por falta de raíces más que por el efecto de control, se observó un incremento en las poblaciones de todas las especies. Es evidente que pueden coexistir, probablemente debido a los sitios y formas de alimentación que son distintos para cada una. *Tylenchorhynchus*

annulatus actúa ectoparasitariamente, *Hirschmanniella* spp. son especies endoparasitos migratorias que afectan el parénquima cortical y *M. salasi* es endoparasítico sedentario cuyos juveniles se mueven en el tejido aerencimatoso de la región cortical hasta ubicar la zona vascular donde inducen la formación de células gigantes y agallas en la punta de la raíz (Crozzoli, 2002).

La acción de los nematodos *Hirschmanniella* spp., *M. salasi* y *T. annulatus*, afectó negativamente las variables agronómicas medidas en las cuatro variedades de arroz comerciales utilizadas en el ensayo. El PTF de las plantas, así como el PAF, fueron las variables más afectadas; a partir de los 30 días hasta la cosecha, en todas las variedades tratadas con el nematicida, fueron significativamente mayores ($P < 0,05$) respecto a las mismas no tratadas. Igualmente, el peso de los granos al final del ensayo, en todas las variedades, fue significativamente mayor en las plantas tratadas con carbofuran. Las otras variables agronómicas evaluadas, a pesar de que los pesos medidos en las plantas de las variedades no tratadas con carbofuran fueron menores a los de las plantas tratadas con el nematicida, no siempre la diferencia fue estadísticamente significativa (Tabla I).

En la finca donde se realizó el ensayo, la producción, con un rendimiento entre 5000 y 6000 kg/ha, está por encima del promedio nacional que es de 4850 kg/ha. Los rendimientos alcanzados por las vars Fedearroz, D-Sativa, Cimarrón y Z-15, tratadas con carbofuran fueron de 7495, 7317, 6948 y 6625 kg/ha, mientras que en las parcelas no tratadas los rendimientos fueron de 4507, 4979, 4728 y 3637 kg/ha, por lo que las reducciones de rendimiento fueron de 39,9, 32, 32 y 45%, respectivamente. Con excepción de D-Sativa, el rendimiento de las variedades no tratadas estuvo por debajo del rendimiento nacional. Quizás esta variedad sea más tolerantes que el resto; sin embargo, son necesarias ulteriores evaluaciones.

Son varios los trabajos que señalan aumentos de rendimiento o incrementos de las variables agronómicas medidas al controlar especies de nematodos fitoparasitos en arroz. Al tratar plantaciones infestadas por *Hirschmanniella oryzae* o *H. spinicaudata* con carbofuran se logran incrementos significativos de rendimiento (Khan y Shaikat, 2000; Bridge et al., 2005). Jonathan y Velayutham (1987) señalaron incrementos de peso de los granos de arroz al controlar con productos nematicida especies de *Hirschmanniella*. Fademi (1984) con aplicaciones de carbofuran logró reducir las poblaciones de *Hirschmanniella* spp. y *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitw. e incrementar la altura de las plantas a partir de los 14 días después de la aplicación hasta la cosecha. Con relación al control de *M. salasi*, en la única referencia disponible, señalan que al reducir las poblaciones del nematodo aplicando carbofuran, se incrementa la altura y diámetro del tallo; sin embargo, no hacen referencia al rendimiento (Sancho et al., 1987). Hollis (1972) señaló disminuciones poblacionales de *T. annulatus* al aplicar nematicidas.

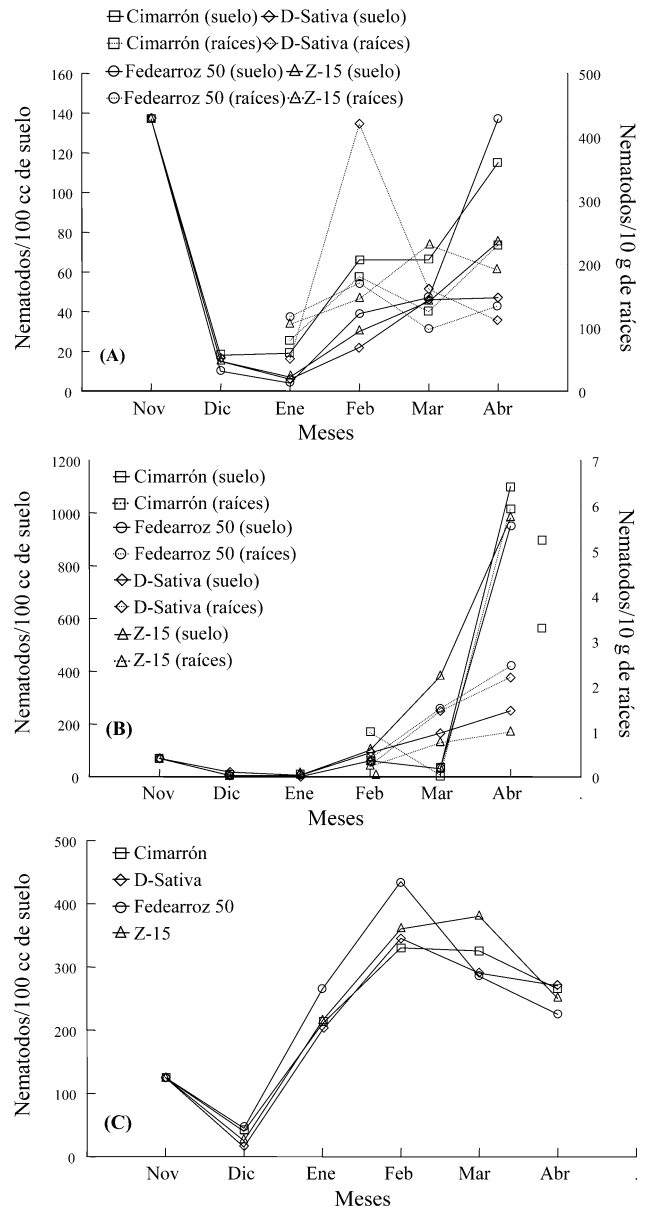


Fig. 4. Fluctuaciones poblacionales de *Hirschmanniella* spp. (A), *Meloidogyne salasi* (B) y *Tylenchorhynchus annulatus* (C) en las parcelas no tratadas con nematicida, desde la siembra hasta la cosecha de las cuatro variedades de arroz evaluadas.

Es difícil inferir acerca de que nematodo reduce más el rendimiento o cual afecta a las variables agronómicas ya que interactúan y probablemente la asociación de los tres sea el causal. En la literatura disponible, no existen referencias ni de interacciones ni de control de estos tres nematodos actuando conjuntamente, por lo que pareciera ser una problemática local. Con este trabajo se pudo comprobar la importancia de los nematodos fitoparasitos en el cultivo así como la efectividad de una medida de control sobre el rendimiento; sin embargo, es necesario realizar pruebas de patogenicidad con estas especies así como pruebas de control bajo otras modalidades de cultivo (sin lámina de agua).

LITERATURA CITADA

- Balasubramanian P. y Palanisamy S., 1983. Evaluation of bare root dip with chemicals for the control of *Hirschmanniella gracilis* on rice. *Indian Journal of Nematology*, 13: 215-217.
- Bridge J., Plowright R.A. y Peng D., 2005. Nematode parasites of rice. Pp. 87-130. *In: Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture – Second Edition* (Luc M., Sikora R.A. and Bridge J., eds). CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Crozzoli R., 2002. Especies de nematodos fitoparasíticos en Venezuela. *Interciencia*, 27: 354-364.
- Crozzoli R. y Rivas D., 1987. Uso de toallas faciales de producción nacional como alternativa al filtro de algodón en la limpieza de muestras nematológicas. *Fitopatología Venezolana*, 1: 32-33.
- Fademi O.A., 1984. Influence of rate and time of carbofuran application to control root-knot nematodes in upland rice. *International Rice Research Newsletter*, 20: 11.
- Hollis J.P., 1972. Competition between rice and weeds in nematode control test. *Phytopathology*, 62: 764.
- s'Jacob J. y Van Bezooijen J., 1971. *A manual for practical work in nematology*. Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 65 pp.
- Jonathan E.I. y Velayutham B., 1987. Evaluation of yield loss due to rice root nematodes *Hirschmanniella oryzae*. *International Nematology Network Newsletter*, 4: 8-9.
- Khan A. y Shaikat S., 2000. Effect of single and simultaneous inoculation of *Hirschmanniella oryzae* and *Tylenchorhynchus annulatus* to rice seedlings under laboratory conditions. *Sarhad Journal of Agriculture*, 16: 197-200.
- Lahan K.K., Sinha A.K. y Das P., 1999. Evaluation of chemicals as bare root dip against rice root nematode *Hirschmanniella oryzae*. *Indian Journal of Nematology*, 29: 8-12.
- Medina A., 2008. Contribución al estudio de los nematodos fitoparasíticos asociados con el cultivo del arroz en Venezuela. Tesis doctoral, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela, 141 pp.
- Sancho C.L., Salazar L. y López R., 1987. Efectos de la densidad inicial del inóculo sobre la patogenicidad de *Meloidogyne salasi* en tres cultivares de arroz. *Agronomía Costarricense*, 11: 233-238.
- Yépez G.T. y Meredith J., 1970. Nematodos fitoparásitos en cultivos de Venezuela. *Revista de la Facultad Agronomía (Maracay)*, 5: 33-80.