



## Acción Depredadora *in vitro* de Ocho Aislados de Hongos contra el Nematodo *Panagrellus redivivus*

JAIME FLORES CRESPO,<sup>1\*</sup> DAVID HERRERA RODRÍGUEZ,<sup>1</sup> VÍCTOR VÁZQUEZ PRATS,<sup>1</sup> RAÚL FLORES CRESPO,<sup>1</sup> ENRIQUE LÍEBANO HERNÁNDEZ<sup>1</sup> Y PEDRO MENDOZA DE GIVES<sup>1,2</sup>

Proyecto Control Biológico, Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Parasitología Veterinaria, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, SAGAR, Km. 11.5 Carr. Fed. Cuernavaca-Cuautla, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos. Apartado Postal 206, CIVAC, Morelos, 62500, México.<sup>1</sup>

Department of Entomology/Nematology Rothamsted Experimental Station Harpenden, Herts, AL. 5 2JN, United Kingdom.<sup>2</sup>

\*Autor para la correspondencia. Tel. (7) 319-28-48 Ext. 114. Fax (7) 320-55-44. E mail floresj@pavet.inifap.conacyt.mx

**ABSTRACT.** The aim of this study was to evaluate the predacious capacity *in vitro* of eight isolates of nematophagous fungi: four of *Arthrobotrys* sp., one of *Arthrobotrys oligospora*, one of *Duddingtonia flagrans*, one of *Dactylaria* sp. and one *Monacrosporium eudermatum*. Nine groups of Petri dishes with 13 repetitions each were set up. The fungi were seeded in fluor-corn-agar media, following this each Petri dish was added with 150 larvae of the free living nematode *Panagrellus redivivus*. Five days after larval addition these were collected by Baermannization and were quantified. A significant difference ( $p < 0.05$ ) between all treated group was observed respect with the control. Isolates FTHO-8 *D. flagrans*, R6 *M. eudermatum*, DAC *Dactylaria* sp. as well as FTHO-4 and FTHO-6 *Arthrobotrys* sp., showed an excellent predatory activity ( $> 90\%$ ) and they could be considered as potential bio-control agents in future field trials.

**Key Words:** Nematophagous Fungi, *Arthrobotrys*.

**RESUMEN.** El objetivo del estudio fue evaluar la capacidad depredadora de ocho aislados de hongos nematófagos: cuatro del género *Arthrobotrys* sp., uno de *A. oligospora* y tres de los géneros *Duddingtonia flagrans*, *Dactylaria* sp. y *Monacrosporium eudermatum*. Se formaron nueve grupos con 13 cajas Petri cada uno, utilizando como medio de cultivo harina de maíz agar. En las cajas de ocho de los nueve grupos, se sembró un diferente aislado, el noveno grupo sin hongos fungió como testigo; a los nueve grupos se adicionaron 150 larvas de *Panagrellus redivivus*. A los cinco días, las larvas fueron extraídas de las cajas y se contaron para valorar contra el testigo, el porcentaje de reducción larvaria, observando diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). Los aislamientos FTHO-8 de *D. flagrans*, R6 de *M. eudermatum*, DAC de *Dactylaria* sp., así como los FTHO-4 y FTHO-6 de *Arthrobotrys* sp., mostraron una excelente actividad depredadora ( $> 90\%$ ) por lo que podrían ser considerados en pruebas de campo como posibles agentes potenciales de control biológico.

**Palabras Clave:** Hongos Nematófagos, *Arthrobotrys*.

### INTRODUCCIÓN

Las infecciones causadas por nematodos gastrointestinales al ganado tienen gran importancia económica, principalmente en zonas tropicales y subtropicales de México.<sup>3</sup> En los sistemas de explotación animal, el impacto económico causado por las nematodosis gastroentéricas es considerable, provocando en los animales daños de diversa magnitud, desde una mala conversión alimenticia, con una marcada y progresiva pérdida de peso, haciéndolos susceptibles a padecer otras enfermedades,<sup>29,31</sup> hasta llegar a causarles la muerte en caso de infecciones agudas.<sup>6</sup>

En México, se ha señalado la presencia de diversos gé-

neros de nematodos parásitos de rumiantes, dentro de los cuales *Haemonchus contortus*, *Mecistocirrus digitatus*, *Trichostrongylus* sp., *Cooperia* sp., *Ostertagia* sp. y *Oesophagostomum* sp. son considerados como los más importantes.<sup>1,7,23,30</sup> El control de estos parásitos se basa en el uso exclusivo de antihelmínticos,<sup>32</sup> sin embargo, las limitaciones toxicológicas, residualidad y el desarrollo de resistencia en los parásitos hacia el producto químico<sup>19,35,36</sup> hacen necesario buscar otras opciones y estrategias, que además de mantener las poblaciones de parásitos por debajo de los niveles en que causen daño, no contribuyan al deterioro ambiental y permitan el manejo adecuado de los recursos naturales para su conservación y uso sustentable. Los mé-



todos de control biológico, particularmente el uso de hongos nematófagos, ofrecen una alternativa viable para el control de estos parásitos, ya que estando en el suelo, son uno de los principales grupos de microorganismos antagonistas de los nematodos.<sup>8,14</sup>

Diversos géneros de hongos han mostrado en varias pruebas de campo y laboratorio poseer una gran habilidad para atrapar y destruir con buenos resultados plagas constituidas por nematodos agrícolas,<sup>4,27,33</sup> así como parásitos de importancia en ganadería.<sup>10,19,20,28,37</sup>

En el Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Parasitología Veterinaria, se han desarrollado diversos estudios, con el objetivo de investigar la posibilidad de obtener un método de control biológico de las parasitosis causadas por nematodos del ganado.<sup>12,22,24</sup> Para ello, *Panagrellus redivivus* ha sido considerado como un buen modelo experimental; este nematodo se cultiva mediante pases en cajas Petri, conteniendo como medio de cultivo avena y harina de maíz.<sup>11</sup> Lograr el desarrollo de un método de control biológico contra los nematodos del ganado, permitiría disminuir el uso de sustancias químicas. Con base en lo anteriormente expuesto, se condujo el presente estudio cuyo objetivo fue evaluar el efecto depredador *in vitro* de ocho aislados de hongos sobre el nematodo *Panagrellus redivivus*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Cepas de hongos.** Se utilizaron ocho aislados mexicanos de hongos nematófagos denominados: NHB-1, FTHO-2, FTHO-4 y FTHO-6 del género *Arthrobotrys* sp., FTHO-3 del género *A. oligospora*, FTHO-8 del género *Duddingtonia flagrans*, DAC del género *Dactylaria* sp., y R6 del género *Monacrosporium eudermatum*. Todos los hongos fueron aislados de heces de ovino en Fierro del Toro, Municipio de Huitzilac, estado de Morelos, excepto el NHB-1, que fue aislado de heces de bovino en el Rancho Experi-

mental el Verdineño, estado de Nayarit.

**Ensayo biológico.** El diseño experimental consistió en transferir el inóculo de cada uno de los aislados en ocho grupos con 13 cajas de Petri cada uno, conteniendo como medio de cultivo harina de maíz agar,<sup>34</sup> un noveno grupo también con 13 cajas de Petri, sin hongos y con el mismo medio de cultivo fungió como testigo. Después de cuatro días de haber transferido los hongos, se adicionaron 150 larvas de *Panagrellus redivivus* (Tabla 1) a cada una de las 13 cajas Petri de los nueve grupos. Los nematodos fueron extraídos después de cinco días mediante la técnica de Baermann y cuantificados en el microscopio compuesto, para lo cual se tomaron diez alícuotas de 5 µl, estimando el total con base en un volumen conocido, para comparar con el testigo el porcentaje de reducción larvaria.

**Evaluación.** Para valorar la capacidad depredadora de los ocho aislados, se evaluaron las siguientes variables: porcentaje de reducción larvaria con respecto al testigo, promedio de larvas/caja, desviación estándar, mínimo y máximo de larvas/caja.

**Análisis estadístico.** Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA), utilizándose un diseño factorial; así mismo, se llevó a cabo la comparación de las medias entre grupos, mediante la prueba de Tukey.<sup>18</sup>

## RESULTADOS

La cuantificación de larvas por grupo y repetición, se aprecian en la tabla 2.

En el Grupo 1, con el aislado NHB-1 se encontraron un total de 2058 larvas del nematodo en las 13 repeticiones, variando su número entre 66 y 420. El porcentaje de depredación fluctuó entre 0 y 96.15 % y la depredación total del grupo fue de 86.92%. En el Grupo 2, con el aislado FTHO-2 se determinó un número total de 8094 larvas del nematodo, también estas en las 13 repeticiones, fluctuando su número entre 18 y 1266. El porcentaje de depredación varió

Tabla 1. Diseño experimental utilizado en la evaluación de ocho aislados de hongos nematófagos sobre el nematodo *Panagrellus redivivus*

Grupo	Hongo	Aislado	Número de repeticiones	Número de larvas por repetición*	Parámetro a evaluar
1	<i>Arthrobotrys</i> sp.	NHB-1	13	150	Porcentaje de depredación larvaria del nemátodo <i>Panagrellus redivivus</i> cinco días después de que las larvas fueron adicionadas
2	<i>Arthrobotrys</i> sp.	FTOH-2	13	150	
3	<i>A. oligospora</i>	FTOH-3	13	150	
4	<i>Arthrobotrys</i> sp.	FTOH-4	13	150	
5	<i>Arthrobotrys</i> sp.	FTOH-6	13	150	
6	<i>D. flagrans</i>	FTOH-8	13	150	
7	<i>Dactylaria</i>	D1	13	150	
8	<i>M. eudermatum</i>	R6	13	150	
	Testigo	—	13	150	

\*Las larvas fueron adicionadas cuatro días después de transferidos los inóculos fungales.

entre 0 y 97.64% y la depredación total del grupo fue 47.92%. En el Grupo 3, con el aislado FTHO-3 se encontraron un total de 7152 larvas. Del mismo modo las larvas también fueron halladas en las cajas de todas las repeticiones, fluctuando su número entre 402 y 1074. El porcentaje de depredación varió entre 0 y 86.13%; la depredación total del grupo fue 50.14%. En el Grupo 4, con el aislado FTHO-4 el conteo total fue de 1266 larvas, encontrándose estas únicamente en las cajas de la repetición 3, 5, 6, 7, 10 y 11 en número de 6, 306, 30, 222, 396 y 306 respectivamente, siendo el porcentaje de reducción larvaria en dichas cajas de 99.13, 51.43, 92.75, 81.31, 81.87 y 59.84% respectivamente. En las cajas de las siete repeticiones restan-

tes, el porcentaje de depredación larvaria fue del 100%, mientras que el porcentaje de depredación total del grupo fue 91.85%. En el Grupo 5, con el aislado FTHO-6 se observó un total de 1014 larvas, presentes en las cajas de las 13 repeticiones, fluctuando su número entre 30 y 132. El porcentaje de depredación fluctuó entre 70.00 y 97.25% y la depredación larvaria total del grupo fue 90.77%. En el Grupo 6, con el aislado FTHO-8 fueron contadas 36 larvas que se encontraron exclusivamente en las cajas de la repetición 1 y 12 en número de 30 y 6, con un porcentaje de reducción larvaria de 99.02 y 99.22%, respectivamente. En las cajas de las 11 repeticiones restantes, el porcentaje de depredación larvaria fue del 100% y la depredación larva-

Tabla 2. Comparación de ocho aislados de hongos contra *Panagrellus redivivus*.

Número de repetición	Grupo 1 <i>Arthrobotrys</i> sp. NHB-1		Grupo 2 <i>Arthrobotrys</i> sp. FTHO-2		Grupo 3 <i>A. oligospora</i> FTHO-3		Grupo 4 <i>Arthrobotrys</i> sp. FTHO-4		Grupo 9 Testigo
	Número de larvas	Depredación (%)	Número de larvas	Depredación (%)	Número de larvas	Depredación (%)	Número de larvas	Depredación (%)	Número de larvas
1	126	95.90	528	82.81	426	86.13	0	100.00	3070
2	120	71.43	582	0.00	600	0.00	0	100.00	420
3	318	53.91	708	0.00	510	26.09	6	99.13	690
4	126	95.52	852	69.72	738	73.77	0	100.00	2814
5	138	78.10	1008	0.00	774	0.00	306	51.43	630
6	420	0.00	282	31.88	408	1.45	30	92.75	414
7	150	87.37	120	89.90	1074	9.60	222	81.31	1188
8	108	83.33	1266	0.00	636	1.85	0	100.00	648
9	138	88.21	900	23.08	624	46.67	0	100.00	1170
10	84	96.15	786	64.01	402	81.59	396	81.87	2184
11	162	78.74	18	97.64	420	44.88	306	59.84	762
12	66	91.41	426	44.53	540	29.69	0	100.00	768
13	102	86.92	618	20.77			0	100.00	780
Suma	2058.00		8094.00		7152.00		1266.00		15540.0
Mínimo	66.00		18.00		402.00		0.00		414.00
Media	158.31		622.62		596.00		97.38		1195.38
Máximo	420.00		1266.00		1074.00		396.00		2814.00
Desviación	99.24		354.67		196.82		150.28		901.35
Reducción (%)		86.76 a		47.92 b		50.14 b		91.85 a	c

a, b, c = Literales distintas indican valores estadísticamente significativos ( $P < 0.05$ ).

Tabla 2 (continuación). Comparación de ocho aislados de hongos contra *Panagrellus redivivus*.

Número de repetición	Grupo 5 <i>Arthrobotrys</i> sp FTHO-6		Grupo 6 <i>D. flagrans</i> FTTHO-8		Grupo 7 <i>Dactylaria</i> DAC		Grupo 8 <i>M. endermatum</i> R 6		Grupo 9 Testigo
	Número de larvas	Depredación (%)	Número de larvas	Depredación (%)	Número de larvas	Depredación (%)	Número de larvas	Depredación (%)	Número de larvas
1	120	96.09	30	99.02	60	98.05	18	99.41	3070
2	126	70.00	0	100.00	30	92.86	12	97.14	420
3	54	92.17	0	100.00	30	95.65	24	96.52	690
4	90	96.80	0	100.00	6	99.79	12	99.57	2814
5	102	83.81	0	100.00	24	96.19	12	98.10	630
6	30	92.75	0	100.00	102	75.36	30	92.75	414
7	132	88.89	0	100.00	120	89.90	24	97.98	1188
8	78	87.96	0	100.00	18	97.22	48	92.59	648
9	60	94.87	0	100.00	24	97.95	0	100.00	1170
10	60	97.25	0	100.00	36	98.35	0	100.00	2184
11	60	92.13	0	100.00	72	90.55	54	92.91	762
12	30	96.09	6	99.22	42	94.53	36	95.31	768
13	72	90.77	0	100.00	96	87.69	24	96.92	780
Suma	1014.00		36.00		660.00		294.00		15540.0
Mínimo	30.00		0.00		6.00		0.00		414.00
Media	78.00		2.77		50.77		22.62		1195.38
Máximo	132.00		30.00		120.00		54.00		2814.00
Desviación	34.03		8.35		36.13		16.46		901.35
Reducción (%)		93.47 a		99.77 a		95.75 a		98.11 a	c

a.b.c = Literales distintas indican valores estadísticamente significativos ( $P < 0.05$ ).

ria total del grupo fue 99.77%. En el Grupo 7, con el aislado DAC, se contaron un total de 660 larvas del nematodo, encontrándose estas en las cajas de las 13 repeticiones, variando su número entre 6 y 120. El porcentaje de depredación fluctuó entre 75.36 y 99.79% y la depredación larvaria total del grupo fue 95.75%. En el Grupo 8, con el aislado R6, se encontraron 294 larvas en 11 de las 13 repeticiones, con un número que fluctuó entre 0 y 54. El porcentaje de depredación larvaria se observó entre 92.59 y 100% y la depredación total del grupo fue 98.11%. Por último en el grupo 9, que fungió como testigo, se hallaron un total de 15540 larvas, encontrándose estas en las cajas de las 13 repeticiones, fluctuando su número entre 414 y 3072.

## DISCUSIÓN

Las medias mínimo cuadráticas obtenidas<sup>18</sup> para las variables del número de larvas, indican que todos los grupos fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) con respecto al grupo testigo. En el grupo 1, con el aislado NHB-1, la respuesta fue intermedia. Hubo menor eficacia en los grupos 2 y 3 donde se utilizaron los aislados FTTHO-2 y FTTHO-3. De igual forma, las comparaciones entre grupos indican que los aislados NHB-1, FTTHO-4, FTTHO-6, FTTHO-8, DAC y R6, no muestran entre ellos diferencia estadística significativa, aunque la hay con los aislados FTTHO-2 y FTTHO-3 ( $p < 0.05$ ). A pesar de que los aislados



FTHO-4, FTHO-6 y DAC, mostraron un comportamiento depredador muy similar (91.85, 93.47 y 95.75%, respectivamente), los dos últimos fueron más regulares, ya que a pesar de que las larvas del nematodo estuvieron presentes en las cajas de las 13 repeticiones, las cuentas larvianas en ambos aislados fueron bajas, a diferencia del primero, en el que no se encontraron larvas en siete de las cajas, pero se hallaron en las otras cuatro cajas donde las cuentas fueron altas. Por otra parte, los aislados FTHO-8 y R6, fueron los que mostraron los porcentajes de depredación larvaria más elevados (99.77 y 98.11% respectivamente).

Dé acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio, los aislados NHB-1, FTHO-4, FTHO-6 del género *Arthrobotrys* sp., así como los aislados FTHO-8, DAC y R6 de los hongos *Duddingtonia flagrans*, *Dactylaria* sp. y *Monacrosporium eudermatum*, tuvieron porcentajes de depredación similares a los citados por otros autores,<sup>9,15,17,21,25</sup> no así para el aislado FTHO-3 del género *Arthrobotrys oligospora*, hongo al que varios autores señalan como un excelente depredador de nematodos gastroentéricos<sup>2,5,13,16,25</sup> y que en el presente estudio mostró una baja capacidad depredadora. Por otro parte, también es importante señalar que *Panagrellus redivivus*, quien al igual que otros nematodos de vida libre poseen un ciclo biológico muy corto (menos de 72 h),<sup>26</sup> se siguió reproduciendo activamente en las cajas de Petri durante el desarrollo del experimento, este hecho explica el incremento de nematodos recuperados en las cajas de Petri de todos los grupos, en particular en el grupo control en donde no había hongos depredadores. Los resultados del presente experimento muestran que existe una gran variabilidad en la actividad depredadora de hongos nematófagos contra *Panagrellus redivivus*, independientemente del género, especie o aislamiento de hongo bajo estudio.

## REFERENCIAS

1. Arévalo, B. R., H. Quiróz y S. Sánchez. 1995. Valoración de la reinfestación de nematodos gastroentéricos en bovinos en clima cálido. *Vet. Méx.* 26:145-149.
2. Bird, J. y R. P. Herd. 1995. *In vitro* assessment of two species of nematophagous fungi (*Arthrobotrys oligospora* and *Arthrobotrys flagrans*) to control the development of infective cyathostome larvae from naturally infected horses. *Vet. Parasitol.* 56:181-187.
3. Camargo, A. J. 1987. Prevalencia de nematodos del abomaso en bovinos procedentes del estado de Chiapas, México. *Tesis de licenciatura*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Coyoacán, Méx. D.F.
4. Caryol, J. C., J. P. Frankosky, A. D. Laniece, G. Harde-mare y J. P. Talon. 1978. Contre les nematodes en champignonieri, Mise au point d'une methode de lutte biologique a l'aide d'un Hyphomycete predateur, *Arthrobotrys robusta* souche antipolis (Royal 300). *Re-view Horticole* 184:337-387.
5. Chandrawathani, P., J. Omar y P. J. Waller. 1998. The control of the free-living stages of *Strongyloides papillosus* by the nematophagous fungus, *Arthrobotrys oligospora*. *Vet. Parasitol.* 76:321-325.
6. Cheville, F. N. 1988. Introduction to veterinary pathology. University Press, Ames Iowa, U.S.A
7. Domínguez, A. J. L., V. R. I. Rodríguez y N. Honhold. 1993. Epizootiología de los parásitos gastrointestinales en bovinos del estado de Yucatán. *Vet. Méx.* 24:189-193.
8. Fernández, F. G., M. C. A. Meireles y A. M. Coimbra. 1985. Biological control of verminosis on ruminant. In: *Abstracts of the 11<sup>th</sup> Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology* August 5-9, Rio de Janeiro, Brasil Ref. 22.
9. Faedo, M., E. H. Barnes, R. J. Dobson y P. J. Waller. 1998. The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: pasture plot study with *Duddingtonia flagrans*. *Vet. Parasitol.* 76:129-135.
10. Flores, C. J., R. D. Herrera, P. V. Vázquez, H. E. Lié-bano y G. P. Mendoza. 1999. Control Biológico de nematodos gastroentéricos en la ganadería. *Memoria 1er Simposio Internacional de Agricultura Sostenible y Orgánica. "La Huasteca hacia el tercer milenio"* 14 p.
11. Flores, C. J., R. D. Herrera, P. V. Vázquez, G. J. C. Martínez y G. P. Mendoza. 1999. Capacidad nematófaga de dos cepas del hongo *Duddingtonia flagrans* desarrollada en harina de maíz agar. *Vet. Méx.* 30:199-203.
12. González, C. M. E., P. Mendoza y H. Quiróz. 1998. Comparison of the trapping ability of *Arthrobotrys robusta* and *Monacrosporium gephyrophagum* on infective larvae of *Strongyloides papillosus*. *J. Helminthol.* 72: 209-213.
13. Gronvold, J., S. A. Henriksen, P. Nansen, J. Wolstrup y J. Thylin. 1989. Attempts to control infection with *Ostertagia ostertagi* (Trichostrongylidae) in grazin calves by adding mycelium of the nematode-trapping fungus *Arthrobotrys oligospora* (Hyphomycetales) to cow pats. *J. Helminthol.* 63:115-126.
14. Gronvold, J., J. Wolstrup, P. Nansen y S. A. Henriksen. 1993. Nematode Trapping fungi against parasitic cattle nematodes. *Parasitol. Today* 9:137-140.
15. Gronvold, J., P. Nansen, S. A. Henriksen, M. Larsen, J. Wolstrup, J. Bresciani, H. Rawat y L. Fribert. 1996. Induction of traps by *Ostertagia ostertagi*, chlamydospore production and growth rate in the nematode-trapping fungus *Duddingtonia flagrans*. *J. Helminthol.* 70:291-297.
16. Hashmi, H. A. y R. M. Connan. 1989. Biological control of ruminant Trychostrongylids by *Arthrobotrys oligospora* a predacious fungus *Parasitol. Today* 5:28-30.
17. Henriksen, S. A., M. Larsen, J. Gronvold, P. Nansen y J. Wolstrup. 1997. Nematode-trapping fungi in biologi-



- cal control of *Dictyocaulus viviparus*. Acta Vet. Scand. 38:175-179.
18. Hurley, D., A. Aguilar A., J. Garibay y J. Landeros. 1981 Técnicas de diseño experimental. Pruebas a posteriori. Diferencia mínima significativa. Prueba de Tukey. México, D. F. Departamento de Matemáticas, Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Universidad Nacional Autónoma de México. 37-53.
  19. Larsen, M., J. Wolstrup, S. A. Henriksen, C. Dackman, J. Gronvold y P. Nansen. 1991. *In vitro* stress selection of nematophagous fungi for biocontrol of parasitic nematodes in ruminants. J. Helminthol. 65:193-200.
  20. Larsen, M., J. Wolstrup, S. A. Henriksen, J. Gronvold y P. Nansen. 1992. *In vivo* passage through calves of nematophagous fungi selected for biocontrol of parasitic nematodes. J. Helminthol. 66:137-141.
  21. Larsen, M., M. Faedo, P. J. Waller y D. R. Hennessy. 1998. The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: studies with *Duddingtonia flagrans*. Vet. Parasitol. 76:121-128.
  22. Llerandi, J. R. D. y P. Mendoza. 1998. Resistance of chlamydozoospores of nematophagous fungi to digestive processes of sheep in México. J. Helminthol. 72:155-158.
  23. Mejía, G. R. A. y G. Orozco. 1979. Hallazgo del nematodo *Mecistocirrus digitatus* (Linstow 1906) en bovinos de México. *Memoria de la Reunión Anual, Area Médica*. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SARH, México. P. 31.
  24. Mendoza de G. P., C. J. Flores, R. D. Herrera, P. V. Vázquez, H. E. Liébano, H. E. y F. E. Ontiveros. 1998. Biological control of *Haemonchus contortus* infective larvae in ovine faeces by administering an oral suspension of *Duddingtonia flagrans* chlamydozoospores to sheep. J. Helminthol. 72:343-347.
  25. Morgan, M., J. M. Behnke, J. A. Lucas y J. F. Peberdy. 1997. *In vitro* assessment of the influence of nutrition, temperature and larval density on trapping of the infective larvae of *Heligmosoides polygyrus* by *Arthrobotrys oligospora*, *Duddingtonia flagrans* and *Monacrosporium melagosporum*. Parasitology. 115:303-310.
  26. Nicholas, L. W. 1975. The biology of free-living nematodes. Universities press, Belfast, Northern Ireland, p144.
  27. Pelagatti, O., V. Nancetti y S. Caroppo. 1986. Biological control of *Meladogine incognita* by *Arthrobotrys irregularis* (R 50). Redia, 69:275-284.
  28. Pryadko, E. I. y P. P. Osipov. 1986. Trials of nematophagous fungi in field conditions. Biologicheskaya 1:30-33.
  29. Quiróz, R. H. 1984. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. LIMUSA. México D. F. 441-442.
  30. Sánchez, G. S. y H. Quiróz. 1993. Frecuencia de parásitos gastrointestinales, pulmonares y hepáticos en ovinos de la Magdalena Soltepec, Tlaxcala, Méx. Vet. Méx. 24:195-198.
  31. Soulsby, E. J. L. 1987. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Ed. Interamericana, 1ª edición.
  32. Steward, T. B., H. Ciordia y P. R. Utley. 1975. Anthelmintic treatment of subclinical parasitism of feedlot cattle in Georgia. Am. J. Vet. Res. 36:785-787.
  33. Tribe, H. T. 1980. Prospects for the biological control of plant parasitic nematodes. Vet. Parasitol. 81:619-639.
  34. Ulloa, M., y R. Hanlin. 1978. Atlas de micología básica. Editorial Concepto. México, D. F.
  35. Waller, P. J. y M. Faedo. 1993. The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: screening studies. Vet. Parasitol. 49:285-297.
  36. Waller, P. J. 1993. Nematophagous fungi prospective biological control agents of animal parasitic nematodes. Parasitol. Today 9:529-531.
  37. Waller, P. y M. Larsen. 1993. The role of nematophagous fungi in the biological of nematode parasites of livestock. J. Parasitol. 23:539-546.