

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

# PROPRIEDADES DO SOLO RELACIONADAS À INUNDAÇÃO PARA O CONTROLE DE FITONEMATOIDES

JOÃO AGUILAR MASSAROTO<sup>1</sup>E OSCAR MITSUO YAMASHITA<sup>1</sup>

Recebido em 14.03.2010 e aceito em 04.08.2011

<sup>1</sup> Prof. Dr. do Departamento de Agronomia, UNEMAT, Avenida Perimetral Rogério Silva s/n, Jardim Flamboyant, Alta Floresta, MT, CEP 78.580-000, e-mail: joao.msrt@gmail.com, yama@unemat.br

---

**RESUMO:** A inundação do solo como tática no manejo de fitonematoides no campo   uma prática eficiente, entretanto, passou a ser difundida recentemente. Trabalhos publicados na literatura especializada comprovaram a eficácia do método, porém, são poucos os relatos abordando os fatores relacionados ao ciclo de vida do patógeno e também aos relacionados ao ambiente de forma mais profunda, buscando elucidar as causas da redu o populacional bem como sua rela o com a inunda o do solo. Nesta revisão, três fatores atuantes sobre o ambiente e os fitonematoides são abordados: disponibilidade de oxigênio, temperatura do solo e pH do solo, buscando fornecer mais clareza aos processos envolvidos quando da utiliza o desta técnica.

**Termos para indexa o:** nematoides, água, infesta o, oxigênio, temperatura, pH

ASPECTS RELATED TO SOIL FLOODING ON PHYTONEMATODES CONTROL

**ABSTRACT:** Soil flooding as a tactic for controlling phytonematodes is an efficient practice and it has been widespread in recent years. Papers published concerning the specialized literature have proved the method efficiency. However, there are few reports on the pathogen life cycle and environmental factors in a wide-ranging way that show the causes of population decrease, and their relationship with flooding. In this revision, three active factors on environment and phytonematodes, are approached: oxygen availability, soil temperature and soil pH, aiming to make it clearer to understand the processes involved when this technique is used.

**Index terms:** nematodes, water, infestation, oxygen, temperature, pH

---

## INTRODU O

A técnica de controle de nematoides por meio da inunda o do solo tem sido usada há algumas décadas, mas se tornou mais conhecida recentemente. Tyler (1933), citado por Barker & Koenning (1998), já sugeria a aplica o do "alqueive úmido" para o controle de nematoides, que, na sua visão, consistia na irriga o da área a ser cultivada em período quente, seguido de descanso de duas a três semanas sem nenhum tipo de a o, para somente então iniciar o cultivo da  rea.

Em um primeiro momento, essa técnica foi aplicada devido   eventos naturais, como chuvas e inunda es. Em experimento com dez g neros de fitonematoides espiralados e reniformes, em três localidades de plantio na Jamaica, Hutton (1978) constatou que, após chuvas que causaram

inundações das áreas, todos os gêneros tiveram suas populações reduzidas de forma acentuada. Sarah (1989) notaram que a população de nematoides foi reduzida drasticamente após chuvas que causaram inundações de 5 a 7 semanas em regiões de cultivo de banana na Costa do Marfim, entre 1976 e 1982, resultando em maior produtividade. Jacq & Fortuner (1978), citados por Sarah (1989), sugeriram a possibilidade da redução na população ser causada pela redução do sulfato, causada por bactérias anaeróbias presentes no solo.

Outras hipóteses para explicar o decréscimo populacional após inundações do solo foram formuladas após a realização de experimentos em condições controladas. Rhoades (1982), em experimento com solos mantidos inundados ou em pousio em cinco diferentes temperaturas, notou que o grau de infectividade de populações de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 estava extremamente baixo tanto no solo em pousio mantido a temperaturas de 25°C e 30°C como no solo inundado. Mateille et al. (1988) conduziram um experimento em condições de inundação, obtendo resultados semelhantes, suspeitando que a falta de alimentação fosse uma hipótese mais provável para o fato. Soriano et al. (2000), avaliando a resistência aos nematoides em cultivares de arroz sob cultivo inundado, concluíram que a inundação prévia da área permitiu maiores produtividades, entre outros motivos, pela redução da população destes organismos na área.

Na presença de umidade suficiente no solo, ocorre o desenvolvimento embrionário do patógeno dentro do ovo, levando à sua eclosão e liberação. Em condições de elevada temperatura e sem cultivo no campo, não existem fontes de alimento para os mesmos, levando ao gasto de suas reservas corporais (lipídeos) e assim perdem sua infectividade, ocorrendo então sua morte (Van Gundy et al., 1967, citado por Dutra et al., 2003).

Dentro do exposto, pode-se dizer que a alta taxa de mortalidade de nematoides quando da inundação do solo infectado deve-se a um conjunto de fatores. Dentre eles se destacam: redução na disponibilidade de oxigênio, aumento da temperatura do solo e pH do solo.

## DESENVOLVIMENTO

Os nematoides necessitam de teor mínimo de oxigênio no solo para que possam desenvolver seu ciclo normalmente.

Cooper et al. (1970), avaliando o efeito de aeração interrompida na reprodução de *Hemicycliophora arenaria* Raski, 1958, utilizando tomateiros como hospedeiro, concluíram que teor de 5% de oxigênio reduziu significativamente a reprodução do patógeno, e abaixo de 4% paralisou completamente sua reprodução.

Cooper & Van Gundy (1970) avaliaram o metabolismo de glicogênio e lipídeos de *Aphelenchus avenae* Bastian, 1865 e *Caenorhabditis* sp. em ambientes aeróbios, microaeróbios e anaeróbios. *A. avenae* sobreviveu por 3 a 4 semanas nos ambientes anaeróbios e microaeróbios, enquanto *Caenorhabditis* sp. não conseguiu sobreviver por mais do que 80 horas. Em condições de

anaerobiose, ambos utilizaram suas reservas de glicogênio; *A. avenae*, após 120 horas, entrou em criptobiose, mas *Caenorhabditis* sp. consumiu todas as suas reservas e morreu. Já em condições de aerobiose, ambos permaneceram com o metabolismo inalterado, metabolizando reservas de lipídeos.

Qiu & Bedding (2000), avaliando a sobrevivência de juvenis de *Steinernema carpocapsae* Weiser, 1955, em condições de deficiência de oxigênio, concluíram que é possível para o patógeno sobreviver em condições de anaerobiose somente por alguns dias, utilizando suas reservas de glicogênio e lipídeos.

Wong & Mai (1973), em experimento para análise do efeito da atmosfera e temperatura do solo na movimentação e infecção de raízes de alface por *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949, observaram que concentrações de oxigênio abaixo de 21% (concentração do ar atmosférico) ou acima de 40% prejudicaram a atividade da espécie (Figura 1).

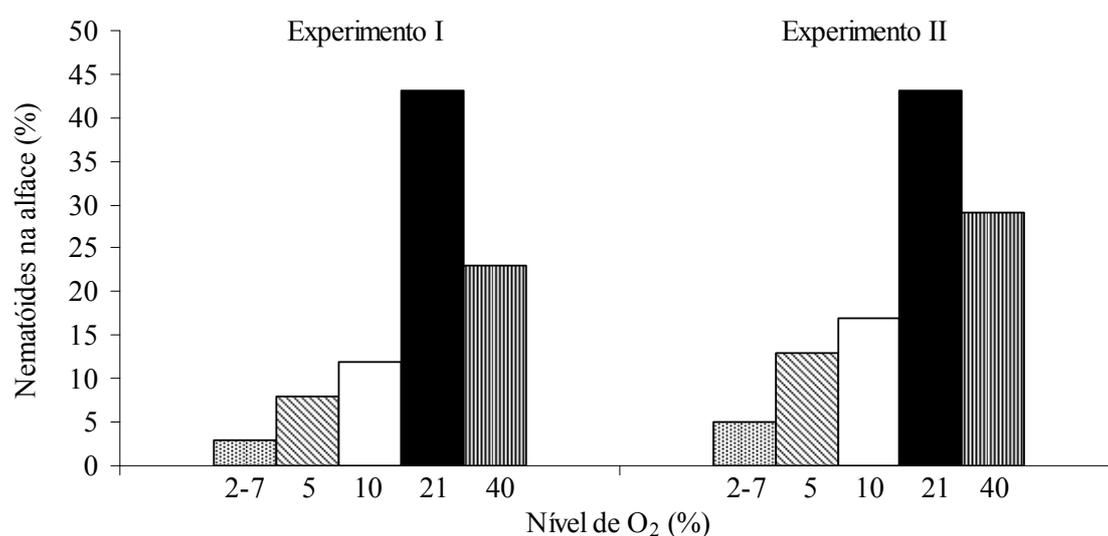


FIGURA 1. Efeito do teor de oxigênio no solo sobre a infecção de raízes de alface por *Meloidogyne hapla*. Adaptado de Wong & Mai (1973).

Robinson et al. (1981) avaliaram o efeito de disponibilidade de oxigênio e temperatura na atividade e sobrevivência de J<sub>4</sub> de *Nothanguina phyllobia* (Thorne, 1934) Thorne, 1961, em suspensão aquosa, e seus resultados demonstraram que, abaixo de 0,8 ppm de O<sub>2</sub> na solução, sua atividade diminuiu significativamente, sendo que abaixo de 0,15 ppm os nematoides perderam completamente sua motilidade. Não houve interação entre temperatura e teor de oxigênio da suspensão.

Robinson & Carter (1986), submeteram juvenis de segundo estágio (J<sub>2</sub>) de *Meloidogyne incognita* à presença de cianeto de sódio (inibidor da respiração) ou condições de hipoxia, em pontos chave dentro de um ciclo de flutuação do potencial osmótico em solução de polietilenoglicol com duração de 48 horas. Em condições de aerobiose, ocorreram deformações na parede corporal dos

nematoides e perda de água corporal quando a pressão osmótica atingiu -500 kPa, porém, em condições hipoxia, os nematoides morreram.

A partir dessas informações, observa-se que, de maneira geral, em condições de anaerobiose ou microaerobiose, os nematoides têm seu metabolismo reduzido, e passam a consumir suas reservas. Normalmente, em período relativamente curto de dias (ou até mesmo horas, para alguns nematoides como *Caenorhabditis* sp.), os patógenos perdem sua infectividade, levando a redução populacional acentuada na área inundada.

Outro fator citado na literatura que colabora para o controle de populações de nematoides é a temperatura do solo. Assim como para o oxigênio, normalmente as espécies apresentam temperatura ótima para cada fase de seu desenvolvimento. Em geral, temperaturas acima de 40 °C levam os nematoides à morte (Campos, 1999).

Laughlin et al. (1969), estudando o desenvolvimento e diferenciação sexual de *Meloidogyne graminis* (Sledge & Golden, 1964) Whitehead, 1968, observaram que as duas características são dependentes da temperatura, tendo as fêmeas se desenvolvido mais rapidamente a uma temperatura de 27 °C. A diferenciação para machos foi de 80% à temperatura de 32 °C, porém, somente de 4% quando a temperatura do solo foi mantida a 27 °C. Em populações pré-expostas à temperatura de 27 °C, a taxa de machos variou entre 0 e 1%, mas quando essa população foi transferida para temperatura de 32 °C, a porcentagem de machos aumentou para 46%. Esses dados demonstram que, para essa espécie, a infectividade será reduzida pela menor taxa de fêmeas quando a população está submetida a temperaturas mais elevadas, em torno de 32 °C, facilmente alcançada em solos inundados em períodos quentes em regiões tropicais.

Towson & Lear (1982) avaliaram a reprodução e motilidade de *Pratylenchus vulnus* Allen & Jensen, 1951, utilizando discos de cenoura como meio de cultura. Concluíram que a temperatura ótima para reprodução foi de 26 °C, enquanto a temperatura ideal para manutenção da motilidade foi de 19 °C, mas não houve diferença significativa na motilidade entre 12 a 27 °C.

Adams et al. (1982) avaliaram o efeito de quatro diferentes temperaturas (15, 21, 27 e 32 °C) no desenvolvimento e reprodução de *Globodera solanacearum* (Miller & Gray, 1972) Behrens, 1975. Para a espécie, a taxa de desenvolvimento, tamanho dos cistos e o número de ovos e larvas nos cistos variaram nas diferentes temperaturas. O ciclo de vida foi completado em 33 dias à 27 °C, 38 dias à 32 °C, 43 dias à 21 °C, e 48 dias à 15 °C (Figura 2). Tanto o número de larvas e ovos por cisto (Figura 3) quanto o tamanho do cisto (Figura 4) foi maior na temperatura de 27 °C. Nas temperaturas entre 15 e 32 °C houve redução no número de ovos e larvas por cisto em comparação ao tamanho dos cistos, sendo que à 15 °C não houve formação de larvas, somente de ovos. Esses resultados comprovaram que a temperatura de 27 °C seria a ideal para o desenvolvimento da espécie.

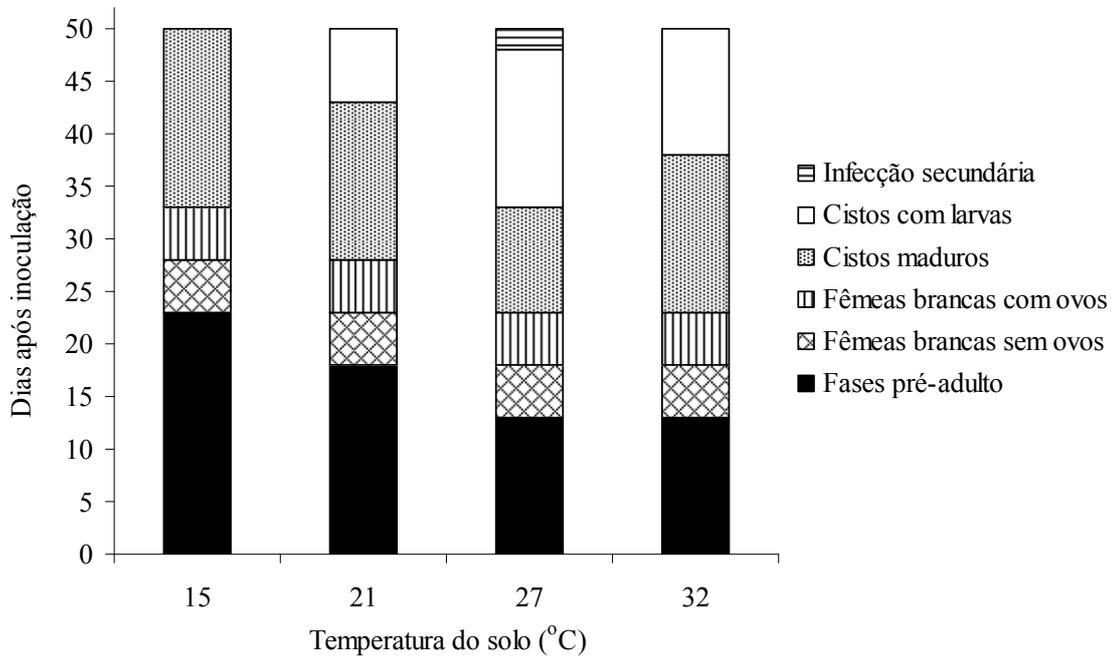


FIGURA 2. Efeito da temperatura do solo no desenvolvimento de *Globodera solanacearum*. Adaptado de Adams et al. (1982).

Rhoades (1982) avaliou o efeito da temperatura na sobrevivência de *Meloidogyne incognita* em vasos contendo solo naturalmente infestado pelo fitonematoide, em condições de inundação e pousio, em casas-de-vegetação com temperatura controlada. O autor

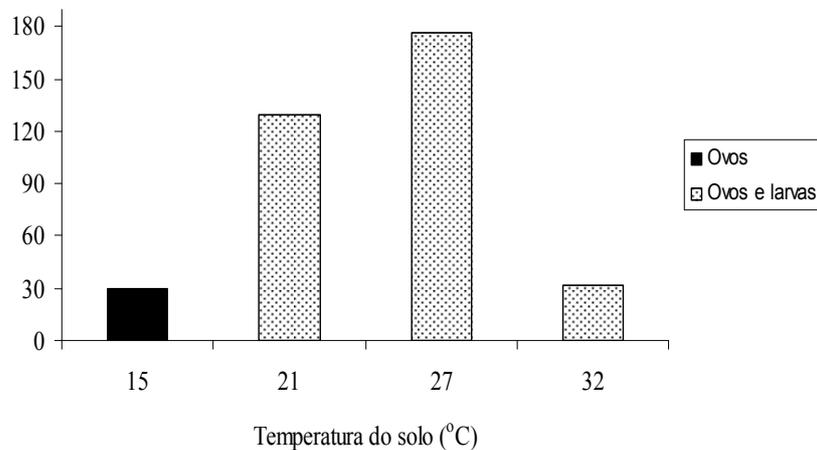


FIGURA 3. Efeito da temperatura do solo no número de ovos e larvas por cisto de *Globodera solanacearum*. Adaptado de Adams et al. (1982).

notou que 4 semanas após submetidos à temperaturas de 10, 15, 20, 25 e 30 °C, as populações permaneceram altas. No entanto, após 8 semanas nas mesmas condições, populações com potencial infectivo permaneciam altas apenas nas temperaturas de 10 e 15 °C, com redução na infectividade à

20 °C e redução ainda mais acentuada nas temperaturas de 25 e 30 °C. Após 12 semanas, a infectividade já era reduzida nas temperaturas de 10 e 15 °C, extremamente baixa na temperatura de 20 °C e praticamente nula em 25 e 30 °C. Resultados semelhantes foram encontrados por Freire et al. (2007), em experimento avaliando o efeito do armazenamento de J<sub>2</sub> de *M. incognita* em solo com diferentes teores de umidade e temperaturas. Os autores concluíram que, após maior infectividade ocorreu com J<sub>2</sub> armazenados no solo a 8 °C e menor a 28 °C.

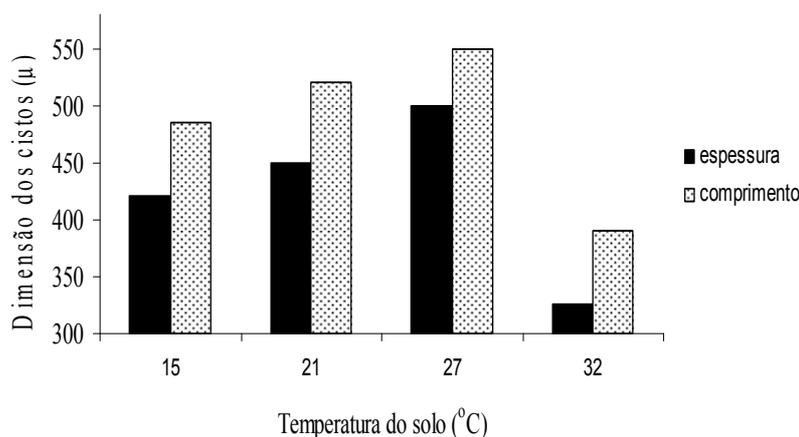


FIGURA 4. Efeito da temperatura do solo nas dimensões dos cistos de *Globodera solanacearum*. Adaptado de Adams et al. (1982).

Em estudo sobre o efeito da temperatura do solo sobre a reprodução de *Meloidogyne chit-woodi* Golden et al. (1980) e *Meloidogyne hapla*, O'Bannon & Santo (1984) observaram que maior número de J<sub>2</sub> para ambas as espécies foram encontrados em temperaturas até 25 °C, havendo decréscimo acentuado quando o solo foi mantido à 30 °C.

Alston & Schmitt (1988), avaliando o desenvolvimento dos estádios de vida de *Heterodera glycines* Ichinohe, (1952) em diferentes temperaturas, concluíram que a temperatura ótima para a embriogênese e eclosão dos ovos, com a menor taxa de mortalidade, é de 24 °C. À temperatura de 36 °C, o desenvolvimento dos ovos ocorreu somente até o estágio de 4 células, e posteriormente morreram.

Diez & Dusenbery (1989), submeteram J<sub>2</sub> de *Meloidogyne incognita* a gradiente de temperatura variando entre 18 e 40 °C, em bandejas plásticas contendo solução ágar, para avaliar a resposta dos nematoides às diferentes condições de temperatura, para identificação da temperatura preferida pela espécie. Cada bandeja foi submetida ao gradiente de temperatura, de modo que os nematoides pudessem se movimentar na solução, buscando condições mais favoráveis. De acordo com a curva de resposta obtida (Figura 5), tanto em temperaturas abaixo de um limite mínimo quanto acima de um limite máximo, os nematoides não se movimentam. Somente dentro de certa faixa de temperatura ocorre a migração para um ponto comum, no caso, temperatura de 30 °C, que se caracteriza como a temperatura preferida pela espécie para se desenvolver.

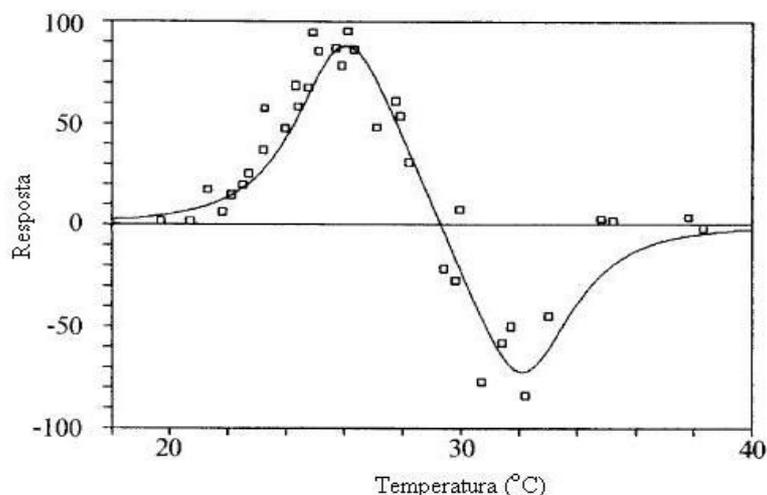


FIGURA 5. Curva de resposta de J<sub>2</sub> de *Meloidogyne incognita* submetidos a gradiente de temperatura. Sinal positivo indica migração para locais mais quentes; sinal negativo indica migração para locais mais frios. Adaptado de Diez & Dusenbery (1989).

Tomminen et al. (1991), em estudo sobre a temperatura de incubação e efeitos do tempo de incubação sobre os estádios de vida de *Bursaphelenchus xylophilus* Steiner & Buhner, 1934 em *Pinus strobus*, observaram que, acima de 40 °C, todos os nematoides morreram dentro de um período de 47 dias.

Em estudo sobre o efeito da temperatura no desenvolvimento de *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941 em raízes de trevo, Mizukubo & Adachi (1997) observaram que a maior taxa de mortalidade de juvenis (58%) ocorreu à temperatura de 30 °C, enquanto a menor taxa (35%) ocorreu à temperatura de 25 °C.

Ploeg (1999), em ensaio sobre a influência da temperatura na multiplicação e eclosão de ovos de *Longidorus africanus* Merny, 1966, observou que, após seis semanas, poucos nematoides foram encontrados no solo exposto à temperaturas abaixo de 23 °C ou acima de 35 °C, sendo 29 °C a temperatura mais adequada para multiplicação do nematoide; temperatura esta na qual a eclosão de juvenis ocorreu em período de tempo mais reduzido.

De modo geral, normalmente temperaturas até 30 °C favorecem o desenvolvimento dos nematoides; acima dessa temperatura, podem ocorrer alterações na eclosão de ovos e desenvolvimento de juvenis. Segundo Tomminen et al. (1991) e Campos (1999), temperaturas acima de 40 °C levam os nematoides à morte. Visto que a temperatura do solo pode atingir valores de até 50 °C em condições naturais (Germino & Wraith, 2003), a temperatura da água presente nesse substrato atinge temperaturas iguais ou superiores à essa, contribuindo para a redução populacional de nematoides da área sob inundação.

Outro fator que deve ser considerado no controle de nematoides por inundação, embora em menor importância do que a disponibilidade de oxigênio e a temperatura do solo e da água, é o pH do solo. Como todos os seres vivos, os nematoides também são afetados pelo grau de acidez ou alcalinidade do meio onde vivem. Em solos inundados, há tendência de alcalinização do solo, devido à baixa disponibilidade de oxigênio. A falta de oxigênio promove consumo de íons H<sup>+</sup> do solo, seguindo

uma seqüência termodinâmica de reações de redução. Esse consumo promove a elevação do seu pH, tornando-o quase neutro ou até mesmo promovendo sua alcalinidade (Furtini Neto et al., 2001).

Burns (1971), avaliando os efeitos do pH em populações de nematoides associadas à soja, conduziu plantas em solos com pH nos valores de 4,0, 6,0 e 8,0. Os nematoides foram extraídos quinzenalmente das raízes das plantas. O número total de nematoides cresceu de modo linear conforme o aumento no valor de pH. Para as espécies *Hoplolaimus galeatus* (Cobb, 1913) Thorne, 1935 e *Xiphinema americanum* Cobb, 1913, bem como para nematoides do gênero *Dorylaimida*, o maior desenvolvimento populacional foi obtido em pH 6,0, ocorrendo, para estes, uma resposta quadrática em relação ao pH do solo.

Estudando os efeitos do pH do solo na reprodução de *Pratylenchus penetrans* e na produção de alfafa, Willis (1972) conduziu o cultivo da espécie por 30 dias em solos com pH ajustados para 4,4; 5,2; 6,4 e 7,3. A reprodução do nematoide foi maior em valores de pH de 5,2 e 6,4, onde também ocorreu a menor produtividade de alfafa devido ao ataque de nematoides nas raízes da cultura.

Kimpinski & Willis (1981), avaliando a influência da temperatura e pH do solo sobre o desenvolvimento de *Pratylenchus penetrans* e *Pratylenchus crenatus* Loof, 1960, concluíram que o aumento do pH de 5,0 para 6,9 promoveu maior população de *P. penetrans*, porém, reduziu a população de *P. crenatus*. O melhor valor de pH para motilidade de *P. penetrans* foi 6,0, enquanto *P. crenatus* obteve boa motilidade para uma faixa de pH entre 5,0 e 6,9.

Sarah et al. (1991), estudando o efeito do pH do solo no desenvolvimento de populações de *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941 em abacaxizeiro na Costa do Marfim, analisou a penetração de nematoides nas raízes em solos com valores de pH variando entre 3,8 e 6,2. Concluíram que as populações do nematóide se desenvolveram mais rapidamente nos solos com o pH mais baixo, favorecendo sua penetração nas raízes. Nos dois experimentos realizados, ficou claro que a taxa de desenvolvimento de populações de *P. brachyurus* é inversamente proporcional ao valor de pH do solo.

A maior parte dos nematóides desenvolve-se melhor em condições de pH entre 5,5 e 6,0, mas algumas espécies preferem valores de pH mais baixos. Considerando que a inundação do solo eleva o pH para valores perto da alcalinidade, ou até mesmo valores acima de 7,0, em condições de inundação, o pH do solo também não favorece o desenvolvimento dos nematoides, colaborando para o controle populacional através desta técnica.

### CONCLUSÃO

O controle de nematoides pela inundação do solo na área no momento em que a mesma não contém vegetação na sua superfície se apresenta como alternativa viável para produtores que tenham a possibilidade de utilizá-la, visto que a população de diversas espécies de fitonematoides é

significativamente reduzida. No entanto, essa técnica também reduz a população de outras formas de vida presentes no solo, como inimigos naturais de pragas, sendo esta uma desvantagem do método.

Além da redução de inimigos naturais, a inundação do solo apresenta outras desvantagens, como a lixiviação de nutrientes, reduzindo a fertilidade do solo. Soma-se a falta de produção agrícola durante o período de inundação (exceto para culturas de cultivo inundado) e a necessidade de infra-estrutura adequada para a aplicação da técnica, notavelmente trabalhosa.

Outra desvantagem, de importância fundamental, é o risco da disseminação do fitopatógeno para áreas vicinais que não estejam contaminadas com fitonematoides, uma vez que o meio que o mesmo usa para se deslocar é a água. Casos de contaminação de áreas já foram relatadas (Faulkner & Bolander, 1970 a,b).

Assim, apesar de ser uma técnica promissora e que produz resultados satisfatórios, a sua adoção deve ser baseada na análise dos recursos humanos e físicos disponíveis e das condições edafoclimáticas e geográficas da área a ser manejada.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, H.S.; OSBORNE, W.W.; WEBER, A.J. Effect of temperature on development and reproduction of *Globodera solanacearum*. **Nematropica**, v.12, n.2, p.305-311, 1982. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN00995444/0012\\_002/00P0266D.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN00995444/0012_002/00P0266D.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2010.
- ALSTON, D.G.; SCHMITT, D.P. Development of *Heterodera glycines* life stages as influenced by temperature. **Journal of Nematology**, v.20, n.3, p.366-372, 1988. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0020\\_003/88\\_47.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0020_003/88_47.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2011.
- BARKER, K.R.; KOENNING, S.R. Developing sustainable systems for nematode management. **Annual Review of Phytopathology**, n.36, p.165-205, 1998. Disponível em: <<http://arjournals.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.phyto.36.1.165>>. Acesso em: 02 jan. 2011.
- BURNS, N.C. Soil pH effects on nematode populations associated with soybeans. **Journal of Nematology**, v.3, n.3, p.238-245, 1971. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0003\\_003/71\\_42.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0003_003/71_42.pdf)>. Acesso em: 24 jan. 2011.
- CAMPOS, V.P. **Manejo de doenças causadas por fitonematoides**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 124 p.
- COOPER, A.F.; VAN GUNDY, S.D. Metabolism of glycogen and neutral lipids by *Aphelenchus avenae* and *Caenorhabditis* sp. in aerobic, microaerobic and anaerobic environments. **Journal of Nematology**, v.2, n.4, p.305-315, 1970. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0002\\_004/70\\_51.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0002_004/70_51.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2011.
- COOPER, A.F.; VAN GUNDY, S.D.; STOLZY, L.H. Nematode reproduction in environments of fluctuating aeration. **Journal of Nematology**, v.2, n.2, p.182-188, 1970. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0002\\_002/70\\_28.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0002_002/70_28.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2011.

DIEZ, J.A.; DUSENBERY, D.B. Preferred temperature of *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology**, v.21, n.1, p.99-104, 1989. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0021\\_001/89\\_13.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0021_001/89_13.pdf)>. Acesso em: 17 jan. 2011.

DUTRA, M.R.; CAMPOS, V.P.; TOYOTA, M. Manejo do solo e da irrigação para o controle de *Meloidogyne javanica* em alface. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.27, n.1, p.29-34, 2003.

FAULKNER, L.R.; BOLANDER, W.J. Agriculturally-polluted irrigation water as source of plant parasitic nematode infestation. **Journal of Nematology**, v.2, n.4, p.368-374, 1970a.

FAULKNER, L.R.; BOLANDER, W.J. Acquisition and distribution of nematodes in irrigation waterways of the Columbia basin in Eastern Washington. **Journal of Nematology**, v.2, n.4, p.362-367, 1970b.

FREIRE, E.S.; CAMPOS, V.P.; DUTRA, M.R.; ROCHA, F.S.; SILVA, J.R.C.; POZZA, E.A. Infectividade de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne incognita* em tomateiro após privação alimentar em solo e água em diferentes condições. **Summa Phytopatologica**, Botucatu, v.33, n.3, p.270-274, 2007.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V.; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p.

GERMINO, M.J.; WRAITH, J.M. Plant water relations influence carbon gain in a grass occurring along sharp gradients of soil temperature. **New Phytologist**, n.157, p.241-250, 2003. Disponível em: <<http://www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1046/j.1469-137.2003.00663.x>>. Acesso em: 18 jan. 2011.

HUTTON, D.G. Influence of rainfall on some plantain nematodes in Jamaica. **Nematropica**, v.8, n.2, p.34-39, 1978. Disponível em: <<http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN00995444/0008/00P0128W.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2011.

KIMPINSKI, J.; WILLIS, C.B. Influence of soil temperature and pH on *Pratylenchus penetrans* and *P. cretanus* in alfalfa and timothy. **Journal of Nematology**, v.13, n.3, p.333-338, 1981. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0013\\_003/81\\_60.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0013_003/81_60.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2011.

LAUGHLIN, C.W.; WILLIAMS, A.S.; FOX, J.A. The influence of temperature on development and sex differentiation of *Meloidogyne graminis*. **Journal of Nematology**, v.1, n.3, p.212-215, 1969. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0001\\_003/69\\_32.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0001_003/69_32.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2011.

MATEILLE, T.; FONCELLE, B; FERRER, H. Lutte contre les nematodes du bananier par submersion du sol. **Revue de Nematologie**, v.11, p.235-238, 1988.

MIZUKUBO, T.; ADACHI, H. Effect of temperature on *Pratylenchus penetrans* development. **Journal of Nematology**, v.29, n.3, p.306-314, 1997. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0029\\_003/97\\_37.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0029_003/97_37.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2011.

O'BANNON, J.H.; SANTO, G.S. Effect of soil temperature on reproduction of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* alone and in combination on potato and *M. chitwoodi* on rotation plants. **Journal of Nematology**, v.16, n.3, p.309-312, 1984. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0016\\_003/84\\_55.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0016_003/84_55.pdf)>. Acesso em: 24 jan. 2011.

PLOEG, A.T. Influence of temperature on multiplication and egg hatching of *Longidorus africanus*. **Journal of Nematology**, v.31, n.1, p.75-80, 1999. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0031\\_001/75.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0031_001/75.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2011.

QIU, L.; BEDDING, R.A. Energy metabolism and survival of the infective juveniles of *Steinernema carpocapsae* under oxygen deficient conditions. **Journal of Nematology**, v.32, n.3, p.271-280, 2000. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0032\\_003/271.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0032_003/271.pdf)>. Acesso em: 24 jan. 2011.

RHOADES, H.L. Effect of temperature on survival of *Meloidogyne incognita* in flooded and fallow muck soil. **Nematropica**, v.12, n.1, p.33-37, 1982. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN00995444/0012\\_001/00P02374.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN00995444/0012_001/00P02374.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2011.

ROBINSON, A.F.; CARTER, W.W. Effects of cyanide ion and hypoxia on the volumes of second stage juveniles of *Meloidogyne incognita* in polyethylene glycol solutions. **Journal of Nematology**, v.18, n.4, p.563-570, 1986. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0018\\_004/86\\_99.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0018_004/86_99.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2011.

ROBINSON, A.F.; ORR, C.C.; HEINTZ, C.E. Effects of oxygen and temperature on the activity and survival of *Nothanguina phyllobia*. **Journal of Nematology**, v.13, n.4, p.528-535, 1981. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0013\\_004/81\\_89.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0013_004/81_89.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2011.

SARAH, J.L. Banana nematodes and their control in África. **Nematropica**, v.19, n.2, p.119-216, 1989. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN00995444/0019\\_002/00P00492.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN00995444/0019_002/00P00492.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2011.

SARAH, J.L.; OSSÉNI, B.; HUGON, R. Effect of soil pH on development of *Pratylenchus brachyurus* populations on pineapple roots. **Nematropica**, v.21, n.2, p.211-216, 1991. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN00995444/0021\\_002/00P0097G.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN00995444/0021_002/00P0097G.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2011.

SORIANO, I.R.S.; PROT, J.C.; MATIAS, D.M. Expression of tolerance for *Meloidogyne graminicola* in rice cultivars as affected by soil type and flooding. **Journal of Nematology**, v.32, n.3, p.309-317, 2000. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0032\\_003/309.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0032_003/309.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2011.

TOMMINEN, J.; HALIK, S.; BERGDAHL, D.R. Incubation temperature and time effects on life stages of *Bursaphelenchus xylophilus* in wood chips. **Journal of Nematology**, v.23, n.4, p.477-484, 1991. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0023\\_004/91\\_73.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0023_004/91_73.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2011.

TOWSON, A.J.; LEAR, B. Effect of temperature on reproduction and motility of *Pratylenchus vulnus*. **Journal of Nematology**, v.14, n.4, p.602-603, 1982. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0014\\_004/82\\_99.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0014_004/82_99.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2011.

WILLIS, C.B. Effects of soil pH on reproduction of *Pratylenchus penetrans* and forage yield of alfalfa. **Journal of Nematology**, v.4, n.4, p.291-295, 1972. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0004\\_004/72\\_47.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0004_004/72_47.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2011.

WONG, T.K.; MAI, W.F. *Meloidogyne hapla* in organic soil: effects of environment on hatch, movement and root invasion. **Journal of Nematology**, v.5, n.2, p.130-138, 1973. Disponível em: <[http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0005\\_002/73\\_33.pdf](http://fulltext10.fcla.edu/DLData/SN/SN0022300X/0005_002/73_33.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2011.

