

Efeito do tempo, substrato e temperatura na penetração de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* em soja

Hercules Diniz Campos¹, Vicente Paulo Campos², Edson Ampélio Pozza²

¹ Universidade de Rio Verde -FESURV, Faculdade de Agronomia, CP 104, 75910-970, Rio Verde, GO <campos@fesurv.br>; ² Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras -UFLA, CP 37, 37200-000, Lavras, MG.

Data de chegada: 06/05/2004. Aceito para publicação em: 08/09/2005.

1073

ABSTRACT

Campos, H. D.; Campos, V.P.; Pozza, E.A. Effect of timing, substrat and temperature on the penetration of second stage juveniles of *Meloidogyne javanica* and *Heterodera glycines* in soybean roots. *Summa Phytopathologica*, v.32, n. 2, p.156-160, 2006.

At 2 days after inoculation, independent of the substrate used, lower penetration of J2 of *Meloidogyne javanica* was observed compared to the other time points tested. When fine sand was used, greater penetration of J2 of *M. javanica* in soybean roots occurred at 4,4 days after inoculation. By using a mixture of soil and ground sand, the penetration increase was linear between at 2 and 8 days after inoculation. When the fine sand was used number of J2 of *Heterodera glycines*, in the roots was highest at 2 days after inoculation. In the mixture of soil and ground sand, the soybean roots had lowest number of J2 of *H. glycines* at 2 days after inoculation, decreasing evenly toward day 8. At 24° C the penetration of J2 of *M. javanica* was higher ($P \leq 0,05$) regardless of cultivar resistance. However, in the resistant cultivar the penetration was not affected ($P \leq 0,05$) at

temperatures between 24 and 28° C. At 32° C occurred significant decrease in penetration which reached 17,97% of the penetration observed at 28° C and with similar values at 16 and 20° C. In the susceptible cultivar the penetration decrease was significant at 28° C and 32° C, amounting to 34,74% of that at 24° C, and even greater than that at 16 and 20° C. At 12° C penetration was not observed in any of the cultivars used. Considering *H. glycines*, the temperatures of 21,3° C provided great penetration of J2 in the susceptible cultivar and at 22,4° C in the resistant one. The penetration of J2 of *H. glycines* at 12 and 32° C was similar in both susceptible and resistant cultivars, but corresponded approximately to half of that at the temperatures that were better for penetration.

Additional keywords: Root-knot nematode, soybean cyst nematode, parasitism.

RESUMO

Campos, H.D.; Campos, V.P.; Pozza, E.A. Efeito do tempo, substrato e temperatura na penetração de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* em soja. *Summa Phytopathologica*, v.32, n. 2, p.156-160, 2006.

Observou-se que, independente do substrato, aos 2 dias após a inoculação a penetração de juvenis do segundo estágio (J2) de *Meloidogyne javanica* nas raízes da soja foi baixa em comparação com os demais períodos. Em areia fina, maior penetração ocorreu aproximadamente aos 4,4 dias após a inoculação. Na mistura de solo + areia grossa, o aumento foi linear no intervalo de 2 a 8 dias após a inoculação. Na areia fina o número de J2 de *Heterodera glycines* no interior das raízes foi mais alto aos 2 dias da inoculação. Na mistura de solo + areia grossa, ocorreram menor número de J2 de *H. glycines* nas raízes aos 2 dias após a inoculação e tendência de aumento até o 8º dia. Na temperatura de 24° C, ocorreu maior ($P \leq 0,05$) penetração de J2 de *M. javanica* indiferente da resistência da cultivar. Entretanto, na cultivar

resistente a penetração não foi alterada ($P \leq 0,05$) entre 24 e 28° C. A 32° C ocorreu queda significante no número de J2 de *M. javanica* nas raízes chegando a 17,97% daquela em 28° C e semelhante àquelas em 16 e 20° C. Na cultivar suscetível a queda na penetração foi significante aos 28° C e 32° C, da ordem de 34,74% em relação a 24° C, porém ainda mais elevada ($P \leq 0,05$) do que em 16 e 20° C. A 12° C não ocorreu penetração em qualquer cultivar testada. Para *H. glycines*, a maior penetração na cultura suscetível ocorreu à temperatura de 21,3° C e a 22,4° C na resistente. A 12 e 32° C a penetração de *H. glycines* foi semelhante nas cultivares resistente e suscetível, porém correspondendo a aproximadamente metade daquela observada nas melhores temperaturas.

Palavras-chave adicionais: Nematóide de galhas, nematóide de cisto da soja, parasitismo.

Antes de penetrar no hospedeiro os juvenis do segundo estágio (J2) de *Meloidogyne* spp. e de *Heterodera glycines*

movimentam-se pelo solo e são atraídos ao local de penetração na raiz (6, 12). Nesse momento, sofrem influência de fatores físicos, como tem sido demonstrado para alguns substratos e diferentes tipos de solo. (13, 14, 18, 23).

Na superfície da raiz, a penetração do J2 ainda dependerá da temperatura, da umidade, do local e de suas próprias condições de patogenicidade. Com a penetração do J2, inicia-se o processo de parasitismo e e tem continuidade o desenvolvimento do nematóide. Nesse momento, sofrerá o efeito proporcionado pelo hospedeiro. Herman et al. (9) encontraram maior penetração de *M. incognita* em plantas de soja suscetíveis do que em resistentes aos 8 dias após a inoculação. Entretanto, tem-se encontrado em algumas cultivares resistentes de soja emigração do J2 de *H. glycines* raça 5 após 48 horas da inoculação (8) e questiona-se sobre a ocorrência desse fenômeno também nas suscetíveis. Portanto, são vários os fatores que interferem nesse processo de parasitismo.

Desta forma, objetivou-se, neste trabalho, avaliar o tempo para penetração de J2 de *M. javanica* e de *H. glycines* raça 3 em soja crescida sobre dois tipos de substratos bem como o efeito de diferentes temperaturas na capacidade de penetração em cultivares suscetíveis e resistentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção do inóculo de *Meloidogyne javanica* e de *Heterodera glycines*

Meloidogyne javanica foi multiplicado em soja [*Glycine max* (L.) Merrill], cultivar Embrapa 20 (Doko RC), e mantida em vasos em casa de vegetação. Raízes com galhas foram coletadas e os ovos foram extraídos utilizando-se a técnica de Hussey & Barker (11). A suspensão de ovos livres de impurezas foi colocada em câmara de eclosão e mantida em temperatura de $26 \pm 2^\circ \text{C}$. Os J2 obtidos durante as primeiras 48 horas foram descartados e utilizados aqueles produzidos com 72 horas de incubação.

O inóculo utilizado de *H. glycines* foi a raça 3, confirmada através de testes em cultivares e linhagens diferenciadoras, conforme descrito por Niblack (16). Para a sua produção, plantas de soja, cultivar Embrapa 20 (Doko RC), foram inoculadas com ovos e mantidas em vasos de argila em casa-de-vegetação. Trinta dias após, foram retiradas dos vasos e os seus sistemas radiculares colocados sobre peneira de malha de 0,85 mm sobreposta a outra de 0,18 mm, direcionando jatos de água sobre eles para a remoção das fêmeas e cistos. Para obtenção dos ovos (3), as fêmeas e cistos foram rompidos pressionando um bequer sobre eles na própria peneira de 0,18 mm, acoplada a outra de 0,025 mm. Desta forma, os ovos foram recolhidos na peneira de 0,025 mm e submetidos a centrifugação em solução de sacarose composta de 454 g de açúcar por litro de água, a 2000 rpm por 1 minuto, visando-a separá-los das impurezas. Para obter os J2, os ovos foram colocados em câmara de eclosão e mantidos a temperatura de $26 \pm 2^\circ \text{C}$. Os J2 produzidos nas primeiras 48 horas de incubação foram descartados, utilizando-se aqueles com 72 horas.

Efeito do tempo e do substrato na penetração dos juvenis J2

Sementes de soja da cultivar Embrapa 20 foram desinfestadas superficialmente com hipoclorito de sódio (1%) por 1 minuto e colocadas para germinar em bandejas contendo areia gros-

sa umedecida e mantidas em sala climatizada à $27 \pm 2^\circ \text{C}$. Três dias após, as sementes germinadas com radícula de 2 cm foram transferidas para tubos de ensaio contendo 30 cm^3 de areia fina quartizífera ou mistura de solo e areia grossa na proporção de 2:1, umedecidos, e previamente autoclavada a 120°C por 20 minutos. Vinte quatro horas após, infestou-se o substrato de cada tubo com 200 J2 de *M. javanica* ou de *H. glycines* mantendo-os em sala climatizada com temperatura de $27 \pm 2^\circ \text{C}$.

Aos 2, 4, 6 e 8 dias após a inoculação, as plântulas foram retiradas jorrando água nas paredes dos tubos. As raízes e a areia contidas nos tubos foram lavadas sobre um conjunto de peneiras de 0,44 mm sobreposta a de 0,025 mm. O material retido na peneira de 0,025 mm foi recolhido em solução de sacarose (454g de açúcar por litro de água) em tubos de centrífuga, e centrifugados a 1700 rpm por 1 minuto. O sobrenadante foi vertido em peneira de 0,025 mm, enxaguado e recolhido em câmara de contagem. A seguir, quantificou-se o número de J2 de *M. javanica* ou de *H. glycines* recuperado em todo o substrato do tubo. Os sistemas radiculares lavados foram submetidos ao clareamento dos tecidos em hipoclorito de sódio a 1,5% durante 6 minutos, e enxaguados em água corrente. Em seguida, foram transferidos para tubos de vidro onde foi adicionada solução corante diluída até cobrir as raízes. A solução foi preparada com 3,5 gramas de fucsina ácida + 250 mL de ácido láctico + 750 mL de água destilada (adaptado de Byrd et al., 2) e diluída 1:29 (1 mL de solução corante inicial + 29 mL de água destilada). Em seguida, as raízes imersas no corante foram mantidas por 2 minutos em banho-maria com água em ebulição. O resfriamento total foi feito em condições ambiente durante a noite. As raízes foram, então, lavadas para eliminar o excesso de corante e recolocadas nos tubos. Cobriram-se todas as raízes com solução de glicerina 1:1 (glicerina pura + água destilada), as quais foram deixadas em repouso por, no mínimo, duas horas. Em seguida, todas as raízes foram colocadas em lâmina de vidro, adicionando-se sobre elas gotas de glicerina pura. Outra lâmina de vidro foi sobreposta a ela e assim estava pronta para observação ao microscópio de objetiva invertida. Quantificaram-se os números de J2 de *M. javanica* ou de *H. glycines* dentro de cada segmento radicular, obtendo-se o total por sistema radicular.

Foi empregado o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com fatorial 2×4 , utilizando-se 2 tipos de substrato e 4 épocas de avaliação após a inoculação de cada nematóide, com 6 repetições.

Efeito da temperatura na penetração de juvenis J2

Plântulas de soja das cultivares Embrapa 20 (susceptível a *M. javanica* e a *H. glycines*), MGBR-46 (resistente a *M. javanica*) e BRSMG Liderança (resistente a *H. glycines* raça 3) foram crescidas em areia quartizífera em tubos de ensaio. Vinte quatro horas após o transplantio das sementes germinadas para os tubos, infestou-se o substrato de cada tubo com 100 J2 de *M. javanica* ou de *H. glycines*. Em seguida, foram transferidos para câmaras climatizadas ou BODs com temperaturas ajustadas para 12, 16, 20, 24, 28 ou 32°C .

O delineamento empregado foi inteiramente casualizado, em fatorial 2×6 , com duas cultivares e 6 temperaturas fixas, em 6 repetições, para *M. javanica* ou para *H. glycines*.

Aos 4 dias após a inoculação, quantificaram-se os números de J2 recuperados na areia e dentro do sistema radicular, seguindo o mesmo procedimento do item anterior.

A análise de variância, assim como as regressões, foi realizada com o programa SAS version 8 (SAS Intitute Inc., Cary, USA). As fontes de variação significativas pelo teste F foram empregadas para construir os modelos de regressão. Em seguida, foram plotadas as curvas, e os pontos de máxima foram obtidos pela derivada das equações, a qual foi igualada a zero. Para a fonte de variação sem ajuste de modelos empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparar as médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito do tempo e do substrato na penetração de juvenis J2

Numa análise global, observou-se que, independente do substrato, aos 2 dias após a inoculação, a penetração de J2 de *M. javanica* nas raízes da soja foi baixa em comparação com os demais períodos (Figura 1A). Contudo, aos 4,4 dias após a inoculação, em areia fina e de acordo com o ponto de máximo da equação, houve maior penetração de J2 por sistema radicular, com redução acentuada após esse período. No substrato solo + areia grossa o aumento foi linear até o 8º dia após a inoculação (Figura 1A).

O número de J2 recuperados no substrato solo + areia grossa foi maior do que na areia fina (Figura 1B). Entretanto, nos dois substratos, houve redução acentuada na recuperação dos J2 entre 2 e 4 dias da inoculação, tendendo a se estabilizar a partir de então até o 8º dia (Figura 1B). De modo geral, à medida que a penetração aumentou houve tendência de queda no número de J2 recuperados no substrato.

O pequeno número de J2 de *M. javanica* dentro da raiz da soja aos 2 dias indica, possivelmente, pequena eficiência da propagação do fator atrativo ao J2 a partir do local de penetração,

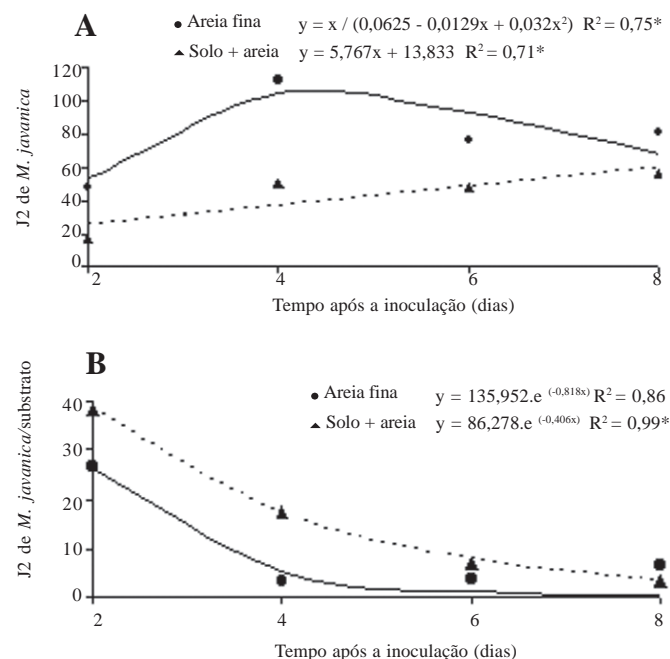


Figura 1. Efeito do tempo após a inoculação na recuperação de juvenis do segundo estágio (J2) de *Meloidogyne javanica* em raízes de soja suscetível crescidas em substrato de areia fina quartizífera ou em mistura de solo + areia grossa. A) Penetração de J2 nas raízes. B) J2 que ficaram no substrato.

ção, aliado a especificidade desse local, pois os J2 tem a ponta da raiz nova como local preferencial de penetração. Daí muitos pesquisadores terem preferido avaliar a penetração a partir do quarto ou quinto dia da inoculação (8, 10, 15, 17). A queda no número de J2 dentro da raiz de soja crescida em areia fina após 6 dias comparado com aquele aos 4 não concorreu ao aumento dos J2 no substrato. Provavelmente não houve emigração, mas sim ineficiência no processo de parasitismo (Figura 1A e B). Gourd et al. (8) também trabalhando com *M. javanica* observaram 25% de penetração em raiz de soja aos 5 dias após a inoculação, entretanto aos dois dias também observaram menor penetração. Para as espécies *M. incognita*, *M. arenaria* e *M. hapla* os autores observaram efeitos semelhantes. Anwar & Mckenry (1) encontraram menos de 50% dos 500 J2 de *M. arenaria* inoculados em mudas de videira suscetível nas raízes aos 4 e 13 dias da inoculação. Herman et al. (10) e Moura et al. (15) encontraram aumento significativo no número de J2 de *M. incognita* em raiz de cultivar de soja suscetível após 4 dias da inoculação; porém, isto não aconteceu com as cultivares resistentes, que mantiveram baixo número de J2 na raiz até 16 dias da inoculação devido a alta taxa de emigração para o substrato após 5 dias da inoculação.

Para *H. glycines*, na areia fina, a maior penetração de J2 nas raízes ocorreu aos 2 dias após a inoculação, decrescendo até os 4 dias (Figura 2A). Ao contrário, na mistura de solo + areia grossa, menor número de J2 nas raízes foi observado aos 2 dias após a inoculação, com tendência de aumento até o 8º dia após a inoculação (Figura 2A). O número de J2 recuperados no substrato areia fina foi semelhante em todos os períodos avaliados (Figura 2B). Entretanto, na mistura de solo + areia grossa houve tendência de redução na recuperação de J2 após 2 dias da ino-

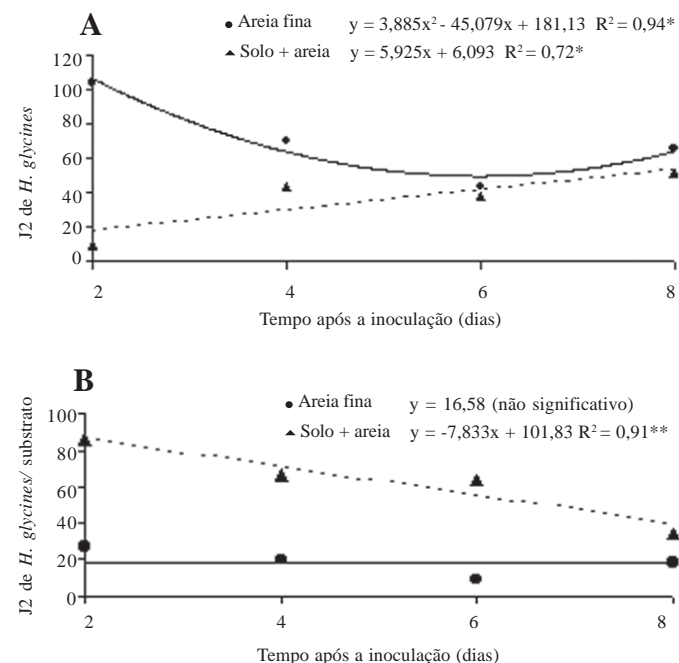


Figura 2. Efeito do tempo após a inoculação na recuperação de juvenis do segundo estágio (J2) de *Heterodera glycines* em raízes de soja suscetível crescidas em areia fina quartizífera ou em mistura de solo + areia grossa. A) Penetração de J2 nas raízes. B) J2 que ficaram no substrato.

culação até o 8º dia. À medida que a penetração aumentou diminuiu o número de J2 no substrato como o ocorrido para *M. javanica*.

Heterodera glycines ao contrário de *M. javanica* foi rapidamente atraído para o local de penetração, devido, talvez, a uma área de atração maior, mais extensa, nas raízes. Todavia, Gourd et al. (8) encontraram maior número de J2 de *H. glycines* raça 5 nas raízes de soja aos 2 dias após a inoculação, enquanto, para a raça 1, isso ocorreu aos 10 dias.

De forma geral, com o substrato areia fina quartzífera ocorreu maior penetração de J2 de *M. javanica* (Figura 1A) ou de *H. glycines* (Figura 2A) nas raízes de soja do que na mistura de solo + areia grossa. Já o número de J2 recuperados na areia fina quartzífera foi menor em relação a mistura de solo + areia grossa (Figura 1B e 2B). Portanto, a argila proveniente do solo em mistura com areia concorreu para reduzir a penetração dos J2. Prot & Van Gundy (18) também observaram menor penetração de J2 de *M. incognita* em raízes de tomate quando o solo tinha acima de 22% de argila e silte e, a partir de 32,7% não ocorreu penetração. Já em plantas cultivadas em solo com maior concentração de areia, Koening et al. (13, 14) observaram maior migração e penetração de *M. incognita* em algodoeiro e de *H. glycines* em soja.

Influência da temperatura na penetração de juvenis J2

Embora não tenha ocorrido ajuste a um modelo estatístico, observou-se que na temperatura de 24° C ocorreu maior ($P \leq 0,05$) penetração de J2 de *M. javanica* independente da resistência da cultivar. Porém, a 32° C ocorreu queda significativa chegando a 17,97% da observada a 28° C e semelhante aquelas a 16 e 20° C (Figura 3). Tanto na cultivar suscetível quanto na resistente, entre as temperaturas de 12 e 20° C, não apresentaram variação na quantidade de J2 penetrados no sistema radicular. A partir de 20° C houve aumento significativo na quantidade de J2 penetrados para a cultivar resistente e a suscetível. As temperaturas que proporcionaram maior penetração foram de 24° C e entre 24 e 28° C para as cultivares suscetível e resistente, respectivamente, a partir daí, houve queda acentuada (Figura 3). Herman et al. (10) avaliaram a penetração de *M. incognita* em cultivares suscetíveis e resistentes de soja apenas sob temperatura de 25° C, e também observaram altas taxas de penetração até o quarto dia após a inoculação em ambas as cultivares.

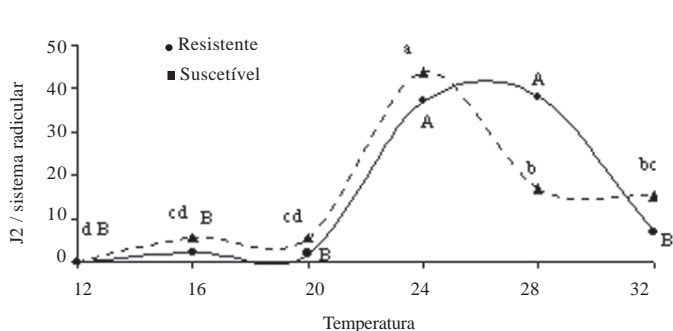


Figura 3. Número de juvenis do segundo estágio (J2) de *Meloidogyne javanica* em raízes de cultivares de soja resistente (MGBR-46) e suscetível (Embrapa 20) crescidas em diferentes temperaturas, após 4 dias da inoculação. Barras seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Acima de 24° C a temperatura para a penetração dos J2 nas raízes de soja ainda pode variar entre espécies de *Meloidogyne*. Gourd et al. (8), trabalhando com as espécies *M. incognita* e *M. javanica*, observaram boa capacidade de penetração em soja suscetível em temperatura variando entre 25° C e 31° C. Resultados semelhantes foram obtidos por Pedrosa et al. (17), quando avaliaram a penetração de *M. arenaria* raças 1 e 2 em genótipos de soja suscetíveis e resistentes nessa faixa de temperatura. No entanto, em raízes de grão-de-bico, Di Vito & Greco (5) observaram que a penetração de *M. artiellia* não foi satisfatória em temperatura de 30° C, quando comparada a 15 e 25° C. De forma general, Taylor & Sasser (21) e Van Gundy (22) sugeriram a faixa de temperatura entre 25 e 30° C como ideal para a penetração de *M. javanica* em seu hospedeiro.

A 12° C não ocorreu penetração em qualquer cultivar testada (Figura 3). Considerando que essa temperatura não ocorreu penetração de J2 de *M. javanica*, a adoção de 10° C como temperatura base para cálculo de graus-dia, como utilizado por Goodell & Ferris (7), não parece ser conveniente, provavelmente houve adaptação dessa população a temperaturas mais elevadas no Brasil.

Para *H. glycines* as temperaturas entre 16 e 28° C proporcionaram boa penetração de J2 independente da resistência ou suscetibilidade da cultivar testada (Figura 4). No entanto, a máxima penetração ocorreu a 21,3° C na cultivar suscetível e a 22,5° C na cultivar resistente. A redução na penetração a 12 e 32° C foi semelhante e também indiferente da reação hospedeiro, porém correspondendo aproximadamente à metade daquela nas temperaturas entre 16 e 28° C. Em temperatura de 12° C os J2 de *H. glycines* penetraram nas raízes das cultivares testadas nas mesmas proporções que em de 32° C (Figura 4). Hamblet et al. (9) e Schmitt & Riggs (19) também observaram que a penetração de *H. glycines* pode ocorrer em temperaturas abaixo de 20° C ou acima de 30° C, porém em baixas proporções. Da mesma forma, Diogo et al. (4) observaram penetração, mas com tendência de redução do número de J2 dentro das raízes, em temperatura mínima de 17° C.

A capacidade de penetração de J2 também pode variar de acordo com a raça do patógeno numa mesma faixa de temperatura. Em temperaturas variando entre 25 a 31° C, Gourd et al. (8),

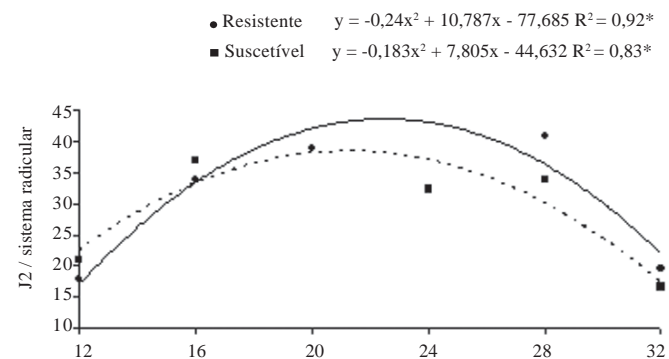


Figura 4. Número de juvenis do segundo estágio (J2) de *Heterodera glycines* penetrados em raízes de cultivares de soja resistente (BRS-MG Liderança) ou suscetível (Embrapa 20), crescidas em diferentes temperaturas, após 4 dias da inoculação.

verificaram que 44% dos J2 da raça 5 de *H. glycines* penetraram em cultivar suscetível contra 24% dos J2 da raça 1.

A reação do hospedeiro caracterizada em resistência e suscetibilidade, não afetou a penetração indicando que o mecanismo que confere resistência é ativado após a penetração. Schmitt & Riggs (20) também encontraram proporções semelhante de penetração de *H. glycines* raça 3 em cultivares resistentes e suscetíveis de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anwar, S.A.; McKenry, M.V. Penetration, development and reproduction of *Meloidogyne arenaria* on two new resistant *Vitis* spp. **Nematropica**, Florida, v.30, n.1, p.9-17, 2000.
2. Byrd, D.W.; Kirkpatrick, T.; Barker, K.R. An improved technique for clearing and staining plant tissues for detection of nematodes. **Journal of Nematology**, Jay, v.15, n.1, p.142-143, 1983.
3. Dias, W.P.; Silva, J.F.V.; Wain, L.A.; Pereira, J.F. Distribuição de raças de *Heterodera glycines* no Brasil. In: Sociedade Brasileira de Nematologia (Ed.) **O nematóide de cisto da soja: a experiência brasileira**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1999. p.95-103.
4. Diogo, A.M.; Sedyama, T.; Lima, R.D.; Sedyama, C.S. Penetração e reprodução de *Heterodera glycines*, raça 3, em algumas espécies vegetais. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.24-33, 1999.
5. Di Vitro, M.; Greco, N. Investigation on the biology of *Meloidogyne artiellia*. **Revue de Nématologie**, Montrouge Cedex, v.11, n.2, p.223-227, 1988.
6. Endo, B.Y. Pathogenesis of nematode-infected plants. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.13, p.213-238, 1975.
7. Goodell, P.B.; Ferris, H. Influence of environmental factors on the hatch and survival of *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology**, Jay, v.21, n.3, p.328-334, 1989.
8. Gourd, T.R.; Schmitt, D.P.; Barker, K.R. Penetration rates by second-stage juveniles of *Meloidogyne* spp. and *Heterodera glycines* into soybean roots. **Journal of Nematology**, Raleigh, v. 25, n. 1, p. 38-41, 1993.
9. Hambleton, M.L.; Slack, D.A.; Riggs, R.D. Temperature effects on penetration and reproduction of soybean-cyst nematode. **Phytopathology**, St. Paul, v.62, p.762, 1972.
10. Herman, M.; Hussey, R.S.; Boerma, H.R. Penetration and development of *Meloidogyne incognita* on roots of resistant soybean genotypes. **Journal of Nematology**, Lake Alfred, v.23, n.2, p.155-161, 1991.
11. Hussey, R.S.; Barker, K.R. A comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease Report**, St. Paul, v.57, n.12, p.1025-1128, 1973.
12. Hussey, R.S.; Grundler, F.M.W. Nematode parasitism of plant. In: Perry, R.N.; Wright, D.J. **The physiology and biochemistry of free-living and plant-parasitic nematodes**. New York: CABI Publishing. 1998. p.213-244.
13. Koenning, S.R.; Anand, S.C.; Wrather, J.A. Effect of within-field variation in soil texture on *Heterodera glycines* and soybean yield. **Journal of Nematology**, Jay, v.20, p.373-380, 1988.
14. Koenning, S.R.; Walters, S.A.; Barker, K.R. Impact of soil texture on the reproductive and damage potentials of *Rotylenchulus reniformis* and *Meloidogyne incognita* on cotton. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.28, n.4, p.527-536, 1996.
15. Moura, R.M.; Davis, E.L.; Luzzi, B.M.; Boerma, H.R.; Hussey, R.S. Post-infectious development of *Meloidogyne incognita* on susceptible and resistant soybean genotypes. **Nematropica**, Florida, v.23, n.1, p.7-13, 1993.
16. Niblack, T.L. The race concept. In: Riggs, E.D.; Wrather, J.A. (Ed.). **Biology and management of the soybean cyst nematode**. St.Paul: APS, 1992. p.73-86.
17. Pedrosa, E.M.; Hussey, R.S.; Boerma, H.R. Penetration and post-infectious development and reproduction of *Meloidogyne arenaria* raça 1 and 2 on susceptible and resistant soybean genotypes. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.28, p.343-351, 1996.
18. Prot, J.C.; Van Gundy, S.D. Effect of soil texture and the clay component on migration of *Meloidogyne incognita* second-stage juvenil. **Journal of Nematology**, Jay, v.13, n.2, p.213-217, 1981.
19. Schmitt, R.D.; Riggs, R.D. Influence of selected plant species on hatching of eggs and development of juveniles of *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.23, n.1, p.1-6, 1991.
20. Schmitt, R.D.; Riggs, R.D. Population dynamic and management of *Heterodera glycines*. **Agricultural Zoology Reviews**, Palo Alto, v.3, p.253-269, 1989.
21. Taylor, A.L.; Sasser, J.N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species)**. Raleigh: North Carolina State University, 1978. 111p.
22. Van Gundy, S.D. Ecology of *Meloidogyne* spp.- emphasis on environmental factors affecting survival and pathogenicity. In: Sasser, J.N.; Carter, C.C. **An advanced treatise on *Meloidogyne***. North Carolina: Academic Press, 1985. v.1, p.177-182.
23. Wallace, H.R. Abiotic influences in the soil environment. IN: Zuckerman, B.M.; Mai, W.F.; Rohde, R.A. **Plant parasitic nematodes**. New York: Academic Press, 1971. v.1, p. 257-280.