

NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS A LOS ARROZALES EN VENEZUELA

A. Medina^{1,2}, R. Crozzoli¹ y G. Perichi¹

¹ Instituto de Zoología Agrícola, Postgrado en Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Apdo. 4579, Maracay, Edo. Aragua, Venezuela

² Universidad Experimental Rómulo Gallegos, Facultad de Agronomía, San Juan de los Morros, Edo. Guárico, Venezuela (estudiante de doctorado en la Universidad Central de Venezuela)

Resumen. Se realizó un muestreo para estudios nematológicos en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) y en las malezas asociadas en los estados Guárico, Cojedes y Portuguesa. Se identificaron nueve especies de nematodos fitoparásitos asociadas a la rizosfera del cultivo y de las malezas, principalmente Poaceae y Cyperaceae. Las especies de nematodos identificadas fueron: *Helicotylenchus concavus*, *Helicotylenchus pseudorobustus*, *Hirschmanniella caudacrena*, *H. oryzae*, *H. spinicaudata*, *Meloidogyne salasi*, *Mesocriconema onoense*, *Pratylenchus zae* y *Tylenchorhynchus annulatus*. Los nematodos más frecuentemente detectados fueron *Hirschmanniella* spp., *M. salasi* y *T. annulatus*. *Meloidogyne salasi* es señalado por primera vez en Venezuela así como *Helicotylenchus concavus* y *H. pseudorobustus* son reportados por primera vez en arroz en el país. Se observaron lesiones y agallas en las raíces de arroz cuando estaban presentes *P. zae* e *Hirschmanniella* spp., y *M. salasi*, respectivamente. En muestras de raíces de las malezas *Oryza sativa* (arroz negro), *Echinochloa colonum*, *E. polystachya*, *Cyperus* sp., *Luziola subintegrata* e *Ischaemum rugosum*, se encontraron todos los estadios de desarrollo de *Hirschmanniella* spp., en cambio, se encontraron hembras de *M. salasi* con masas de huevos solamente en arroz negro y en *Cyperus* sp. *Tylenchorhynchus annulatus* se encontró en la rizósfera de todas las malezas identificadas mientras que *Helicotylenchus* spp. y *M. onoense* en la mayoría de las Poaceae.

Palabras clave. *Hirschmanniella* spp., malezas, *Meloidogyne salasi*, *Oryza sativa*, *Tylenchorhynchus annulatus*.

Summary. *Plant-parasitic nematodes associated with rice fields in Venezuela.* A nematological survey of rice (*Oryza sativa* L.) and weeds commonly growing in rice fields was conducted in Guarico, Cojedes and Portuguesa states. Nine species of plant-parasitic nematodes were found associated with rice fields and weeds. They were: *Helicotylenchus concavus*, *H. pseudorobustus*, *Hirschmanniella oryzae*, *H. spinicaudata*, *H. caudacrena*, *Meloidogyne salasi*, *Mesocriconema onoense*, *Pratylenchus zae* and *Tylenchorhynchus annulatus*. The most important and frequently detected species were *Hirschmanniella* spp., *M. salasi* and *T. annulatus*. *Meloidogyne salasi* is recorded for the first time in Venezuela, and *H. concavus* and *H. pseudorobustus* are recorded for the first time on rice in Venezuela. Root lesions and galls were commonly observed on rice roots infected with *P. zae* and *Hirschmanniella* spp. and *M. salasi*, respectively. In the roots of several weed species, such as *Oryza sativa* (black rice), *Echinochloa colonum*, *E. polystachya*, *Cyperus* sp., *Luziola subintegrata* and *Ischaemum rugosum*, all developmental stages of *Hirschmanniella* spp. were found, while females and egg masses of *M. salasi* were only detected on black rice and *Cyperus* sp. *Tylenchorhynchus annulatus* was detected in the rhizosphere of all weed species, whereas *Helicotylenchus* spp. and *M. onoense* were encountered mainly in the rhizosphere of Poaceae.

Keywords: *Hirschmanniella* spp., *Meloidogyne salasi*, *Oryza sativa*, *Tylenchorhynchus annulatus*, weeds.

En Venezuela, el arroz (*Oryza sativa* L.) ocupa el segundo lugar entre los cereales de mayor importancia económica después del maíz. Anualmente se producen 794.200 ton, cosechadas en 177.430 ha distribuidas en los estados Guárico, Portuguesa, Cojedes, Barinas y Apure, situación que no ha variado en el último decenio; siendo los dos primeros estados los que aportan el 85% de la producción nacional (Ministerio de Producción y Comercio, 2006).

Mundialmente existen muchos factores bióticos y abióticos que limitan este cultivo, siendo los nematodos fitoparásitos un grupo de agentes fitopatógenos con un papel importante. Son muchas las especies de nematodos asociadas al cultivo del arroz y capaces de reducir el rendimiento. Sin embargo, las de mayor significación económica a nivel mundial son *Aphelenchoides besseyi* Christie, *Ditylenchus angustus* (Butler) Filipjev, *Hetero-*

dera spp., *Hirschmanniella* spp., *Hoplolaimus indicus* Sher, *Meloidogyne* spp., *Paralongidorus australis* Stirling et McCulloch, *Pratylenchus* spp., y *Xiphinema ifacolum* Luc (Bridge et al., 2005).

En Venezuela, la información nematológica relacionada con este cultivo es bastante limitada y, en la mayoría de los casos, los nematodos han sido identificados sólo a nivel de género. Dao (1962) identificó al género *Hirschmanniella* en raíces de arroz y Torrealba (1969) señaló a los géneros *Hirschmanniella*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus* y *Tylenchus*. Yépez y Meredith (1970), indicaron la presencia de *Aphelenchoides* sp., *Ditylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Tylenchus* sp. y a la especie *Hirschmanniella oryzae* (van Breda de Haan) Luc et Goodey en Calabozo (Edo. Guárico); *Ditylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp.,

Tylenchorhynchus sp., *Tylenchus* sp. y a las especies *Helicotylenchus erythrinae* (Zimmermann) Golden, *Hirschmanniella oryzae*, e *H. spinicaudata* (Shuurmans-Stekhoven) Luc et Goodey en Acarigua, Araure y Turén (estado Portuguesa); *Helicotylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp. y *H. oryzae* en Tinaco (estado Cojedes); mientras que *Aphelenchoides* sp. y *H. spinicaudata* fueron reportados en Guacara (estado Carabobo). Sin embargo, solamente Dao (1962) señaló daños evidentes en raíces atacadas por *Hirschmanniella* sp.

Igualmente, muchas malezas presentes en los arrozales, principalmente poáceas y ciperáceas, son huéspedes de las especies de nematodos que comúnmente atacan al cultivo del arroz, algunas de ellas, incluso, pueden mantener elevadas poblaciones de los nematodos en ausencia del cultivo (MacGowan y Langdon, 1989; Gao y Zhou, 1999; Pedramfar *et al.*, 2001; Sharma *et al.*, 2001). Estas malezas, junto a la soca del arroz (restos de plantas que quedan después de la cosecha), representan una fuente potencial de inóculo permanente, lo que trae como consecuencia que no se rompa el ciclo del nematodo y siempre se encuentre en la unidad de producción lo cual dificulta su control debido a la presencia constante de fuentes alternativas de alimentación.

Por todo ello, los objetivos de esta investigación son: (i) identificar las especies de nematodos fitoparásitos asociadas al cultivo del arroz en los principales estados productores de Venezuela; (ii) determinar sus poblaciones en suelo y/o raíces y su distribución geográfica; y (iii) identificar las malezas, que infestan los arrozales, y son huéspedes alternativos de estos nematodos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron un total de 1010 muestras de suelo y raíces de arroz, cada una compuesta por cinco sub muestras (2,5 Kg de suelo y 20-25 g de raíces) recolectadas en los extremos y centro de la superficie a muestrear (Aprox. 1 ha) en los estados Cojedes (200), Guárico (380) y Portuguesa (430). Adicionalmente se tomaron un total de 411 muestras de suelo y raíces en la rizosfera de las principales malezas presentes en los arrozales de los estados Guárico (147), Cojedes (112) y Portuguesa (152) (Tabla I). Las muestras provenientes de malezas fueron colectadas en los bordes de las siembras, en los camellones o en el periodo de descanso del terreno, con la finalidad de no confundir las raíces de las malezas con las del cultivo.

Las muestras recolectadas fueron procesadas utilizando el método de Cobb modificado y limpiadas con el filtro de algodón (s' Jacob y Van Bezooijen, 1971) modificado por Crozzoli y Rivas (1987). Los nematodos móviles, presentes en las raíces, fueron extraídos maceando 10 g de las mismas en licuadora durante 30 s a velocidad baja. La suspensión obtenida se pasó a través de los tamices de 150 y 44 μm , con la finalidad de eliminar restos vegetales grandes con el primero y retener los nematodos en el segundo. La suspensión obtenida de este último tamiz se colocó en platos de Oostenbrink. Transcurridas 24 h se procedió al recuento e identificación de géneros con la ayuda de un microscopio estereoscópico. Posteriormente, los nematodos obtenidos fueron fijados en formol (5%) caliente (80 °C) y almacenados durante una semana en un envase de vidrio cerrado herméticamente. Transcurrido ese periodo se montaron en porta-

Tabla I. Principales malezas detectadas en los arrozales en los estados Guárico, Cojedes y Portuguesa y número de muestras compuestas (suelo + raíces) tomadas.

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Número de muestras
Corocillo	<i>Cyperus</i> sp.	Cyperaceae	35
Pelo indio	<i>Fimbristylis littoralis</i>	"	4
Paja americana	<i>Echinochloa colonum</i>	Poaceae	108
Arrocillo	<i>Luziola subintegrata</i>	"	49
Paja rolito	<i>Rottboelia exaltata</i>	"	28
Pasto Johnson	<i>Sorghum halepense</i>	"	14
Falso Johnson	<i>Sorghum arundinaceum</i>	"	24
Pasto alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>	"	24
Pasto bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	"	6
Paja rugosa	<i>Ischaemum rugosum</i>	"	30
Arroz negro	<i>Oryza sativa</i> (silvestre)	"	31
Clavito de pozo	<i>Ludwigia</i> sp.	Oenotheraceae	15
Tamarindito	<i>Aeschynomene</i> sp.	Leguminosae	11
Bora	<i>Heteranthera reniformis</i>	Pontederiaceae	8
Arbolito de navidad	<i>Ammannia latifolia</i>	Lythraceae	14
Clavo de pozo	<i>Eclipta alba</i>	Compositae	10

objetos permanentes siguiendo el método rápido de Seinhorst (1962) para la identificación de las especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nematodos asociados al cultivo del arroz. Al realizar el muestreo sistemático en las diferentes zonas productoras de los estados Cojedes, Guárico y Portuguesa, se observó que los nematodos estaban distribuidos sin distinción en las diferentes variedades de arroz cultivadas y sin mostrar preferencia por alguna en particular, por lo que los resultados se presentan sin discriminar.

Se identificaron un total de diez especies de nematodos fitoparásitos (Tabla II). Las principales y asociadas a la rizosfera del cultivo en las variedades Fedearroz 50 y Aprozello en el estado Cojedes fueron: *Hirschmanniella* spp., *Tylenchorbynchus annulatus* (Cassidy) Golden, *Meloidogyne salasi* López, *Mesocriconema onoense* (Luc) Loof et De Grisse, *Helicotylenchus concavus* Román y *Pratylenchus zae* Graham, que se detectaron en 53, 92, 21, 27, 12 y 2% de las muestras de suelo, y 73, 51, 33, 9, 10 y 11 %, de las muestras de raíces, respectivamente.

En el estado Guárico, en las variedades Fedearroz 50 y Cimarrón, se identificaron *Hirschmanniella* spp., *T. annulatus*, *M. salasi*, *M. onoense*, *Helicotylenchus pseudorobustus* (Steiner) Golden y *P. zae*, detectadas en 54, 75, 25, 17, 13 y 2% de las muestras de suelo, y 34, 92, 29, 5, 9 y 5%, de las muestras de raíces, respectivamente. En el estado Portuguesa, en las variedades Fedearroz 2000, Fonaiaop I, Fonaiaop 2000 y Fedearroz 50, se identificaron *Hirschmanniella* spp., *T. annulatus*, *M. salasi*, *M. onoense*, *H. concavus* y *P. zae* detectadas en 41, 74, 49, 24, 10 y 3 % de las muestras de suelo, y 60, 15, 62, 4, 5 y 4 %, de las muestras de raíces, respectivamente.

Las tres especies de *Hirschmanniella* detectadas (*H. caudacrena*, *H. oryzae* y *H. spinicaudata*) son las más abundantes en el cultivo y siempre se detectaron en poblaciones mixtas; sus porcentajes de ocurrencia evidencian que estos nematodos son muy comunes en los arrozales de Cojedes, Guárico y Portuguesa, con una incidencia de entre 60% (Portuguesa) y 92% (Guárico) en las muestras de raíces. Las mayores poblaciones promedio de estos nematodos en las raíces se alcanzaron en el estado Portuguesa con 120 nematodos/10 g de raíces. Sin embargo, las poblaciones máximas pasaron los 600

Tabla II. Nematodos fitoparásitos asociados con el cultivo del arroz en los estados Cojedes, Guárico y Portuguesa. Poblaciones mínimas (Min), máximas (Max) y promedio (Prom) en 100 cm³ de suelo y 10 g de raíces, y porcentajes de ocurrencia (%).

Nematodo	Suelo				Raíces			
	Min	Max	Prom	%	Min	Max	Prom	%
Estado Cojedes								
<i>Hirshmanniella</i> spp.*	1	32	6	53	1	414	46	73
<i>Tylenchorbynchus annulatus</i>	1	1116	110	92	1	118	7	51
<i>Meloidogyne salasi</i> **	1	144	23	21	1	1040	86	33
<i>Mesocriconema onoense</i>	1	386	68	27	1	111	8	9
<i>Helicotylenchus concavus</i>	1	60	7	12	1	81	7	10
<i>Pratylenchus zae</i>	2	4	3	2	1	250	20	11
Estado Guárico								
<i>Hirshmanniella</i> spp.*	1	500	19	54	1	669	81	92
<i>T. annulatus</i>	1	6060	146	75	1	200	20	34
<i>M. salasi</i> **	4	2300	235	25	4	8760	802	29
<i>M. onoense</i>	1	410	54	17	1	20	17	5
<i>Helicotylenchus pseudorobustus</i>	1	680	31	13	2	142	4	9
<i>P. zae</i>	2	11	5	2	1	16	7	5
Estado Portuguesa								
<i>Hirshmanniella</i> spp.*	1	119	23	41	1	616	120	60
<i>T. annulatus</i>	1	2482	107	74	1	32	9	15
<i>M. salasi</i> **	1	20400	225	49	7	26480	786	62
<i>M. onoense</i>	1	483	11	24	1	12	5	4
<i>H. concavus</i>	1	94	12	10	1	96	18	5
<i>P. zae</i>	1	36	5	3	2	96	23	4

**Hirshmanniella oryzae*, *H. spinicaudata* e *H. crenacauda*.

**Juveniles de segundo estadio

Tabla III. Poblaciones mínimas (Min), máximas (Max) y promedio (Prom) de *Hirshmanniella* spp., *Meloidogyne salasi* y *Tylenchorhynchus annulatus* en 100 cm³ de suelo y 10 g de raíces provenientes de la rizosfera de las malezas presentes en los arrozales de los estados Guárico, Cojedes y Portuguesa.

Maleza	Estado Guárico						Estado Cojedes						Estado Portuguesa					
	Suelo			Raíces			Suelo			Raíces			Suelo			Raíces		
	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom
	<i>Hirshmanniella</i> spp.																	
<i>Cyperus</i> sp.	3	210	107	12	148	80	1	3	2	21	99	30	1	41	10	28	1695	420
<i>Echinochloa colonum</i>	13	16	14	22	114	33	2	31	6	6	104	31	2	1280	151	3	3045	337
<i>Echinochloa polystachya</i>	1	390	65	9	65	40	3	5	4	13	62	18						
<i>Luziola subintegrata</i>	1	20	7	1	20	5	4	92	36	3	85	14	4	41	14	3	128	31
<i>Rottboelia exaltata</i>	2	14	7	3	20	6	7	43	14				3	78	30	2	6	4
<i>Sorghum halepense</i>	2	210	23	25	30	27												
<i>Sorghum arundinaceum</i>	2	32	19	12	32	16												
<i>Ischaemum rugosum</i>							27	108	41				3	108	47	3	266	58
<i>Oryza sativa</i> (arroz negro)	9	26	15	2	238	56							3	110	36			
<i>Ludwigia</i> sp.	1	19	4															
<i>Heteranthera reniformis</i>							2	2	2				2	110	47			
<i>Ammannia latifolia</i>	6	20	13										4	6	5			
	<i>Meloidogyne salasi</i>																	
<i>Cyperus</i> sp.	1	127	12				3	125	33	56	417	144	5		9	112	480	261
<i>E. colonum</i>	3	207	26	1	7	4							4	50	5	1	1	1
<i>E. polystachya</i>	1	35	25	1	9	6	12	12	12	6	41	20						
<i>L. subintegrata</i>				5	5	5							12	12	12			
<i>R. exaltata</i>	1	45	11	2	4	3	5	80	20									
<i>S. halepense</i>	1	100	48	1	3	2												
<i>S. arundinaceum</i>	2	95	27	1	3	2												
<i>I. rugosum</i>	1	380	25	1	120	30	6	11	8									
<i>O. sativa</i> (arroz negro)	15	2300	331	152	8760	1273							11	1650	307	1	5200	1048
<i>Ludwigia</i> sp.	1	108	27										35	35				
<i>H. reniformis</i>													21	179	67			
<i>A. latifolia</i>													35	35	35			
	<i>Tylenchorhynchus annulatus</i>																	
<i>Cyperus</i> sp.	5	1160	592				6	265	24				2	735	62			
<i>E. colonum</i>	3	140	50				2	350	59				1	435	101			
<i>E. polystachya</i>	17	285	255				2	285	51									
<i>L. subintegrata</i>	1	168	56				42	311	118				3	26	15			
<i>R. exaltata</i>	22	315	110				6	1116	302				9	753	164			
<i>S. halepense</i>	6	560	165															
<i>S. arundinaceum</i>	6	440	82															
<i>I. rugosum</i>							7	218	47				1	97	34			
<i>O. sativa</i> (arroz negro)	3	980	151										1	233	52			
<i>Ludwigia</i> sp.	1	892	230															
<i>H. reniformis</i>							12	12	12				4	22	13			
<i>A. latifolia</i>	32	80	56										1	4	3			

nematodos/10 g de raíces. Las plantas infestadas por *Hirschmanniella* spp. mostraban raíces cortas con lesiones necróticas superficiales y reducción de crecimiento de la parte aérea, probablemente, estos nematodos están afectando notablemente el rendimiento del cultivo. Las especies del género *Hirschmanniella* atacan a las raíces y son de hábito endoparasítico migratorio, causan cavidades e inducen la formación de zonas necróticas entre el parénquima cortical. Penetran las raíces en zonas cercanas al ápice y, una vez dentro, migran intracelularmente en ambas direcciones, encontrándose a lo largo de todas las raíces. Aunque los daños causados por el nematodo *Hirschmanniella* spp. no han sido del todo cuantificados, se ha señalado que estas especies pueden ocasionar una disminución del rendimiento $\geq 25\%$ (Ichinohe, 1988). *Hirschmanniella oryzae* reduce significativamente el crecimiento y rendimiento del grano de arroz; asimismo, existe una correlación inversamente proporcional entre el peso de las raíces de las plántulas y el número de nematodos (Khan y Shaukat, 2000). El hecho que las poblaciones de estos nematodos en los arrozales sean mixtas, hace muy difícil, determinar en campo en qué proporción incide cada una de ellas en la reducción del rendimiento. Es evidente que en Venezuela estamos en presencia de un complejo de especies del género *Hirschmanniella* que afectan al cultivo del arroz y no a una u otra especie en particular. En ocasiones, además de las especies de *Hirschmanniella* en una misma parcela comercial se pueden encontrar *P. zae*, *T. annulatus* y *M. salasi* lo cual hace prácticamente imposible inferir acerca del daño que cada especie es capaz de ocasionar.

El género *Meloidogyne* había sido citado en arroz en Venezuela por Yépez y Meredith (1970). Posteriormente, Greco *et al.* (2000), demostraron la patogenicidad de *M. incognita* en arroz, resaltando que esta especie no causa severos daños bajo condiciones de alta humedad, y que los daños pueden ocurrir cuando las poblaciones iniciales son muy elevadas (entre 6,6 y 8 juveniles de segundo estadio + huevos/cm³ de suelo para el peso fresco de la parte aérea), condición ésta que no es común en los campos cultivados de arroz en Venezuela (Crozzoli, 2007 datos no publicados). En cambio, *M. salasi* se ha diagnosticado por primera vez en el país. Este nematodo fue detectado en los tres estados muestreados y, en el estado Portuguesa, es el más común en las raíces; igualmente, en este estado, alcanzó las mayores poblaciones, 26.480 juveniles de segundo estadio + huevos/10 g de raíces. En las plantas infectadas se observaron agallas en los ápices radicales jóvenes y enrollamiento de las mismas. Las mayores poblaciones se detectaron al retirar el agua al cultivo; ocurriendo esto en la cercanía de la cosecha, cuando existe menor humedad en el suelo, al igual que *M. incognita*. Las elevadas poblaciones de *M. salasi* encontradas, pudieran estar ocasionando daños principalmente en los períodos de menor humedad del cultivo o en siembras de secano, lo que pudiera causar una disminución de los rendimientos. En las etapas de mayor humedad del cultivo, entre los 30 y 90 días después de la

siembra, las poblaciones detectadas fueron más bajas, lo que coincide con lo que ocurre con *Meloidogyne graminicola* (Soriano *et al.*, 2000). Además de Venezuela, esta especie ha sido señalada solamente en Costa Rica y Panamá donde su patogenicidad en el cultivo del arroz ha sido demostrada (López, 1984; López *et al.*, 1987). En Panamá su incidencia fue estimada en más del 60% de las siembras de arroz, y las pérdidas se cifran entre 5 y 20% (Pinochet, 1985). Sancho *et al.* (1987) señalaron que poblaciones mayores a 999 huevos/100 cm³ de suelo causan una disminución del crecimiento, tanto de la parte aérea como de la raíz, lo que conlleva a una reducción considerable del rendimiento. En muchas unidades de producción de los estados Guárico, Cojedes y Portuguesa pudieran estar causando notables reducciones de rendimiento ya que, en varias de estas, la población de *M. salasi* sobrepasa los 1000 huevos/100 cm³ de suelo. Por tanto, es imprescindible realizar investigaciones para determinar la reducción del rendimiento que esta especie pudiera causar al arroz. *Meloidogyne salasi* se detectó frecuentemente en infecciones mixtas con *Hirschmanniella* spp. y *Tylenchorhynchus annulatus*.

Otro nematodo identificado fue *T. annulatus*, muy común en suelos tropicales y subtropicales de todo el mundo. Además de arroz, es considerado patogénico en caña de azúcar (Haidar *et al.*, 1996; Khan y Shaukat, 2000). Es la especie más común en los arrozales de los estados muestreados. Dada su característica ectoparasítica fue detectado principalmente en el suelo, alcanzando poblaciones muy elevadas (6060 nematodos/100 cm³ suelo) en el estado Guárico, mostrando, las plantas afectadas, una severa clorosis.

Se identificaron dos especies de *Helicotylenchus*: *H. concavus* y *H. pseudorobustus*, ambas señaladas por primera vez en arroz en Venezuela; con anterioridad, Yépez y Meredith (1970) habían identificado a *H. erithrynae*. *Helicotylenchus concavus* se detectó en los estados Cojedes y Portuguesa, y *H. pseudorobustus* sólo se encontró en el estado Guárico. Ambos se recuperaron tanto de muestras de suelo como de raíces, lo cual hace pensar en una acción semiendoparasítica o endoparasítica. No existe ningún dato en la literatura fitonematológica con relación a la posible patogenicidad de estas especies en el cultivo del arroz.

Mesocriconema onoense se encontró en los tres estados muestreados. Se detectó en poblaciones máximas de 386, 410 y 483 ejemplares/100 cm³ de suelo en los estados Cojedes, Guárico y Portuguesa, respectivamente. Lamberti *et al.* (1991) señalaron la patogenicidad de esta especie en el cultivo del arroz en Liberia; y observaron plantas afectadas por el nematodo con menor desarrollo tanto de la parte aérea como de la parte radical, con respecto a plantas sanas. En el muestreo realizado no se han evidenciado síntomas atribuibles a la presencia de esta especie. *Mesocriconema onoense* es muy común en la mayoría de los cultivos en Venezuela; sin embargo, nada se sabe respecto a su posible patogenicidad (Crozzoli, 2002).

Tabla IV. Poblaciones mínimas (Min), máximas (Max) y promedio (Prom) de *Mesocriconema onoense*, *Helicotylenchus pseudorobustus*, *Helicotylenchus concavus* y *Pratylenchus zaeae* en 100 cm³ de suelo y 10 g de raíces provenientes de la rizósfera de las malezas presentes en los arrozales de los estados (Edo.) Guárico, Cojedes y Portuguesa.

Maleza	<i>Mesocriconema onoense</i>									<i>Helicotylenchus pseudorobustus</i>					
	Edo. Guárico			Edo. Cojedes			Edo. Portuguesa			Edo. Guárico			Edo. Cojedes		
	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom
<i>Cyperus</i> sp.							2	215	23	3	3	3	5	335	66
<i>Echinochloa colonum</i>				13	240	25	2	63	10	8	100	14	18	18	
<i>Echinochloa polystachya</i>	1	335	120							3	440	220	3	3	
<i>Luziola subintegrata</i>	1	260	87	4	164	27				7	4380	1509			
<i>Rottboelia exaltata</i>	1	167	42	10	108	24	6	420	108	5	680	185	15	15	
<i>Sorghum halepense</i>	1	295	82							4	1150	123			
<i>Sorghum arundinaceum</i>	1	220	110							4	335	155			
<i>Ischaemum rugosum</i>				1	58	14	6	250	43						
<i>Oryza sativa</i> (arroz negro)							2	6	3						
<i>Ludwigia</i> sp.	1	48	12												
<i>Heteranthera reniformis</i>				4	264	26									

	<i>Pratylenchus zaeae</i>									<i>Helicotylenchus concavus</i>					
	Edo. Guárico			Edo. Cojedes			Edo. Portuguesa			Edo. Portuguesa					
	Raíces			Raíces			Suelo			Raíces			Suelo		
	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom
<i>Cyperus</i> sp.										8	12	10			
<i>E. colonum</i>	2	2		1	23	18	4	65	30	1	35	11	20	66	34
<i>E. polystachya</i>															
<i>L. subintegrata</i>	1	11	4				1	41	21	6	6		10	60	35
<i>R. exaltata</i>							9	42	26	9	96	37			
<i>S. arundinaceum</i>	4	4		4	4					4	4				
<i>O. sativa</i> (arroz negro)							6	8	7	11	11				

Pratylenchus zaeae se detectó en los tres estados muestreados, alcanzando las mayores poblaciones en las raíces del arroz en el estado Cojedes. Sin embargo, no se apreciaron síntomas evidentes relacionados con su presencia, aún cuando, Bridge *et al.* (2005) lo señalan como una de las especies más patogénicas del arroz en África, (incluido Egipto), América del Norte y Suramérica y Australia. Prot *et al.* (1994) indicaron que las máximas pérdidas producidas por el nematodo ocurren con infecciones de 1000 nematodos/10 g de raíces en diferentes cultivares de arroz. En ningún caso las poblaciones detectadas en nuestro muestreo alcanzaron este nivel de población. En Venezuela, el género *Pratylenchus* fue señalado en arroz por Yépez y Meredith (1970) y la especie *P. zaeae* es una de las más comunes en el país, señalándose en muchos rubros (Crozzoli, 2002). No existen trabajos sobre la patogenicidad de esta especie en el cultivo del arroz, por lo que sería conveniente realizar investigaciones con el fin de aclarar el posible papel patogénico de *P. zaeae*.

Con mucha frecuencia se encontraron poblaciones mixtas de *Hirschmanniella* spp., *M. salasi* y *T. annulatus*. Estas especies probablemente coexisten debido a que

tienen hábitos alimentarios distintos y diferente ubicación en las raíces del cultivo del arroz. *Tylenchorhynchus annulatus* es ectoparásito y se alimenta de las células epidérmicas de la raíz; *M. salasi* es endoparásito sedentario y se alimenta de la zona vascular, mientras que *Hirschmanniella* spp. son endoparásitos migratorios y se alimentan de la región cortical. Mundialmente no existen referencias de interacciones entre estos nematodos, pero a priori no sería descartable una posible interacción de los mismos. Por esta razón es importante realizar ensayos de patogenicidad con cada especie por separado o combinándolas al igual que efectuar pruebas de control que permitan ponderar las reducciones de rendimiento que son capaces de causar.

Nematodos asociados a las malezas de los arrozales. En las Tablas III y IV se indican las malezas encontradas en los arrozales y las poblaciones de las principales especies de nematodos asociadas a ellas.

Los mejores huéspedes de *Hirschmanniella* spp. fueron *Cyperus* sp. con poblaciones promedio de 80, 30 y 420 ejemplares/10 g de raíces y *E. colonum* con poblaciones promedio de 33, 31 y 337 ejemplares/10 g de raíz.

ces, en los estados Guárico, Cojedes y Portuguesa, respectivamente. Es importante señalar también que las poblaciones máximas alcanzadas por estos nematodos en *Cyperus* sp. y *E. colonum* fueron de 1.695 y 3.045 ejemplares/10 de raíces, respectivamente, en muestras provenientes del estado Portuguesa, y por tanto superiores a las detectadas en el cultivo del arroz. Otros huéspedes son: *O. sativa* (arroz negro), *E. polystachya*, *L. subintegrata* e *I. rugosum*; en todos ellos, al igual que en *Cyperus* sp. y *E. colonum*, se encontraron todos los estadios de desarrollo de *Hirschmanniella* spp. En las raíces de algunas muestras de *R. exaltata*, *S. halepense* y *S. arundinaceum* se encontraron solamente algunos adultos por lo que no podemos confirmar que en estas especies los nematodos se reproduzcan, a pesar de que Gao y Zhau (1998) señalaron a *S. halepense* como huésped. Los huéspedes reseñados en este trabajo, coinciden con lo citado en la literatura (Gao y Zhau, 1998, 1999; Bridge et al., 2005).

Meloidogyne salasi también se encontró asociado a la rizosfera de algunas malezas presentes en el cultivo del arroz. En los estados Guárico y Portuguesa, *O. sativa* (arroz negro) es el mejor huésped alternativo, encontrándose poblaciones máximas de 8.760 y 5.200 juveniles/10 g de raíces, respectivamente. Esta maleza tiene el mismo perfil genético que el arroz cultivado por lo que evolutivamente el nematodo se ha podido adaptar a ella. En el estado Guárico se recuperaron hembras con masas de huevos también en algunas muestras de *I. rugosum* mientras que en Cojedes y Portuguesa se recuperaron de *Cyperus* sp. Esto coincide con Sancho et al. (1987) y Salazar y Quesada (1999) en Costa Rica, a pesar de que en sus estudios señalan también como huéspedes a *E. colonum*, *Fimbristylis* sp. y *R. exaltata*, detectadas en este trabajo, pero no asociadas con hembras del nematodo.

En la rizosfera de la mayoría de las malezas asociadas al cultivo del arroz en el estado Guárico, se detectó la presencia de *T. annulatus*. *Cyperus* sp., *O. sativa* (arroz negro), *R. exaltata* y *Ludwigia* sp. parecen ser los mejores huéspedes encontrándose poblaciones máximas de 1.160, 980, 1.116 y 892 ejemplares/100 cm³ de suelo, lo que coincide con los datos de Khan y Shaikat (2000).

En la rizosfera de las malezas *L. subintegrata* y *S. halepense*, se detectaron poblaciones de *H. pseudorobustus*. En la primera, las poblaciones alcanzaron promedios de 1.509 ejemplares/100 cm³ de suelo y 5 ejemplares/10 g de raíces, y poblaciones máximas de 4.380 ejemplares/100 cm³ de suelo y 12 ejemplares/10 g de raíces. En la segunda la población máxima fue de 325 ejemplares/10 g de raíces. En las malezas de hojas anchas (*Ludwigia* sp., *Aeschynomene* sp., *Heteranthera reniformis*, *Ammannia latifolia* y *Eclipta alba*) no se detectó la presencia del nematodo. En el estado Cojedes se detectó la presencia de *H. concavus* en *E. colonum* y *Cyperus* sp., mientras que en el estado Portuguesa se detectaron poblaciones de *H. concavus* asociadas principalmente a *L. subintegrata* y *E. colonum*. Según la literatura disponible,

estos son nuevos reportes para estas especies ya que las fuentes bibliográficas señalan huéspedes para *Helicotylenchus* como género, sin discriminar especies (Coyne et al., 2000).

Mesocriconema onoense se detectó en el estado Guárico, principalmente en la rizosfera de las malezas *S. arundinaceum*, *L. subintegrata*, *E. polystachya* y *S. halepense*. En el estado Cojedes, *M. onoense* se encontró asociado a *H. reniforme* y *L. subintegrata*, mientras que en Portuguesa a *R. exaltata* e *I. rugosum*; y estos resultados coinciden en gran parte con lo señalado por Hollis (1977).

Pratylenchus zae en el estado Cojedes se detectó en *E. colonum*, en Guárico en *L. subintegrata*, *E. colonum* y *S. arundinaceum*; en el estado Portuguesa *R. exaltata* fue el mejor huésped coincidiendo con lo señalado por Bridge et al. (2005).

Las siembras ininterrumpidas de arroz durante todo el año, la probable susceptibilidad de todas las variedades cultivadas, la tolerancia a condiciones de alta humedad, el mantenimiento de los nematodos en la soca o en malezas durante los breves descansos entre ciclo y ciclo, cuando los hay, han facilitado la adaptación de estas especies de nematodos. Es necesario tomar en consideración a la soca y a las malezas a la hora de diseñar estrategias de control de nematodos en el cultivo, y siempre que sea posible se deben eliminar ambas con la finalidad de reducir a las poblaciones de los nematodos presentes.

LITERATURA CITADA

- 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. y Bridge J., eds.). CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Coyne D., Hunt D., Plowright R. y Darboe M., 2000. Further observations on nematodes associated with rice in Côte d'Ivoire. *International Journal of Nematology*, 10: 123-130.
- Crozzoli R., 2002. Especies de nematodos fitoparasíticos en Venezuela. *Interciencia*, 27: 354-363.
- 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.
- Dao F., 1962. *Hirschmanniella*, nuevo género, *oryzae*. Nematodo asociado con las raíces del arroz en Venezuela. *Agronomía Tropical (Maracay)*, 12: 83-86.
- Gao X., Li J. y Zhou H. 1998. Studies on the host range of *Hirschmanniella oryzae* and its associated weeds in Guangzhou, China. *International Journal of Nematology*, 8: 92-93.
- Gao X., Li J. y Zhou H., 1999. Studies on the host range of *Hirschmanniella oryzae*. *Journal of Yunnan Agriculture University (Supplement 14)*, p.117.
- Greco N., Crozzoli R., Lamberti F. y Brandonisio A., 2000. Pathogenic potential of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on rice in Venezuela. *Nematologia Mediterranea*, 28 :47-55.

- Haidar M.G., Nath R.P. y Thakur S.K., 1996. Growth response of rice to stunt nematode, *Tylenchorhynchus nudus*. *Journal of Research, Birsa Agricultural University*, 8: 163-164.
- Hollis J.P., 1977. Loss in yield of rice caused by the ring nematode *Criconemoides onoensis* revealed by the elimination of the yellow nut sedge, *Cyperus esculentum*. *Nematologica*, 23: 71-78.
- Ichinohe M., 1988. Current research on the major nematode problems in Japan. *Journal of Nematology*, 20: 184-190.
- s'Jacob J. y Van Bezooijen J., 1971. *A manual for practical work in nematology*. Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 65 pp.
- 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.
- Lamberti F., Ciancio A., Tuopay D., Boiboi J., Vovlas N., Bleve-Zacheo T. y Elia F., 1991. Nematode threats to rice in Liberia. *Nematologia Mediterranea*, 19: 291-303.
- López R., 1984. *Meloidogyne salasi* sp. n. parasite of rice (*Oryza sativa* L.) from Costa Rica and Panama. *Turrialba*, 34: 275-286.
- López R., Salazar L. y Azofeifa J., 1987. Nematodos asociados al arroz (*Oryza sativa* L.) en Costa Rica. Frecuencia y densidades poblacionales en las principales zonas productoras. *Agronomía Costarricense*, 11: 215-220.
- MacGowan J.B. y Langdon K.R., 1989. Hosts of the rice root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*. *Nematology Circular* 172, Gainesville, USA, 4 pp.
- Ministerio de Producción y Comercio, 2006. Dirección General de Planificación del Sector Agrícola. Dirección de Estadística. Región Guárico, Venezuela, 102 pp.
- Pedramfar H., Pourjam E. y Kheiri A., 2001. Plant parasitic nematodes associated with rice in Guilan Province, Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 37: 285-301.
- Pinochet J., 1985. Control de problemas de nematodos en Panamá desde una perspectiva de manejo integrado de plagas. *Nematropica*, 15: 121.
- Prot J.C., Soriano I.R. y Matias D.M., 1994. Major root parasitic nematodes associated with irrigated rice in the Philippines. *Fundamental and Applied Nematology*, 17: 195-198.
- Salazar L. y Quesada M., 1999. Nuevo hallazgo relacionado con la distribución geográfica de *Meloidogyne salasi* en arroz y nuevos hospederos. *Agronomía Mesoamericana*, 10: 103-105.
- 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.
- Seinhorst J.W., 1962. On the killing, fixation and transferring to glycerin of nematodes. *Nematologica*, 8: 29-32.
- Sharma S.B., Pande S., Saha M., Kaushal K.K., Lal M., Sing M., Pokharel R., Upreti R.P. y Singh K., 2001. Plant parasitic nematodes associated with rice and wheat based cropping systems in Nepal. *International Journal of Nematology*, 11: 35-38.
- Soriano I.R.S., Prot J.C. y Matias D.M. 2000. Expression of tolerance for *Meloidogyne graminicola* in rice cultivars as affected by soil type and flooding. *Journal of Nematology* 32: 309-317.
- Torrealba P.A., 1969. Control de enfermedades de nematodos en hortalizas. Tercera Ed. Servicio Shell para el Agricultor. Cagua, Venezuela, pp. 34-31.
- Yépez G. y Meredith J., 1970. Nematodos fitoparásitos en cultivos de Venezuela. *Revista de la Facultad Agronomía (Maracay)*, 5: 33-80.