

## SOBREVIVÊNCIA DE *PRATYLENCHUS BRACHYURUS* EM DIFERENTES SUBSTRATOS, COM BAIXO TEOR DE UMIDADE

Danilo Lima das Neves<sup>1\*</sup>, Lilianne Martins Ribeiro<sup>2</sup>, Cláudia Regina Dias-Arieira<sup>3</sup>, Hercules Diniz Campos<sup>2</sup> and Geliane Cardoso Ribeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UEM- Universidade Estadual de Maringá - Programa de Pós-graduação em Agronomia, 87020-900, Maringá, PR, Brasil, <sup>2</sup>Fesurv - Universidade de Rio Verde – Agronomia / Fitopatologia, Caixa Postal 104, 75901-970, Rio Verde, GO, Brasil, <sup>3</sup>Universidade Estadual de Maringá – Campus Regional de Umuarama, 87507-190, Umuarama, PR, Brasil. \*Autor para correspondência: danilolimaneves@hotmail.com.

---

### RESUMO

Neves, D. L., L. M. Ribeiro, C. R. Dias-Arieira, H. D. Campos, e G. C. Ribeiro. 2012. Sobrevivência de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes substratos, com baixo teor de umidade. *Nematropica* 42:211-217.

Objetivou-se avaliar a capacidade de sobrevivência de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes substratos sob condições de escassez de umidade. Para isso, dois experimentos foram conduzidos, inoculando-se os nematoides na forma de suspensão líquida ou de fragmentos de raízes de soja. Utilizaram-se diferentes substratos secos em estufa para a eliminação da umidade. Nos experimentos com inóculo em suspensão utilizou-se 4000 e 2500 nematoides, para primeiro e segundo experimento, respectivamente, enquanto para fragmentos de raiz, inoculou-se 3600 e 2000 nematoides, respectivamente. Cada parcela constituiu-se de recipiente plástico contendo 100 cm<sup>3</sup> de substrato e o inóculo, o qual foi armazenado em casa de vegetação sem irrigação por 30, 60 e 90 dias. Após cada período, realizaram-se avaliações do número de nematoides em cada tratamento. A porcentagem da mortalidade de nematoides aumentou com o período de armazenagem, porém, após 90 dias, ainda havia nematoides viáveis em todas as amostras, especialmente quando inoculados via fragmento de raiz. Em geral, o tipo de substrato não afetou a sobrevivência dos nematoides após 90 dias de armazenagem. Sinais de anidrobiose foram observados em todos os períodos de avaliação

*Palavras chave:* anidrobiose, desidratação, nematoide das lesões radiculares, solo.

---

### ABSTRACT

Neves, D. L., L. M. Ribeiro, C. R. Dias-Arieira, H. D. Campos, and G. C. Ribeiro. 2012. Survival of *Pratylenchus brachyurus* in different substrates with low moisture content. *Nematropica* 42:211-217.

The aim of the study was to evaluate the survival capability of *Pratylenchus brachyurus* in different substrates under low moisture conditions. Two experiments were carried out in the green house and nematodes were inoculated either in liquid suspension or using infected soybean root fragments. Nematodes were inoculated in a liquid suspension containing 4000 and 2500 nematodes/pot or by root fragments at a concentration of 3600 and 2000 nematodes/pot. Each experimental unit consisted of a plastic pot containing 100 cm<sup>3</sup> of substrate and the inoculum, stored in the greenhouse without irrigation for 30, 60 and 90 days. After each period, the number of nematodes was evaluated for each treatment. Although percentage mortality increased as the storage period progressed, after 90 days all treatments still contained viable nematodes, especially those subjected to root fragment inoculation. In general, the type of substrate did not affect nematode survival after 90 days storage. Signs of anhydrobiosis were observed at all evaluation stages.

*Keywords:* anhydrobiosis, dehydration, root-lesion nematode, soil.

---

### INTRODUÇÃO

O teor de umidade no solo é um dos fatores que pode influenciar o aumento populacional de fitonematoides, além da temperatura, do teor de oxigênio e de fontes de alimentação (McSorley, 1987). Embora a condição de baixa umidade possa reduzir a atividade e o nível populacional desses patógenos, nem todos são mortos e a sobrevivência pode ser garantida por anidrobiose

(Mai *et al.*, 1968).

A anidrobiose é um estágio de dormência fisiológica induzida pela dessecação, caracterizada pela redução drástica do metabolismo do nematoide, cessando a movimentação e a alimentação (Evans e Perry, 1976). Ovos e determinados estádios de desenvolvimento, principalmente juvenis, sobrevivem à seca (Mai *et al.*, 1968). Essa habilidade proporciona a sobrevivência de diferentes grupos de nematoides, incluindo parasitas de

animais (Letini e Sukhdeo, 2006), entomopatogênicos (Grewal e Jagdale, 2002; Grant e Villani, 2003), saprófitos (Treonis e Wall, 2005) e parasitas de plantas (Womersley, 1987; Tsai e Van Gundy, 1989; Wharton *et al.*, 2000); sendo considerada uma estratégia de sobrevivência generalizada entre os nematoides que habitam o solo (Freckman *et al.*, 1977).

Durante o início do processo de anidrobiose, ocorre perda gradual de água e, ao longo do tempo, o teor de água cai de 75-80% em nematoides ativos para 2-5% na forma anidrobiótica (Demeure e Freckman, 1981). Os mecanismos envolvidos no processo de anidrobiose incluem redução na permeabilidade da cutícula e o agrupamento de tecidos e organelas, e em algumas espécies de nematoide têm-se verificado o aumento do nível de glicerol e trealose (Wharton, 1986; Womersley, 1987; Barrett, 1991).

Entre os nematoides parasitas de plantas a anidrobiose foi relatada tanto para aqueles que atacam o sistema radicular quanto para os parasitas de parte aérea. Estudos em laboratório mostraram que os nematoides enrolam seu corpo vermiforme em resposta a dessecação (Freckman e Mankau, 1986; Freckman *et al.*, 1987; Womersley e Ching, 1989), sendo esse comportamento uma indicação de anidrobiose (Crowe e Madin, 1975; Treonis e Wall, 2005), fazendo com que ocorra a redução na superfície de contato da cutícula do nematoide que está exposta ao ambiente, retardando assim, a desidratação (Womersley *et al.*, 1998).

Tal mecanismo garante a existência de inóculo viável no solo após períodos de condições ambientais adversas. Em regiões tropicais, a anidrobiose assume grande importância e deve ser considerada para o estabelecimento de estratégias de manejo (Castillo e Volvlas, 2007), como já foi evidenciado para *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann) Filipjev e Schuurmans Stekhoven (Tsai, 1978; Grewal, 2000), cuja capacidade de entrar em anidrobiose aumenta a tolerância às condições ambientais adversas (Demeure, 1980; Tsai e Van Gundy, 1989), sobrevivendo até nove meses através deste mecanismo (Tsai, 2008).

Apesar dos níveis populacionais de *Pratylenchus* normalmente diminuírem em épocas secas e aumentarem quando a umidade do solo torna-se mais alta (Olthof, 1971; Townshend, 1987), em casa de vegetação, *P. brachyurus* Godfrey sobreviveu 21 meses em solo sem qualquer planta hospedeira e sem irrigação (Feldmesser *et al.*, 1960). Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de sobrevivência de *P. brachyurus*, inoculado em suspensão ou pela adição de raízes infectadas, na ausência de hospedeiro, em diferentes tipos de substrato, sob condições de escassez de umidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a capacidade de sobrevivência de *P. brachyurus* em diferentes tipos de substratos, dois experimentos foram conduzidos em de casa de

vegetação. Os experimentos foram realizados de junho a agosto de 2007, com temperatura média de 29,2°C, e de janeiro a março de 2011, quando a temperatura média foi de 33,7°C.

Para o primeiro experimento, foram instalados dois ensaios em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições, em que o primeiro fator representa diferentes tipos substrato [T1: solo argiloso (46,0% argila, 10,0% silte, 44,0% areia), T2: areia (100% areia) + solo argiloso (2:1), T3: areia + solo argiloso (1:1) e T4: solo de lavoura (43,5% argila, 7,5% silte, 49,0% de areia)] e o segundo fator o período de armazenamento, equivalente a 0, 30, 60 e 90 dias. Os diferentes tipos de substratos foram peneirados, para a retirada de torrões, e em seguida foram autoclavados duas vezes durante uma hora, a 121°C e colocados em estufa de secagem, para a eliminação total da umidade.

As populações de *P. brachyurus* foram coletadas em lavoura comercial de soja no município de Rio Verde – GO, e foram utilizadas duas formas de inoculação do nematoide: suspensão líquida e raízes de soja infectadas. Para a obtenção do inóculo em suspensão, as raízes coletadas foram lavadas cuidadosamente, cortadas em pedaços de aproximadamente de 1,0 cm e trituradas (Coolen e D’Herde, 1972). O inóculo foi adicionado em cada unidade experimental utilizando suspensão de 5 ml contendo 4000 espécimes de *P. brachyurus*. Para o segundo método de inoculação, as raízes foram picadas (1 cm) e homogeneizadas, inoculando-as diretamente no substrato. Uma alíquota foi submetida ao processo de extração e quantificação de nematoides, cuja população foi igual a 3600 nematoides/g de raiz.

Cada unidade experimental constituiu-se de um recipiente plástico com capacidade para 100 cm<sup>3</sup>, contendo o substrato e o inóculo (suspensão de nematoides ou raízes infectadas), em seguida foram armazenados em casa de vegetação por 30, 60 e 90 dias, sem qualquer irrigação durante esse período.

Após cada período, realizaram-se as avaliações do número de nematoides sobreviventes. Nos tratamentos em que se utilizaram a suspensão, os nematoides foram extraídos do solo de acordo com técnica descrita por Jenkins (1964) e nos que receberam raízes infectadas procedeu-se à extração de nematoides do sistema radicular (Coolen e D’Herde, 1972) e de nematoides do solo (Jenkins, 1964), determinando assim o número total de *P. brachyurus* presente em cada parcela.

O segundo experimento foi conduzido da mesma maneira que o primeiro, no entanto, utilizaram-se os substratos: T1: solo de brejo (21% argila, 10,0% de silte, 69,0% de areia), T2: areia (100% areia), T3: areia + solo de lavoura (1:1) (11,0% argila, 10,0% silte, 79,0% areia) e T4: solo de mata (38,5% argila, 7,5% silte, 54,0% areia). Nesse experimento utilizou-se suspensão de 5ml contendo 2500 nematoides ou 2,5 g de raiz de soja infestada com 2000 nematoides, com sete repetições para cada tratamento.

Para a análise estatística dos dados, as médias do número de nematoides para cada tipo de inoculação,

Tabela 1. Número de espécimes de *Pratylenchus brachyurus* inoculados por suspensão aquosa e raízes infectadas em diferentes tipos de substrato após diferentes períodos de armazenamento em dois experimentos.

	Suspensão aquosa*			Raízes infectadas <sup>NS</sup>		
	Períodos de armazenamento					
	30	60	90	30	60	90
1º Experimento**						
Argiloso	180,5 b	110,0 a	80,8 a	348,8	267,5	221,0
Areia + solo argiloso (2:1)	241,5 b	197,5 a	94,5 a	438,3	392,5	219,0
Areia + solo argiloso (1:1)	438,0 a	208,0 a	143,5 a	529,8	364,0	235,5
Solo de lavoura	549,3 a	165,3 a	119,3 a	319,8	368,3	241,8
2º Experimento***						
Solo de brejo	324,2 a	100,3 a	48,6 a	296,7	300,7	148,0
Areia	215,2 b	88,8 a	48,6 a	328,1	248,3	103,9
Areia + solo de lavoura (1:1)	401,8 a	64,0 a	57,6 a	420,6	255,3	127,1
Solo de mata	401,7 a	116,3 a	77,0 a	435,0	201,3	102,9

\* Dentro de cada experimento, médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (Teste Tukey), dados foram transformados em  $\sqrt{(x+1)}$ . <sup>NS</sup> Não significativo ao Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. \*\* Pi no primeiro experimento: 4.000 e 3.600 espécimes para inoculação com suspensão aquosa [CV (%) = 8,35] e raízes infectadas [CV (%) = 9,00], respectivamente. \*\*\* Pi no segundo experimento: 2.500 e 2.000 espécimes para inoculação com suspensão aquosa [CV (%) = 9,59] e raízes infectadas [CV (%) = 12,28], respectivamente.

suspensão líquida e raízes de soja infectadas, foram transformadas em  $\sqrt{(x+1)}$  e comparadas separadamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, através do programa Sisvar (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS

A análise de variância da interação entre tipo de substrato e período de armazenamento revelou ser significativa ( $P \leq 0,05$ ) em ambos os experimentos, quando a inoculação foi feita por suspensão líquida. Os resultados do desdobramento dentro de cada nível de período de armazenamento são apresentados nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

Houve diferença significativa na sobrevivência do nematoide dentro de cada tipo de substrato somente aos 30 dias de armazenados (Tabela 1). Aos 30 dias após a inoculação por suspensão, os substratos contendo solo de lavoura e areia + solo argiloso (1:1) apresentaram maior número de *P. brachyurus*, 549,3 e 438,0, respectivamente. No período de 60 dias, o número de nematoides recuperados nos substrato areia + solo argiloso nas proporções 1:1 e 2:1 foram superiores ao substrato argiloso. No período de 90 dias apenas o substrato contendo areia + solo argiloso 1:1 apresentou maior sobrevivência do nematoide em relação ao substrato contendo solo argiloso (Tabela 1).

No segundo experimento, a relação entre

sobrevivência de *P. brachyurus* e o tipo de substrato, mostrou-se significativa apenas aos 30 dias, resultado semelhante ao observado no primeiro (Tabela 1). Após 30 dias, as quantidades de nematoides recuperados dos substratos variaram de 401,8 a 215,2, para areia + solo de lavoura (1:1) e areia, respectivamente. O substrato contendo solo de lavoura garantiu maior sobrevivência aos 60 e 90 dias de inoculados, no qual foram recuperados 116,3 e 119,3 nematoides, respectivamente (Tabela 1).

Na figura 1 demonstrou-se a sobrevivência de espécimes de *P. brachyurus* inoculados por suspensão, em relação a cada período de armazenamento dentro de cada nível de substrato, realizado no primeiro experimento. Observou-se que houve redução acentuada do nematoide aos 30 dias após a inoculação, independente do tipo de substrato, e a sobrevivência do nematoide continuou decaindo à medida que aumentou o período de armazenagem. Aos 30 dias, a maior redução na população do nematoide ocorreu quando a inoculação foi feita no substrato contendo solo argiloso, equivalente a 95,5%; enquanto aos 60 e 90 dias as reduções foram de 97,3 e 98,0%, respectivamente, para o mesmo substrato. O substrato contendo areia + solo argiloso garantiu maior sobrevivência do nematoide, com redução de 89% aos 30 dias, passando para 94,5% aos 60 dias e 96,4% no último período de armazenagem (Figura 1).

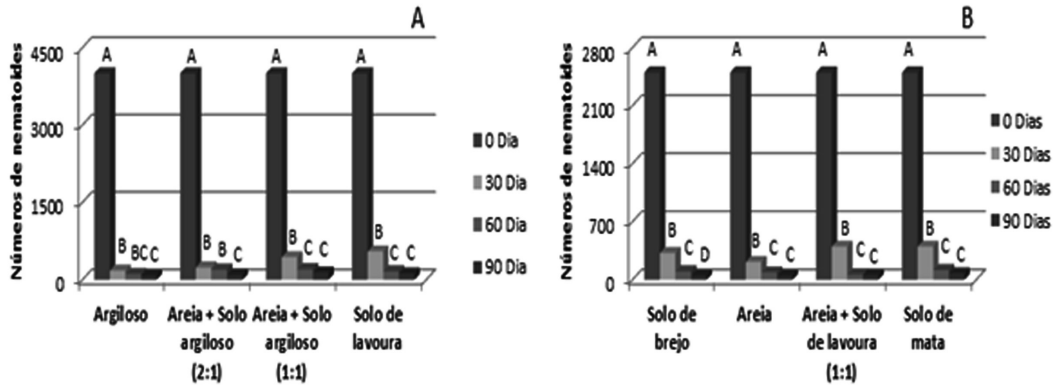


Figura 1. Número de espécimes de *Pratylenchus brachyurus* inoculados via suspensão aquosa em diferentes períodos de armazenamento e em diferentes substratos. Em A primeiro experimento [CV (%) = 8,35] e B segundo experimento [CV (%) = 9,59]. Em cada substrato, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (Teste Tukey).

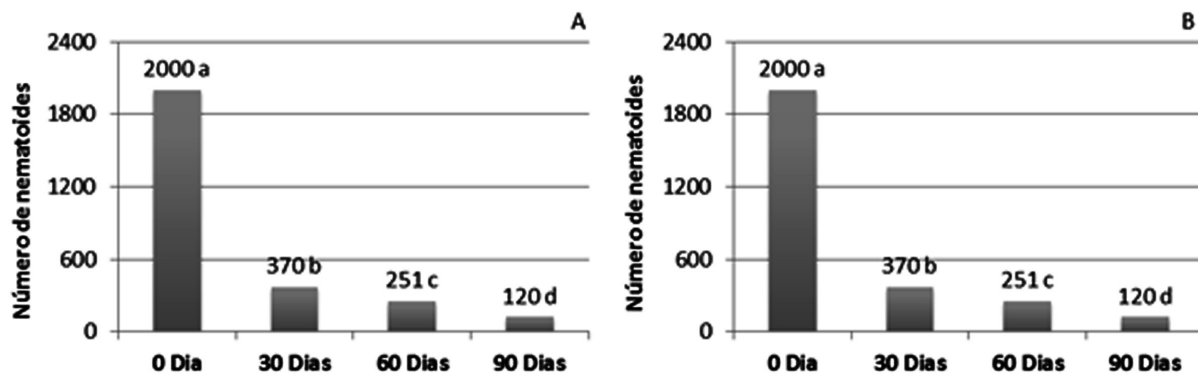


Figura 2. Número de espécimes de *Pratylenchus brachyurus* inoculados via raízes infectadas em diferentes períodos de armazenamento. Em A primeiro experimento [CV (%) = 9,0] e B segundo experimento [CV (%) = 12,28]. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (Teste Tukey).

No segundo experimento com inoculação por suspensão, também foi observada a redução na população inicial após os períodos de armazenamento, essa redução ocorreu em todos os substratos (Figura 1), sendo que os substratos contendo areia + solo de lavoura (1:1) e solo de mata foram os que garantiram maior sobrevivência do nematoide aos 30 dias, com 401,8 e 401,7, espécimes respectivamente, com redução de 91,4% da população inicial no substrato contendo areia. Aos 90 dias a redução no número de nematoides variou entre 98,1%, para os substratos contendo solo de brejo e areia, a 96,9%, para o solo de mata (Figura 1).

Quando se realizou a inoculação do substrato com raízes infectadas com *P. brachyurus*, a análise de variância não foi significativa ( $P \geq 0,05$ ) para o fator substrato e a interação de sobrevivência em diferentes substratos sob os diferentes períodos de armazenamento, tanto no primeiro quanto no segundo experimento (Tabela 1). Portanto, ao analisar o fator período de armazenamento, verificou-se diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) em ambos: os experimentos (Figura 2).

No primeiro experimento a redução observada na população de nematoides aos 30 dias foi de 88,64%, estendendo para 90,33 e 93,63% nos períodos de 60 e

90 dias de armazenamento, respectivamente (Figura 2). As reduções na população de nematoides no mesmo período, no segundo experimento, foram de 81,49% aos 30 dias, enquanto que aos 60 e 90 dias, as reduções foram de 87,43 e 93,98%, respectivamente (Figura 2).

O enrolamento dos nematoides, uma característica associada com a anidrose, foi observado em *P. brachyurus* para todos os períodos de armazenamento e em todos os substratos avaliados no presente estudo e em ambos os experimentos.

## DISCUSSÃO

Observou-se, em ambos os experimentos, a capacidade de sobrevivência de *P. brachyurus*, sem a presença de plantas hospedeiras em diferentes tipos de substrato na forma livre ou no interior de raízes, com escassez de umidade por um período de 90 dias. Muitos estudos a respeito da sobrevivência de *Pratylenchus* spp. têm mostrado que o nematoide das lesões radiculares pode sobreviver por longos períodos em condições de baixa umidade no solo (Feldmesser *et al.*, 1960; Glazer e Orion, 1983; Mani, 1999). Nessas condições, os nematoides estão no estado de quiescência chamado

de anidrobiose, em que a atividade metabólica diminui para níveis não detectáveis e a energia do organismo é conservada (Cooper e Van Gundy, 1971; Wharton *et al.*, 2000). Há muitos anos a capacidade de sobrevivência de *P. brachyurus* e de outras espécies de nematoides das lesões vem sendo pesquisada e já se observou que esse parasito sobreviveu por 21 meses em solo em pousio sob casa de vegetação (Feldmesser *et al.*, 1960). Segundo Tsai (2008), *P. coffeae* permaneceu em anidrobiose por um período de nove meses, com sobrevivência de 36,1%, mecanismo este também constatado para *P. thornei* Sher e Allen (Storey *et al.*, 1982 a, b) e *P. mediterraneus* Corbett (Glazer e Orion, 1983). *Pratylenchus jordanesis* Hashim sobreviveu por 380 dias em área de pousio e por 270 dias sob condições de laboratório em solo úmido, já em solos secos à sombra a sobrevivência do nematoide foi de 272 e em solos mantidos naturalmente a 30°C, por 124 dias (Mani, 1999).

No primeiro experimento com o nematoide inoculado por suspensão observou-se que o solo argiloso foi o que promoveu maior redução da população do parasito (97,98%) após 90 dias de armazenagem, o que demonstra que a textura do solo pode influenciar na sobrevivência do mesmo, que parece ser favorecida por solos com textura arenosa ou média, conforme foi anteriormente observado por Endo (1959). A sobrevivência de *P. penetrans* Cobb também foi relacionada positivamente com o aumento do teor de areia no solo (Jordaan *et al.*, 1989). Por outro lado, no segundo experimento realizado com suspensão de nematoides e para ambos os experimentos em que se inoculou raízes, não houve diferença na sobrevivência entre os tipos de solo após 90 dias, mostrando a habilidade de o nematoide sobreviver em substratos com diferentes teores de areia. Um dos fatores que pode ter contribuído para que isso ocorresse foi a baixíssima umidade presente nos substratos.

Houve uma rápida diminuição da população de *P. brachyurus* aos 30 dias, em ambas as épocas, a sobrevivência foi em média de 8,8% e de 13,42% na primeira e segunda época, respectivamente, quando inoculados por suspensão. Essa rápida redução pode ser explicada pela baixa umidade dos substratos, uma vez que a sobrevivência de nematoide é melhor se a perda de umidade ocorrer lentamente e a maioria das espécies são mortas quando há perda rápida da mesma (Demeure e Freckman, 1981; Barrett, 1991). Para *P. penetrans*, por exemplo, 35 a 73% da população sobreviveram aos 30 dias, quando a perda de umidade era lenta, no entanto, quando a perda de umidade no solo era mais rápida, a sobrevivência do nematoide reduziu para 7 a 13% no mesmo período (Crowe e Madin, 1975). De acordo com os autores, a baixa sobrevivência de *P. penetrans* no solo, quando a perda de umidade é rápida, pode ser resultado da rápida desidratação do nematoide.

Comparando-se os métodos de inoculação, suspensão líquida e fragmentos de raiz, em cada um dos substratos e considerando o mesmo tempo de

armazenagem, observou-se que sobrevivência de *P. brachyurus* foi favorecida pela inoculação com fragmentos de raiz. Trinta dias após a inoculação por suspensão no primeiro experimento a sobrevivência foi de 4,5 (solo argiloso) a 11% (areia + solo argiloso 1:1) e no mesmo período, a sobrevivência foi de 9,7% no solo argiloso e de 14,7% no substrato areia + solo argiloso 1:1, quando a inoculação foi feita com raiz. Aos 90 dias, a média de sobrevivência do *P. brachyurus* foi de 2,8% para os substratos que receberam inoculação por suspensão e de 6,37% naqueles que receberam raiz. O mesmo foi observado no segundo experimento.

A porcentagem de *P. brachyurus* que sobreviveu no interior das raízes de soja aos 30 dias foi de 11,36 e 18,51% no primeiro e segundo experimento, respectivamente, e mesmo após 90 dias em solo seco, ainda havia mais de 6,0% de nematoides viáveis nas amostras, o que mostra que as raízes na entressafra servem como fonte de inóculo para a safra seguinte, fato anteriormente constatado para outras espécies de *Pratylenchus* (Egunjobi e Bolaji, 1979; Glazer e Orion, 1983; Swanepoel *et al.*, 1987).

A característica de enrolamento de *P. brachyurus* observada neste experimento, também foi verificado em *P. thornei* (Glazer e Orion, 1983), *P. penetrans* (Townshend, 1984) e *P. coffeae* (Tsai, 2008), além de outros gêneros, como *Aphelenchus avenae* (Bastiane), *Scutellonema brachyurus* (Steiner) Andrassy (Demeure *et al.*, 1979), *Tylenchorhynchus* ssp. (Townshend, 1987) e *Rotylenchulus reniformis* Linford e Oliveira (Tsai, 1978). A habilidade de algumas espécies de *Pratylenchus* submeter-se ao estágio de anidrobiose é uma das razões pela qual esse nematoide é difícil de controlar em área infestada (Castillo e Vovlas, 2007). Desta forma, a compreensão da relação entre umidade e sobrevivência de nematoides poderá ajudar no desenvolvimento de estratégias eficientes para o controle dos mesmos.

## LITERATURE CITED

- Barret, J. 1991. Anhydrobiotic nematodes. Pp. 161-176 in K. Evans, ed. *Agricultural Zoology Reviews*. Vol. 4. Andover, UK, Intercept.
- Castillo, P., and N. Vovlas. 2007. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management. Leiden, The Netherlands, Brill, 529p.
- Coolen, W.A., and C. J. D'Herde. 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent, Belgium, State Agricultural Research Center, 77 p.
- Cooper, A. F. J., and S. D. Van Gundy. 1971. Senescence, quiescence, and cryptobiosis. Pp. 297-318 in B. M. Zuckerman, W. F. Mai, and R. A. Rohde, ed. *Plant Parasitic Nematodes*. New York, Academic Press.
- Crowe, J. H., and K. A. C. Madin. 1975. Anhydrobiosis in nematodes: evaporative water loss and survival. *Journal of Experimental Zoology* 193:323-334.

- Demeure, Y. 1980. Biology of the plant-parasitic nematode *Scutellonema cavenessi* Sher, 1964: anhydrobiosis. *Revue Nematology* 3:283-290.
- Demeure, Y., and D. W. Freckman. 1981. Recent advances in the study of anhydrobiotic nematodes. Pp 205-226 in *Plant parasitic nematodes*. B. M. Zuckerman, W. F. Mai, and R. A. Rohde, ed. New York, Academic Press.
- Demeure, Y., D. W. Freckman, and S. D. Van Gundy. 1979. Anhydrobiotic coiling of nematodes in soil. *Journal of Nematology* 11:189-195.
- Egunjobi, O. A., and E. T. Bolaji. 1979. Dry season survival of *Pratylenchus* spp. in maize fields in Western Nigeria. *Nematologia Mediterranea* 7:129-135.
- Endo, B. Y. 1959. Responses of root-lesion nematodes, *Pratylenchus brachyurus* and *P. zaeae*, to various plant and soil types. *Phytopathology* 49:417-421.
- Evans, A. A. F., and R. N. Perry. 1976. Survival strategies in nematodes. Pp. 383-424 in A. Croll, ed. *The Organization of Nematodes*. London, Academic Press.
- Feldmesser, J., W. A. Feder, R. V. Rebois, and P. C. Hutchins. 1960. Longevity of *Radopholus similis* and *Pratylenchus brachyurus* in fallow soil in the greenhouse. *Anatomical Record* 137:355.
- Ferreira, D. F. 2000. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. Pp. 255-258 in 45<sup>a</sup> Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. São Carlos, SP, UFSCar.
- Freckman, D. W., and R. Mankau. 1986. Abundance, distribution, biomass and energetics of soil nematodes in a Northern Mojave Desert Ecosystem. *Pedobiologia* 29:129-142.
- Freckman, D. W., D. T. Kaplan, and S. D. Van Gundy. 1977. A comparison of techniques for extraction and study of anhydrobiotic nematodes from dry soils. *Journal of Nematology* 9:176-181.
- Freckman, D. W., W. G. Whitford, and Y. Steinberger. 1987. Effect of irrigation on nematode population dynamics and activity in desert soils. *Biology and Fertility of Soils* 3:3-10.
- Glazer, I., and D. Orion. 1983. Studies on anhydrobiosis of *Pratylenchus thornei*. *Journal of Nematology* 15:333-338.
- Grant, J. A., and M. G. Villani. 2003. Soil moisture effects on entomopathogenic nematodes. *Environment Entomology* 32:80-87.
- Grewal, P.S. 2000. Enhanced ambient storage stability of an entomorphogenic nematode through anhydrobiosis. *Pest Management Science* 56:401-406.
- Grewal, P. S., and G. B. Jagdale. 2002. Enhanced trehalose accumulation and desiccation survival of entomopathogenic nematodes through cold pre acclimation. *Biocontrol Science and Technology* 12:533-545.
- Jenkins, W. R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48:692.
- Jordaan, E.M., D. de Waele, and P. J. Van Rooyen. 1989. Endoparasitic nematodes in corn roots in the western Transvaal as related to soil texture and rainfall. *Journal of Nematology* 21:356-360.
- Letini, S. E., and M. V. K. Sukhdeo. 2006. Anhydrobiosis increases survival of *Trichostrongyle* nematodes. *Journal of Parasitology* 92:1002-1009.
- Mai, W. F., E. J. Cairns, L. R. Krusberg, B. F. Lowensbery, C. W. McBeth, D. J. Raski, J. N. Sasser, and I. J. Thomason. 1968. Principles of plant and animal pest control. Control of plant-parasitic nematodes. Washington, National Academy of Sciences.
- Mani, A. 1999. Survival of the root-lesion nematode *Pratylenchus jordanensis* Hashimin a fallow field after harvest of alfalfa. *Nematology* 1:79-84.
- McSorley, R. 1987. Extraction of nematodes and sampling methods. Pp. 13-47 in R. H. Brown, and B. R. Kerry, eds. *Principles and Practice of Nematode Control in Crops*. Sydney, Academic Press.
- Olthof, Th. H. A. 1971. Seasonal fluctuations in population densities of *Pratylenchus penetrans* under a rye-tobacco rotation in Ontario. *Nematologica* 17:453-459.
- Storey, R. M. J., I. Glazer, and D. Orion. 1982a. Lipid utilization by starved and anhydrobiotic individuals of *Pratylenchus thornei*. *Nematologica* 28:373-378.
- Storey, R. M. J., I. Glazer, and D. Orion, D. 1982b. Neutral lipid reserves during starvation and anhydrobiotic survival of *Pratylenchus thornei*. *Nematologica* 28:175-176.
- Swanepoel, V. S., V. L. Hamilton-Attwell, and E. C. Loots. 1987. The use of polyethylene glycol in studying anhydrobiosis of *Pratylenchus zaeae* in infested maize roots. *Phytopathology* 19:369-370.
- Townshend, J. L. 1984. Anhydrobiosis in *Pratylenchus penetrans*. *Journal of Nematology* 16:282-289.
- Townshend, J. L. 1987. Anhydrobiosis in *Pratylenchus penetrans* and *Tylenchorhynchus* sp. in cultivated soil cropped to winter rye. *Journal of Nematology* 19:164-171.
- Treonis, A. M., and D. H. Wall. 2005. Soil nematodes and desiccation survival in the extreme arid environment of the Antarctic Dry Valleys. *Integrative and Comparative Biology* 45:741-750.
- Tsai, B. Y. 1978. Anhydrobiosis of the reniform nematode: survival and coiling. M.S. Thesis. University of Hawaii. 63 pp.
- Tsai, B. Y. 2008. Anhydrobiosis of *Pratylenchus coffeae*. *Plant Pathology Bulletin* 17:17-24.
- Tsai, B. Y., and S. D. Van Gundy. 1989. Tolerance of proto-anhydrobiotic citrus nematodes to adverse conditions. *Revue de Nematologie* 12:107-112.
- Wharton, D. A. 1986. *A Functional Biology of Nematodes*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.

- Wharton, D. A., R. N. Rolfe, and R. N. Perry. 2000. Electrophysiological activity during recovery from anhydrobiosis in fourth stage juveniles of *Ditylenchus dipsaci*. *Nematology*, 2:881-886.
- Womersley, C. 1987. A reevaluation of strategies employed by nematode anhydrobiotes in relation to their natural environment. Pp. 165-173 in J. A. Veech, and D. W. Dickson, ed. *Vistas on Nematology*. Hyattsville, MD, Society of Nematologists.
- Womersley, C., and C. Ching. 1989. Natural dehydration regimes as prerequisite for the successful induction of anhydrobiosis in the nematode *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Experimental Biology* 143:359-372.
- Womersley, C. Z., D. A. Wharton, and L. M. Higa. 1998. Survival biology. Pp. 271-302 in R. N. Perry and D.J. Wright, ed. *The Physiology and Biochemistry of Free-living and Plant Parasitic Nematodes*. Wallingford, CABI Publishing.

---

Received:

26/I/2012

Accepted for publication:

8/V/2012

Recibido:

Acceptado para publicación: