

Atração e penetração de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* em raízes excisadas de soja

Attraction and penetration of *Meloidogyne javanica* and *Heterodera glycines* in excised soybean roots

Hercules Diniz Campos^I Vicente Paulo Campos^{III} Juliana Resende Campos Silva^{II}
Luiz Henrique Carregal Pereira da Silva^{II} Lilian Simara Abreu Soares Costa^{III*}
Willian César Terra^{IV}

RESUMO

Com vista ao estudo de atração e penetração de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e *Heterodera glycines* (Ichinoe) em soja (*Glycine max* L.), desenvolveu-se uma técnica empregando-se segmento de raiz com 2cm de comprimento. Nos segmentos de raiz de soja infectados, observou-se que a penetração de juvenis de segundo estágio (J_2) de *M. javanica* ocorre pela coifa seguida de migração entre os feixes vasculares do cilindro central. Juvenis de *H. glycines* penetraram, aproximadamente, 15mm da coifa. A região seccionada da raiz de soja atraiu três vezes mais J_2 de *M. javanica* do que a região da coifa, mas esta não foi tão atrativa para J_2 de *H. glycines*. A obstrução conjunta da coifa e do local seccionado reduziu (83%) a penetração de J_2 , tanto de *M. javanica* quanto de *H. glycines*. Quando apenas um desses locais foi obstruído, a outra extremidade livre compensou o processo atrativo. Portanto, as substâncias atrativas são liberadas por essas extremidades. A penetração de J_2 de *M. javanica* foi maior no segmento de raiz quando comparada com a plântula intacta de soja. Entretanto, os J_2 de *H. glycines* penetraram menos em segmentos de raiz e em plântulas sem folhas, quando comparados com plântulas intactas e com as seccionadas no colo. Portanto, na cultivar de soja "Embrapa 20", a atração e os locais de penetração de J_2 de *H. glycines* e *M. javanica* são diferenciados. Esta técnica poderá ser útil nos estudos de atração e penetração de outros nematoides endoparasitas.

Palavras-chave: nematoides, sistema radicular, plântulas, migração.

ABSTRACT

To study the attraction and penetration of *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood and *Heterodera*

glycines (Ichinoe) in soybean (*Glycine max* L.), a technique using 2-cm long root segments was developed. In infected soybean root segments penetration of second stage juveniles (J_2) of *M. javanica* occurred through the root cap following migration between the vascular bundles of the central cylinder. Juveniles of *H. glycines* penetrated about 15mm from the root cap. The cut region of the soybean root attracted three times more J_2 of *M. javanica* when compared to the root cap, but was not as attractive to *H. glycines* J_2 . Sealing both root cap and cut region reduced (83%) the J_2 penetration of *M. javanica* and *H. glycines*. When only one of these penetration sites was sealed the open site compensated attractiveness. These results show that the attractive substances are released by these two penetration sites. The *M. javanica* J_2 penetration was higher in root segments when compared to whole soybean plants. However, *H. glycines* J_2 penetrated less in root segments and in roots of seedlings without leaves when compared to roots of whole soybean plants and roots of plants without the aerial part. In short, attraction and infection sites of *H. glycines* and *M. javanica* J_2 s in soybean cultivar "Embrapa 20" are different and this technique may be useful in studies of attraction and penetration of other endoparasitic nematodes.

Key words: nematodes, root, seedlings, migration.

INTRODUÇÃO

O processo de penetração dos juvenis de segundo estágio (J_2) de *Meloidogyne* spp. e de *Heterodera glycines* (Ichinoe) em raízes de soja têm sido descrito por vários autores (ENDO, 1971;

^IFundação do Ensino Superior de Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.

^{II}Pesquisa e Tecnologia Ltda, Campos Carregal, Rio Verde, GO, Brasil.

^{III}Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), CP 3037, 37200-000 Lavras, MG, Brasil. E-mail: lilianufla@yahoo.com.br. *Autor para correspondência.

^{IV}Departamento de Fitopatologia e Nematologia, UFLA, Lavras, MG, Brasil.

WALLACE, 1973; PROT, 1980; GRUNDLER & WYSS, 1995; HUSSEY & GRUNDLER, 1998; HUSSEY & WILLIAMSON, 1998), mas a partir de observações com poucas evidências experimentais. Meios alternativos de como ocorre a penetração desses J_2 foram sugeridos em alguns estudos (WIESER 1955, 1956; PROT, 1980; LEWIS, 1987). Da mesma forma, ainda se tem dúvidas sobre a possibilidade de penetração do J_2 pela coifa ou através de tecidos laterais da raiz. Outro aspecto obscuro é a possibilidade do J_2 penetrar em raízes com perda da extremidade e presença de tecido meristemático.

Estudos em que a penetração do J_2 é observada no sistema radicular como um todo tornam difícil a interpretação dos resultados. Ao contrário, a utilização de um único segmento de raiz facilita o acompanhamento do J_2 no interior da raiz e permite observar um maior número de indivíduos por local de penetração. Assim, tem-se maior segurança na interpretação dos resultados. Entretanto, em alguns patossistemas, a técnica do uso de segmentos únicos de raiz para estudar a penetração do nematoide ainda precisa ser validada e/ou aprimorada. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver metodologia apropriada, empregando segmentos de raiz para descrever o processo de penetração e migração de J_2 de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e de *H. glycines* em plantas de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo do inoculo

Para a obtenção do inoculo, populações puras de *M. javanica* e de *H. glycines* raça 3, mantidas em casa de vegetação da Universidade Federal de Lavras (UFLA - Lavras, MG), foram multiplicadas, separadamente, na cultivar de soja “Embrapa 20” (Doko RC) durante 30 (*H. glycines*) ou 50 (*M. javanica*) dias. Decorridos esses períodos, as raízes das plantas foram retiradas dos vasos e os ovos extraídos utilizando-se as técnicas de HUSSEY & BARKER (1973) (*M. javanica*) e de DIAS et al. (1999) (*H. glycines*). Para a obtenção dos J_2 , a suspensão de ovos foi colocada em câmara de eclosão e mantida à temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$. Nas inoculações, foram utilizados apenas os J_2 que eclodiram após 72 horas, calibrando-se as suspensões para conterem $100J_2 \text{ mL}^{-1}$.

Obtenção dos segmentos de raiz de soja

Sementes de soja “Embrapa 20”, previamente desinfestadas superficialmente com solução de hipoclorito de sódio (1%) por um minuto, foram colocadas para germinar em bandejas de plástico

contendo areia grossa umedecida, mantidas em sala climatizada a $27 \pm 2^\circ\text{C}$. Para a obtenção dos segmentos de raiz, após oito dias, radículas normais e com bom crescimento foram seccionadas, a 2cm da coifa e transferidas para água, para evitar desidratação.

Experimentos

Estudos sobre penetração, migração e local de parasitismo do J_2 de *M. javanica*, em segmento de raiz de soja

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado com 18 tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 (conjuntos de segmentos de raiz: um, dois ou três desses segmentos) x 6 (épocas de avaliação), com seis repetições. Conforme o tratamento, um, dois ou três segmentos de raiz foram retirados da água, transferidos para tubo de ensaio contendo 30cm^3 de areia fina quartizífera, previamente autoclavada a 120°C por 20 minutos, e inoculados com $100J_2$ de *M. javanica*. Após a inoculação, os tubos ficaram armazenados em sala climatizada para $27 \pm 2^\circ\text{C}$ até o momento das avaliações. Nas avaliações, realizadas às 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas seguintes à inoculação, os segmentos de raiz foram retirados dos tubos com o auxílio de jatos de água, lavados e submetidos a clareamento (hipoclorito de sódio a 1,5%, durante 6 minutos). Uma vez enxaguados em água corrente para eliminar o resíduo de hipoclorito, os segmentos foram transferidos para tubos de vidro e, na sequência, eram cobertos com solução corante (3,5g de fucsina ácida + 250ml de ácido láctico + 750ml de água destilada) diluída em água (1:29). Como proposto por BYRD et al. (1983), os segmentos permaneceram imersos na solução corante durante dois minutos, em banho-maria. Decorrido esse período, foram deixados resfriar, em condições ambientes durante uma noite e, após lavagem para retirar o excesso de corante, retornaram para os tubos. Em seguida, os segmentos foram cobertos com solução de glicerina 1:1 (glicerina pura + água destilada). Permaneceram em repouso nessa condição por, no mínimo, duas horas, quando teve início o preparo de lâminas para as observações sob microscópio ótico. Para a montagem das lâminas, os segmentos foram distribuídos sobre uma pequena gota de glicerina, dispersa entre duas lâminas de microscópio sobrepostas. Em cada uma das épocas de avaliação, foram quantificados os J_2 presentes: 1) dentro do segmento de raiz; 2) na região de crescimento do segmento; e 3) na região do corte do mesmo segmento. Observaram-se, ainda, a orientação do J_2 no processo interno de migração e os locais de penetração.

Efeito da posição do segmento de raiz de soja na penetração dos J_2 de *M. javanica* e de *H. glycines*.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos, dispostos em esquema fatorial 2 (posições dos segmentos dentro dos tubos: para cima ou para baixo) x 2 (posições dos tubos na câmara de crescimento: horizontal ou verticalmente), com seis repetições. Para o estudo, segmentos de raiz de soja foram transferidos (um por recipiente), com a região do corte voltada para cima ou para baixo, para tubos de ensaio contendo 30cm³ de areia fina quartizífera, previamente autoclavada a 120°C por 20 minutos e, em seguida, inoculados com 100J₂ de *M. javanica* ou de *H. glycines*. Após a inoculação, os tubos foram armazenados, na posição horizontal (50%) ou vertical (50%), em câmara de crescimento, ajustada para 27±2°C. Decorridas 72 horas, os segmentos de raízes foram retirados dos tubos e submetidos aos mesmos procedimentos adotados no experimento 1, quando do preparo das lâminas para as observações em microscópio ótico. No presente experimento, a avaliação consistiu na quantificação dos J₂ de *M. Javanica* ou de *H. glycines*, nas regiões de crescimento e de corte do segmento, nas diferentes posições estudadas.

Efeito da obstrução das extremidades do segmento de raiz de soja na penetração dos J₂ de *M. javanica* e de *H. glycines*.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Foram estudados três tipos de obstrução no segmento de raiz de soja: 1) obstrução apenas da coifa; 2) obstrução apenas da região seccionada; e 3) obstrução das duas extremidades. Como testemunha, foram utilizados segmentos sem nenhuma obstrução. Para as obstruções, a coifa e/ou a região seccionada do segmento de raiz foram imersas em parafina, numa extensão de 3mm. Após esses tratamentos (exceto no caso da testemunha), os segmentos foram transferidos (um por recipiente) para tubos de ensaio contendo areia quartizífera, previamente autoclavada a 120°C por 20 minutos, e, na sequência, inoculados com 100J₂ de *M. javanica* ou de *H. glycines*. Após a inoculação, os tubos foram armazenados em câmara de crescimento, ajustada para 27±2°C. Decorridas 72 horas, os segmentos de raízes foram retirados dos tubos e submetidos aos mesmos procedimentos adotados nos experimentos 1 e 2, quando do preparo das lâminas para as observações em microscópio ótico. Neste experimento, foram quantificados os J₂ de *M. Javanica* ou de *H. glycines* presentes na coifa e na região de corte do segmento de raiz.

Estudos sobre a penetração dos J₂ de *M. javanica* e de *H. glycines* em segmentos de raízes e em plantas de soja intactas ou seccionadas.

Os segmentos de raiz foram obtidos a partir do seccionamento, a 2cm da coifa, de radículas normais e com bom crescimento de plantas de soja “Embrapa 20”, cultivadas em sala climatizada, em bandejas contendo areia grossa umedecida. Em outro tratamento, a parte aérea

da planta de soja foi eliminada na região do colo. Como testemunhas, utilizaram-se plântulas de soja normais, bem como plântulas sem folhas, porém com caulículo. Raízes, segmento de raiz e plântulas, sem folhas ou normal, foram transplantados para tubo contendo areia fina quartizífera. Em seguida, cada tubo recebeu 1,0ml de suspensão contendo 100J₂ de *M. javanica* ou de *H. glycines* e foi mantido em sala climatizada a 27±2°C.

Em todos os ensaios, a análise de variância foi realizada com o auxílio do programa Sisvar e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, transformando-se previamente os dados relativos ao número total de J₂ de *M. javanica* e de *H. glycines* em raiz de $(x + 0,5)$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos segmentos de raiz de soja infectados, observou-se que a penetração de juvenis de segundo estágio (J₂) de *M. javanica* ocorre pela coifa, seguida de migração (corpo paralelo aos feixes) entre os feixes vasculares do cilindro central (Figura 1A). Além disso, grande aglutinação de J₂ de *M. javanica* foi observada no local seccionado (Figura 1B). Para os J₂ de *H. glycines*, não ocorreu penetração na região meristemática e nem na coifa. Neste caso, os J₂ aglutinaram-se a 15mm da coifa, em cuja vizinhança observaram-se rupturas na epiderme evidenciando, assim, o local de penetração (Figura 1C).

Não houve interação significativa entre o tempo de penetração de J₂ de *M. javanica* em soja e o número de segmentos de raiz por tubo. Entretanto, maior ($P \leq 0,05$) número de J₂ de *M. javanica* penetrou pela coifa, até 72 horas após a inoculação. Na região seccionada, a penetração foi elevada nos períodos de 12, 72 e 96h e o número de J₂ encontrado na região seccionada foi três vezes maior do que na coifa. Quando se somou o número de J₂ encontrado nos dois locais (coifa e região seccionada), uma maior ($P \leq 0,05$) penetração ocorreu às 12h e 72h (Figura 2A).

Ao analisar o número total de J₂ nos dois locais (coifa e região seccionada), nos tubos com um, dois ou três segmentos, observa-se que uma maior

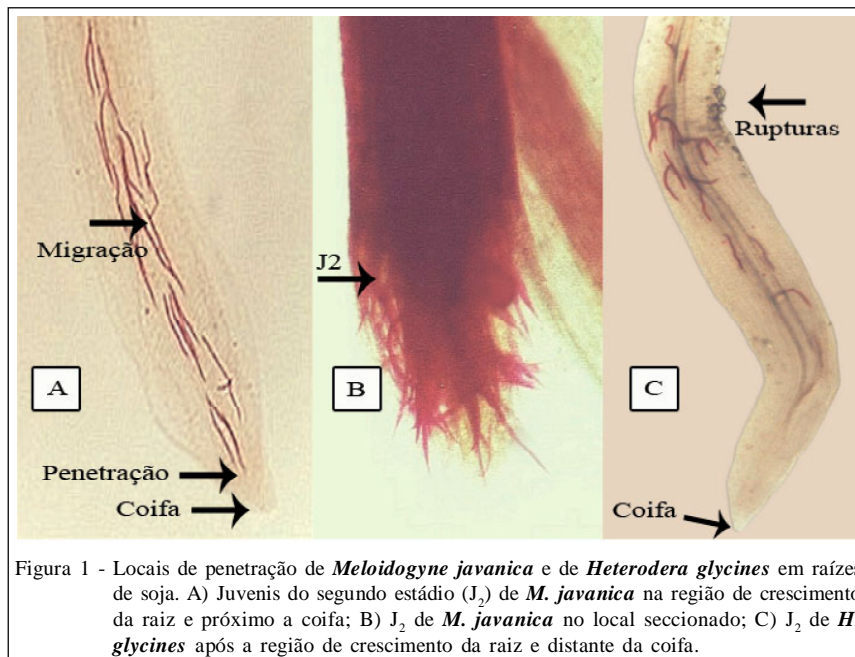


Figura 1 - Locais de penetração de *Meloidogyne javanica* e de *Heterodera glycines* em raízes de soja. A) Juvenis do segundo estágio (J_2) de *M. javanica* na região de crescimento da raiz e próximo a coifa; B) J_2 de *M. javanica* no local seccionado; C) J_2 de *H. glycines* após a região de crescimento da raiz e distante da coifa.

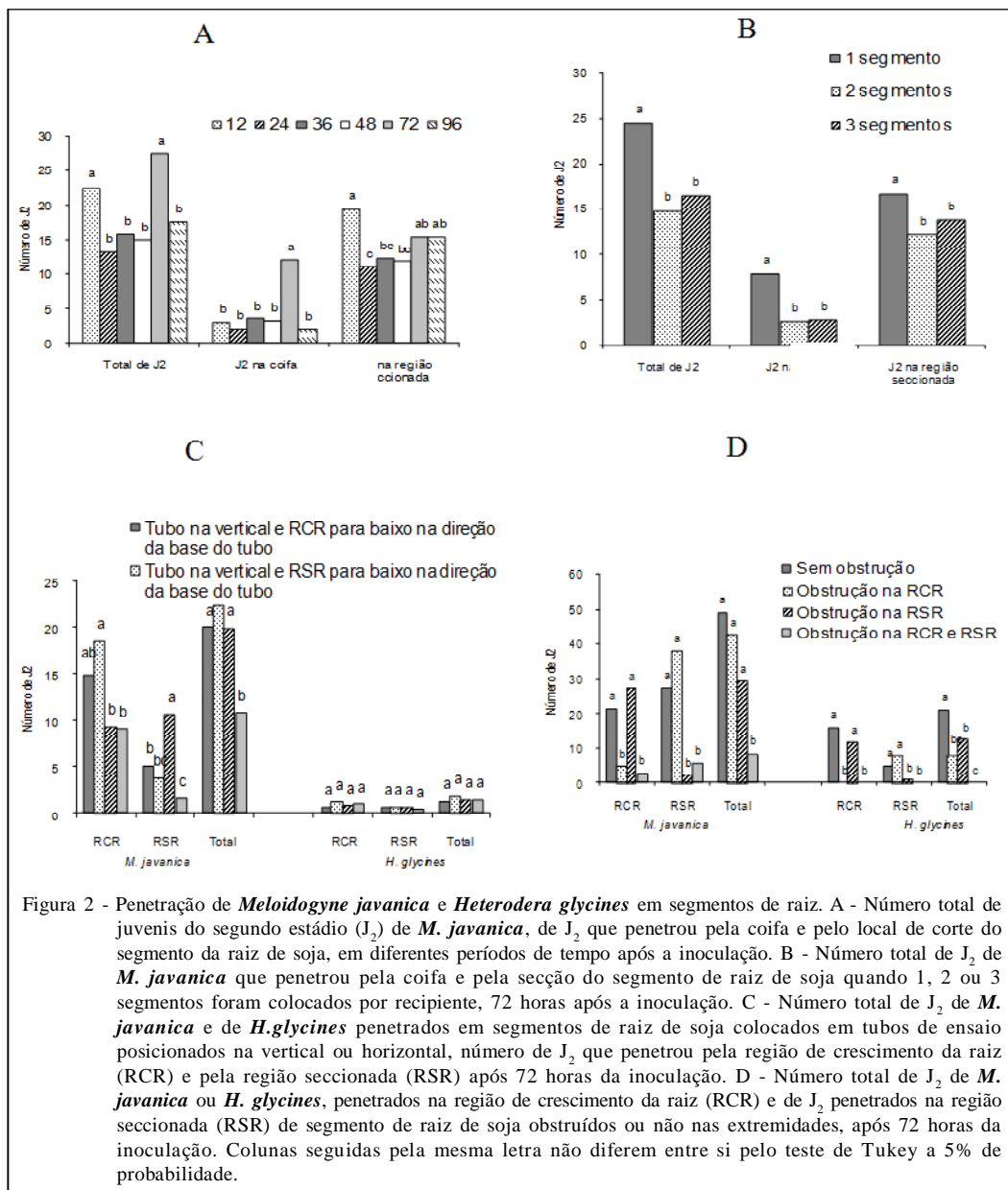
($P \leq 0,05$) quantidade de J_2 ocorreu nos tubos com apenas um segmento de raiz (Figura 2B). A colocação dos tubos com os segmentos de raiz na posição vertical possibilitou maior penetração de J_2 na região de crescimento da raiz do que quando estes permaneceram na horizontal. Na região seccionada, a maior ($P \leq 0,05$) penetração de J_2 ocorreu quando os tubos foram colocados na horizontal e a região do crescimento (coifa) estava voltada para a base do tubo. Mas, no total, menor ($P \leq 0,05$) número de J_2 penetrou quando os tubos foram colocados na horizontal e região seccionada direcionada para a base do tubo. A penetração de J_2 de *H. glycines* no segmento de raiz foi mais baixa do que J_2 de *M. javanica*. Talvez por isso não tenha ocorrido diferença entre as formas de posicionamento dos tubos e dos segmentos para os J_2 de *H. glycines* (Figura 2C).

Três milímetros de obstrução de qualquer região (coifa ou local seccionado) reduziram ($P \leq 0,05$) a penetração de *M. javanica* na extremidade obstruída. A penetração na região seccionada não obstruída foi sempre maior do que na região de crescimento. Mas o total de J_2 de *M. javanica* penetrado nas duas regiões só foi menor ($P \leq 0,05$) quando estas regiões foram, simultaneamente, obstruídas. Comportamento semelhante ocorreu no segmento de raízes inoculado com *H. glycines*. Entretanto, a penetração de *H. glycines* foi mais baixa do que a de *M. javanica*. A região seccionada não foi tão atrativa a J_2 de *H. glycines* quanto para os J_2 de *M. javanica* (Figura 2D).

Quando se comparou a penetração de J_2 em segmentos de raiz de soja com planta, seccionada no colo, sem folha ou intacta, observou-se maior ($P \leq 0,05$) penetração de *M. javanica* em segmentos de raiz do que na planta intacta. Contudo, maior ($P \leq 0,05$) penetração de J_2 de *H. glycines* ocorreu em plantas de soja seccionadas na região do colo e em plantas intactas (Tabela 1).

A aglutinação dos J_2 na região meristemática da raiz foi observada também para J_2 de *M. naasi* em raízes de trigo e aveia (SIDDQUI, 1971) e J_2 de *M. javanica* e *M. hapla* em tomateiro (BIRD, 1959). No presente estudo, a maior atração de J_2 de *M. javanica* pela região seccionada da raiz de soja (Figura 2A), possivelmente, indica que a secção dos vasos condutores de seiva extravasa maior quantidade de substâncias atrativas. Entretanto, não se estudou a natureza dessas substâncias e nem o sucesso do parasitismo dos J_2 que penetraram na região seccionada. Segundo WIESER (1955, 1956), a penetração de J_2 de *M. hapla* só ocorre em raízes intactas.

A maior penetração de J_2 de *M. javanica* em soja verificada nos tubos com apenas um segmento de raiz (Figura 2B), ao que tudo indica, deveu-se a um melhor direcionamento do J_2 . Por outro lado, dois ou mais segmentos alteram esse direcionamento pelo efeito, talvez, de substâncias antagônicas ou até mesmo pela concentração da própria substância atrativa, que, em grandes quantidades, torna-se tóxica ou afeta temporariamente a mobilidade do J_2 . ZHAO et al. (2000)



observaram imobilidade em 80% dos J₂ de *M. incognita*, quando esses foram deixados em contato com exsudato de células de folhas de alfafa, feijão e ervilha. ROCHA et al. (2005) verificaram que o exsudato de soja causou redução na mobilidade e penetração de J₂ de *M. incognita* em raiz de soja.

A redução de 83% verificada na penetração de J₂ de *M. javanica*, devido à obstrução das duas extremidades do segmento (Figura 2D) permite afirmar o seguinte: 1) as substâncias atrativas são liberadas dessas extremidades e influenciam no direcionamento dos J₂ para o local de penetração; 2) a obstrução de

uma das extremidades resulta em aumento da penetração de J₂ na outra extremidade; e 3) a penetração ocorre diretamente nas extremidades e raramente nas laterais do segmento. O fato de a secção da raiz, a 2,0cm da coifa, ter resultado em maior atração de J₂ de *M. javanica*, provavelmente deveu-se à ausência de exsudatos em raízes intactas. Nessas, o exsudato fica concentrado na coifa ou concentra-se em locais seccionados, daí a existência na raiz de zonas de repelência a nematoides (WIESER, 1955, 1956).

Fica evidente que o J₂ de *H. glycines* tem menor atração pelo exsudato, tanto emanado pela coifa

Tabela 1 - Penetração de juvenis do segundo estágio (J₂) de *Meloidogyne javanica* ou de *Heterodera glycines* em segmento de raiz de soja, ou em planta de soja seccionada no colo, sem folhas e intacta.

| Tratamentos | Números de J ₂ de <i>M. javanica</i> * | Números de J ₂ de <i>H. glycines</i> * |
|------------------------------|---|---|
| Segmento de raiz | 50,83 a | 5,33 b |
| Planta sem folhas | 39,83 a b | 8,00 b |
| Seccionada na região do colo | 40,16 a b | 13,50 a |
| intacta | 27,00 b | 16,00 a |
| CV% | 26,41 | 28,69 |

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ou acumulado na região seccionada (Figura 2D), comparado com J₂ de *M. javanica*. Seu hábito de parasitismo, isto é, penetração lateral (HUSSEY & GRUNDLER, 1998) em vez de distal (GRUNDLER & WYSS, 1995), como realizado por *M. javanica*, compensa tal ineficiência.

A maior penetração dos J₂ de *M. javanica* no segmento da raiz (Tabela 1), provavelmente, ocorreu devido ao direcionamento mais preciso desses para uma única fonte de atração. No sistema radicular intacto a diversidade de fontes de atração (pontas de raiz) pode confundir o direcionamento do J₂. Por outro lado, maior número de locais de atração pode resultar na produção de substâncias, que em altas concentrações passam a serem tóxicas ao J₂ de *M. javanica* (ZHAO et al., 2000; CAMPOS et al., 2002; ROCHA et al. 2005). Possivelmente, esse efeito tóxico é menos relevante para o J₂ de *H. glycines*. (Tabela 1).

CONCLUSÃO

A penetração de *M. javanica* ocorre pela coifa e a de *H. glycines* através da região além do alongamento da raiz, a mais ou menos 15mm da coifa. Existem grandes diferenças entre essas duas espécies de nematoides, com relação ao aspecto quantitativo da atração do J₂ para o local de penetração. Maior penetração de *M. javanica* ocorre no segmento de raiz, comparado com todo o sistema radicular. Raízes excisadas podem ser úteis em estudos de atração e penetração de outros nematoides endoparasitas.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro através de bolsa de apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

BIRD, A.F. The attractiveness of roots to plant parasitic nematodes *Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne hapla*. *Nematologica*, Leiden, v.4, n.1, p.322-335, 1959. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/brill/nem>>. Acesso em: 20 set. 2007. doi: ISSN 0028-2596.

BYRD, D.W. et al. An improved technique for clearing and staining plant tissues for detection of nematodes. *Journal of Nematology*, Lawrence, v.15, n.1, p.142-143, 1983. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2618249/pdf/142.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2007. doi: ISSN 0022-300X.

CAMPOS, H.D. et al. Efeito de exsudato radicular de *Brachiaria decumbens* sobre a eclosão e mobilidade de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.27, n.2, p.185-186, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=0100-4158&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 3 ago. 2007. doi: ISSN 0100-4158.

DIAS, W.P. et al. Distribuição de raças de *Heterodera glycines* no Brasil. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA (Ed.). *O Nematóide de cisto da soja: a experiência brasileira*. Jaboticabal: Artsingner, 1999. Cap.6, p.95-103.

ENDO, B.Y. Nematode-induced syncytia (giant cells). Host-parasite relationships of Heteroderidae. In: ZUCKERMAN, B.M. et al. *Plant parasitic nematodes*. New York: Academic, 1971. Cap.2, p.91-117.

GRUNDLER, F.M.W.; WYSS, U. Strategies of root parasitism by sedentary plant parasitic nematodes. In: KOHMOTO, K. et al. *Pathogenesis and host specificity in plant diseases*. Oxford: Elsevier Science, 1995. Cap.2, p.309-319.

HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter*, Saint Paul, v.57, n.2, p.1025-1028, 1973.

HUSSEY, R.S.; GRUNDLER, F.M.W. Nematode parasites of plant. In: PERRY, R.N.; WRIGHT, D.J. *The physiology and biochemistry of free-living and plant-parasitic nematodes*. New York: CABI, 1998. p.213-244.

HUSSEY, R.S.; WILLIAMSON, V.M. Physiological and molecular aspects of nematode parasitism. In: BARKER, K.R. et al. *Plant and nematode interactions*. Hardcover: American Society of agronomy, 1998. p.87-108.

LEWIS, S.A. Nematode-plant compatibility. In: VEECH, J.A.; DICKSON, D.V. (Ed.). *Vistas on nematology*. Hyattsville, M.D.: Society of Nematologists, 1987. p.246-252.

PROT, J.C. Migration of plant parasitic nematodes towards plant roots. *Revue de Nématologie*, Montrouge Cedex, v.3, n.2, p.305-308, 1980.

ROCHA, F.S. et al. Ação de exsudatos radiculares de plantas na eclosão, motilidade, mortalidade e penetração de juvenis de *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.31, n.2, p.187-193, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=0100-5405&nrm=iso&rep=&lng=pt>. Acesso em: 3 ago. 2007. doi: ISSN 0100-5405.

SIDDQUI, I.A. Comparative penetration and development of *Meloidogyne naasi* in wheat and oat roots. **Nematologica**, Leiden, v.17, p.566, 1971. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/brill/nem>>. Acesso em: 20 set. 2007. doi: ISSN 0028-2596.

WALLACE, H.R. **Nematode ecology and plant disease**. New York: Crane, Russak & Company, 1973. 228p.

WIESER, W. The attractiveness of plants to larvae of root nematodes. I. The effect of tomato seedlings and excised roots on *Meloidogyne hapla* Chitwood. **Proceedings of the Helminthological Society**, Wash, v.22, n.2, p.106-112, 1955.

WIESER, W. The attractiveness of plants to larvae of root-knot nematodes. II. The effect of excised bean, eggplant and soybean roots on *Meloidogyne hapla* Chitwood. **Proceedings of the Helminthological Society**, Wash, v.23, n.1, p.59-64, 1956.

ZHAO, X. et al. Species-dependent effects of border cell and root tip exudates on nematodes behavior. **Phytopathology**, Saint Paul, v.90, n.11, p.1239-1245, 2000. Disponível em: <<http://apsjournals.apsnet.org/loi/phyto>>. Acesso em: 24 ago. 2007. doi: ISSN 0031-949X .