

Avaliação da resistência de linhagens de feijoeiro ao nemátode *Meloidogyne javanica* e ao fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*

Sofia R. Costa^{1,2}, Maria Fernandes Martins³, Isabel Mourão¹, Luísa Moura¹

¹ Centro de Investigação de Montanha (CIMO) / Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agrária, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, luisamoura@esa.ipv.pt

² CBMA – Centro de Biologia Molecular e Ambiental, Departamento de Biologia, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal, sofia.costa@esa.ipv.pt

³ Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal,

Resumo

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado há centenas de anos, sendo uma das leguminosas mais consumidas na dieta humana. A produção de feijão diminuiu nos últimos anos devido à ação de agentes patogénicos, dos quais se salientam os nematodes-das-galhas-radiculares (NGR) *Meloidogyne* spp. e o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop) responsável pela murchidão vascular do feijoeiro. A estratégia mais viável para o controle destes patogénios do solo é o uso de cultivares resistentes, que podem ser utilizadas como porta-enxertos de cultivares comerciais suscetíveis.

Com este trabalho pretendeu-se avaliar a resistência/suscetibilidade de linhagens de feijoeiro aos agentes patogénicos de origem edáfica identificados acima, com testes-padrão em condições controladas, com o objetivo de identificar linhagens com potencial utilização como porta-enxertos de feijoeiro.

As linhagens X08, X09, X10 e X15 de *Phaseolus coccineus* L. (espécie botanicamente próxima do feijoeiro comum), disponibilizadas pelo viveiro Aromas & Flores, Torres Vedras, foram suscetíveis ao NGR *Meloidogyne javanica*, ao permitirem a reprodução de nemátodes e sofrerem danos significativos nas raízes. No entanto foi possível detetar um potencial de resistência na linhagem X09, que registou valores de infeção das raízes e reprodução dos nemátodes comparáveis aos obtidos para feijoeiros resistentes. As plantas de *P. vulgaris* (Oriente) e de *P. coccineus* (X08, X09, X10 e X15) avaliadas quanto à severidade da doença causada pela estirpe FA-15 de Fop, não manifestaram sintomas da doença até 40 dias após inoculação das raízes. Estes resultados contrariam a suscetibilidade observada em condições de produção comercial de feijão-verde da cultivar “Oriente”, da qual se isolou a estirpe patogénica.

Para que a enxertia possa ser utilizada como uma estratégia eficaz para controlar NGR e Fop, será necessário avaliar o desempenho das plantas enxertadas no seu ciclo produtivo completo, e o efeito da interação entre plantas e seus agentes patogénicos modulada por condições abióticas típicas da produção comercial.

Palavras-chave: enxertia, fusariose vascular, nemátodes-das-galhas-radiculares, *Phaseolus* spp., reação hospedeira

Abstract

Screening of bean lines for resistance to the nematode *Meloidogyne javanica* and the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*

Common bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) have been grown for hundreds of years, and are one of the most used legumes for human consumption. Bean production has decreased in the last few years due to the incidence of pathogens, especially root-knot nematodes (RKN) *Meloidogyne* spp. and the vascular wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop). The most viable strategy for the control of these soil-borne pathogens is the use of resistant cultivars that can be used as rootstock for commercially-available susceptible cultivars.

This work aimed to assess the resistance/susceptibility of bean lines to the soil-borne pathogens RKN and Fop through standard trials in controlled conditions, aiming to identify lines with potential use as rootstocks for bean plants.

Phaseolus coccineus L. bean lines X08, X09, X10 and X15 supplied by the nursery Aromas & Flores, Torres Vedras, were susceptible to the RKN *Meloidogyne javanica*, supporting nematode reproduction and suffering significant root damage. However, a potential for resistance was detected in line X09, for which the root infection rate and nematode reproduction factor were comparable to

those obtained for resistant cultivars. *Phaseolus vulgaris* cultivar Oriente and *P. coccineus* lines X08, X09, X10 and X15 did not develop symptoms of vascular wilt 40 days after root inoculation with Fop isolate FA-15. These results are not in agreement with the previously observed susceptibility of cultivar Oriente in commercial production conditions, from which the pathogenic strain FA-15 was originally isolated.

The performance and interactions of grafted plants with pathogens, as modulated by abiotic conditions, needs to be monitored along the entire cropping cycle in commercial growing conditions in order to assess the potential use of bean grafting as a control strategy against NGR and Fop.

Keywords: grafting, host status, fusarium wilt, *Phaseolus* spp., root-knot nematodes

Introdução

O feijoeiro comum *Phaseolus vulgaris* L. é cultivado praticamente em todo o mundo, sendo o feijão consumido como fonte de proteína por grande parte da população mundial, sendo especialmente importante onde o consumo de proteína animal é relativamente escasso (Pires et al., 2005). De acordo com dados do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2015), a produção nacional de feijão tem vindo a diminuir nos últimos anos, o que poderá estar relacionado com o ataque de vários agentes patogénicos, os quais, além de diminuírem a produtividade da cultura, diminuem a qualidade do produto obtido. De entre os vários inimigos do feijoeiro, destacam-se os agentes patogénicos com origem no solo, como os nematodes-das-galhas-radiculares (NGR), do género *Meloidogyne* Göldi e o fungo *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *phaseoli* Kendrick & Snyder (Fop), responsável pela fusariose vascular.

Entre os nemátodes fitoparasitas, os NGR são os que mais danos económicos causam, tendo recentemente sido classificados como número um na lista dos dez nemátodes fitoparasitas mais importantes a nível mundial (Jones et al., 2013). Estes nemátodes estão amplamente distribuídos e parasitam no seu conjunto todas as plantas superiores. É nos sistemas agrícolas que os NGR têm maior impacto, reduzindo a produção, especialmente de hortícolas, através da alteração da conformação e da fisiologia da raiz, interferindo com a absorção de água e nutrientes (Karssen et al., 2003). Em várias espécies de NGR, a plasticidade fenotípica, aliada à polifagia (Castagnone-Sereno & Danchin, 2014) dificulta a utilização de cultivares resistentes, que é uma ferramenta importante no controlo deste nemátodes. Dificilmente estarão disponíveis cultivares que apresentem simultaneamente características produtivas interessantes (qualidade e quantidade) e resistência a NGR. O desenvolvimento de porta-enxertos com resistência/tolerância a NGR assume-se assim como uma estratégia de interesse para a proteção das culturas, que poderá de uma forma sustentável, permitir ultrapassar os danos causados por estes agentes patogénicos (Costa, 2015).

Fusarium oxysporum é uma espécie com considerável variação morfológica e fisiológica, sendo capaz de crescer saprofiticamente ou infetar mais de 100 hospedeiros diferentes, que incluem culturas importantes em todo o mundo, como o algodoeiro, a bananeira e várias hortícolas, causando doenças caracterizadas pela murchidão e morte das plantas. No feijoeiro comum, a murchidão vascular é causada por Fop, que infeta principalmente *Phaseolus vulgaris* e *P. coccineus* (de Vega-Bartol et al., 2011). Uma vez introduzido no campo é difícil de controlar, podendo persistir no solo durante muitos anos. O uso de cultivares resistentes ou tolerantes é a forma mais eficaz de controlar a doença (Bianchini et al., 1997), sendo a enxertia uma das estratégias de proteção promissoras contra esta doença.

Atualmente, a enxertia é uma técnica muito divulgada em Portugal, especialmente em cultura protegida, tendo a procura de plantas enxertadas vindo a aumentar significativamente (Mourão & Brito, 2014). Esta técnica permite a obtenção de resistência a diversas doenças do solo, constituindo uma alternativa sustentável à desinfeção do solo e uso de pesticidas de síntese. Assim, a enxertia em plantas hortícolas tem sido adaptada com segurança ao MPB, sendo uma forma de responder à crescente procura por alimentos saudáveis produzidos de forma sustentável (Lee et al., 2010).

A investigação no desenvolvimento de porta-enxertos tem incidido principalmente na procura de resistência a doenças do solo, que incluem Fop e NGR. Neste momento, a técnica de enxertia em feijão-verde ainda é recente, sendo Portugal, e especificamente a empresa Aromas & Flores, pioneiro europeu em enxertia de feijoeiro (Mourão & Brito, 2014).

Pretendeu-se com este trabalho avaliar a reação de linhagens de feijoeiro *P. coccineus* da empresa Aromas & Flores ao NGR *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e a Fop, para averiguar a sua potencial utilização como porta-enxertos de feijoeiro.

Material e métodos

Foram realizados ensaios em vaso numa câmara de crescimento com condições controladas de temperatura (20-25°C) e iluminação (fotoperíodo 16/8h), testando-se a reação das linhagens de *P. coccineus* X08, X09, X10 e X15 do viveiro Aromas & Flores a uma população de NGR, *Meloidogyne javanica* cedida pelo Laboratório de Nematologia da Universidade de Coimbra, e a uma estirpe patogénica de Fop (FA-15), originalmente isolada de plantas de feijão-verde cv. Oriente, numa estufa de produção comercial (Moura, 2015).

Estas avaliações foram baseadas em ensaios-padrão de resistência/suscetibilidade a NGR (Sasser et al., 1984) e a Fop (Pastor-Corrales & Abawi, 1987; Abawi & Pastor-Corrales, 1990). As sementes de feijoeiro foram desinfetadas superficialmente com hipoclorito de sódio a 0,5% e pré-germinadas. Cerca de dez dias após germinação, quando as plantas apresentavam dois pares de folhas verdadeiras, foram transferidas para vasos desinfetados com cerca de 1 L de capacidade, contendo substrato autoclavado. As plantas foram mantidas na câmara de crescimento, com disposição aleatória das repetições de cada tratamento, e regadas regularmente com água destilada esterilizada.

Para a avaliação da reação das linhagens de feijoeiro a *M. javanica*, foram utilizadas 10 plantas de cada linhagem, utilizando-se uma planta por vaso, inoculada com 5 000 ovos e jovens de segundo estágio do nemátode. O inóculo foi obtido através de extração com hipoclorito de sódio de raízes de tomateiro *Solanum lycopersicum* cv. Tiny Tim infetadas com *M. javanica* (Hussey & Barker, 1973). Como testemunha negativa foram incluídas plantas de feijoeiro não inoculadas, e como testemunha positiva plantas de tomateiro das cultivares 'Moneymaker' ou 'Tiny Tim' inoculadas com o nemátode. O substrato usado foi uma mistura de solo: areia (1:1), contendo fertilizante mineral NPK (10:10:10). Sessenta dias após a inoculação, as plantas foram desenvasadas, sendo separada a parte aérea da parte radicular, para determinação do peso fresco e seco. De cada sistema radicular, foram contabilizadas as galhas radiculares, as massas de ovos produzidas, e estimado o número de ovos produzidos através da contagem de ovos em 10 massas de ovos por sistema radicular, extraídos com uma adaptação da técnica do hipoclorito de sódio (Hussey & Barker, 1973). Estes valores foram utilizados para a determinação do índice de galhas (GI) e fator de reprodução (Rf), conforme metodologia padronizada (Sasser et al., 1984). Os dados sobre a reprodução dos nemátodes (Rf) permitem avaliar a eficiência como hospedeiro de cada cultivar (indicativo de resistência/suscetibilidade), enquanto o GI fornece uma indicação dos danos à planta causados pelos nemátodes (indicativo de tolerância). Os resultados referentes a GI e Rf foram então utilizados para a classificação em graus de resistência (DR), permitindo inferências sobre a reação as linhagens de feijoeiro a *M. javanica* (Sasser et al., 1984).

A avaliação da resistência de feijoeiro a Fop foi realizada nas mesmas linhagens (X08, X09, X10 e X15) utilizando a cultivar Oriente (*Phaseolus vulgaris*) como testemunha positiva, uma vez que foi desta cultivar que se obteve previamente o isolado FA-15 de uma estirpe patogénica de Fop, utilizado no ensaio. O ensaio em vasos decorreu nas mesmas condições que o descrito anteriormente, mas utilizando um substrato de turfa e vermiculite (3:1) autoclavado, e seis repetições de cada tratamento. As sementes desinfetadas e pré-germinadas foram transplantadas para tabuleiros de polietileno, contendo areia autoclavada e mantidas em câmara com temperatura de 28°C. Sete dias após a germinação procedeu-se à inoculação das raízes por imersão numa suspensão de 10^6 conídios.mL⁻¹ de Fop FA-15, utilizando a metodologia descrita por vários autores (Pastor-Corrales & Abawi, 1987; Abawi & Pastor-Corrales, 1990). Plantas testemunha de cada linhagem ou cultivar tiveram as suas raízes mergulhadas em água destilada esterilizada por um igual período de 5 minutos. Aos 21, 30 e 40 dias após a inoculação, as plantas foram avaliadas pela escala de sintomas associados a Fop (1- plantas sem sintomas a 9- plantas mortas), de acordo com metodologia utilizada no CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) descrita por Pastor-Corrales & Abawi (1987). Vinte e um dias após a inoculação das raízes, e após registo dos sintomas externos, procedeu-se a uma amostragem das plantas para pesquisa da presença de Fop nos tecidos do caule e para o re-isolamento da estirpe inoculada, através da metodologia descrita por Leslie & Summerell (2006): fragmentos do caule com sintomas da doença foram desinfetados externamente com álcool e cortados longitudinalmente, destacando-se porções do tecido interno que foram transferidas para placas de Petri com meio PDA (potato dextrose agar). Os isolamentos obtidos foram repicados para PDA até se obterem culturas puras, que foram identificadas a partir das características morfológicas do micélio e dos esporos.

Os dados obtidos foram analisados com o programa SPSS for Windows 15.0. Foi inicialmente verificada a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene, sendo depois realizadas análises fatoriais para avaliar o efeito do tratamento (inoculado ou testemunha negativa) e/ou da linhagem, através de análise de variância, à probabilidade de 5%. Os resultados significativos foram ainda comparados pela análise de LSD a 5%.

Resultados e discussão

O tratamento de inoculação com *M. javanica* resultou num peso fresco da parte aérea significativamente menor em relação às testemunhas não inoculadas ($p < 0,05$), um efeito independente da linhagem analisada. Esta redução no peso fresco, não observada para o peso seco correspondente, poderá revelar um sintoma da infeção por NGR, que se sabe afetar a eficiência do uso da água pelas plantas hospedeiras, através da alteração da fisiologia da raiz (Karssen et al., 2003). Houve ainda uma tendência para um menor peso fresco na parte radicular nas plantas inoculadas, que não se verificou, no entanto para a linhagem X10. De facto, a formação de numerosas galhas radiculares com correspondente translocação de fotoassimilados para esses locais, poderá ter sido responsável pelo aumento relativo do peso fresco radicular para a linhagem X10, que registou o número médio de galhas nas raízes mais elevado de todas as linhagens (fig. 1 A). Este aumento do peso radicular para níveis elevados de infeção por NGR foi já reportado para *P. vulgaris*, entre outras plantas (Santo & Ponti, 1985). No período de duração do ensaio (60 dias) os NGR *M. javanica* infetaram as raízes de todas as linhagens avaliadas, induzindo a formação de galhas radiculares, formando massas de ovos à superfície das raízes e reproduzindo a população (fig. 1). De acordo com a classificação de Sasser et al., 1984 (quadro 1), todas as linhagens testadas foram hospedeiros eficientes, permitindo o aumento da população de nemátodes em relação ao número inicial ($R_f > 1$) e sofrendo danos nas raízes ($GI > 2$). Da conjugação destes dois parâmetros conclui-se que todas as linhagens testadas foram hospedeiros suscetíveis ao nemátode.

As plantas da linhagem X09 foram o pior hospedeiro para *M. javanica*, apresentando as raízes menor número de galhas (fig. 1 A), que levaram à formação de massas de ovos significativamente menores do que as registadas nas restantes linhagens (fig. 1 B). O menor número de massas de ovos criou condições para uma reprodução do nemátode, significativamente menor na linhagem X09 (fig. 1 C). Os valores mais elevados de galhas radiculares e de massas de ovos foram obtidos para a linhagem X10. Nesta linhagem obteve-se também uma maior reprodução do nemátode, cujo nível populacional aumentou em média 16,8 vezes em relação ao inicial (fig. 1 C), um R_f comparável ao obtido para os tomateiros utilizados como testemunha positiva. Embora significativamente menor, o R_f nas plantas da linhagem X09 foi, em média, cerca de 2,75, o que se traduz em mais do que uma duplicação do número inicial de nemátodes (5 000 ovos e jovens de segundo estágio). Embora haja estudos da reação de numerosas cultivares e/ou linhagens de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* a várias espécies de *Meloidogyne*, não foram encontrados quaisquer estudos sobre a reação de *P. coccineus* a estes nemátodes. No entanto, o R_f de *M. javanica* obtido para a linhagem X09 é comparável com o valor obtido de *M. incognita* para a cultivar Aporé, descrita noutros estudos como resistente ($R_f = 1.83$, Alves et al., 2011). Assim, entre as linhagens avaliadas, a X09 será a mais promissora na busca de porta-enxertos de feijoeiro com resistência a NGR.

Este trabalho foi desenvolvido utilizando uma população bem caracterizada e estudada de *M. javanica*, uma das quatro espécies mais importantes do género pelos danos que provoca e pela sua ampla distribuição geográfica, e uma das mais prevalentes no sul da Europa. No entanto, haverá pelo menos 23 espécies do género na Europa (Wesemael et al., 2011). Antes de serem realizados estudos de campo com qualquer linhagem, importa conhecer a sua reação a várias espécies de *Meloidogyne*, uma vez que uma dada cultivar de feijoeiro poderá ter uma reação distinta a diferentes espécies de NGR.

A avaliação da reação das plantas das várias linhagens a Fop 21, 30, e 40 dias após a inoculação não permitiu detetar sintomas típicos de doença induzidos pelo fungo nas raízes e nas plantas inoculadas. A aplicação da escala de severidade da doença mostrou que todas as plantas inoculadas e as testemunhas (negativa e positiva), foram classificadas com pontuação 1 (ausência total da doença). Assim, e de acordo com a metodologia utilizada todas as linhagens seriam resistentes à estirpe FA-15 inoculada.

Embora as plantas não tenham revelado qualquer sintoma externo ou interno, obtiveram-se, após isolamento a partir do material vegetal assintomático, culturas típicas de Fop nas placas da linhagem X09, 21 dias após a inoculação (fig. 2). Foi também possível re-isolar o fungo a partir do caule das plantas das linhagens X08 e X15 e do substrato de todas as linhagens inoculadas no final do ensaio. Estes resultados indicam que o fungo colonizou as raízes e progrediu internamente no caule, sem contudo ter levado à manifestação de sintomas. É importante sublinhar que a metodologia de avaliação da reação de feijoeiro a Fop através da observação de sintomas produzidos, foi desenvolvida para feijão-rasteiro, cujo crescimento vegetativo é bastante mais reduzido em relação às linhagens das plantas testadas. Considerando as condições em que se observou previamente a doença no campo (produção comercial em estufa da cultivar “Oriente”), os sintomas da fusariose em feijoeiro podem tornar-se evidentes apenas na fase de floração e vingamento dos frutos. Assim, é questionada a utilização desta metodologia para avaliação da reação a Fop nas linhagens do presente estudo, e

conclui-se da necessidade da sua adaptação a feijoeiro de trepar. Será ainda determinante conhecer a distribuição das várias raças de Fop que poderão afetar o feijoeiro, de modo a estabelecer um programa de seleção de linhagens de porta-enxertos com resistência às raças com maior relevância. É imperativo que seja adaptada a metodologia utilizada para avaliação da reação à Fop de feijão de trepar, que permita conhecer de um modo rápido e fiável a suscetibilidade dos porta-enxertos em melhoramento a este fungo.

Em trabalhos futuros, será necessário avaliar o desempenho dos potenciais porta-enxertos ainda das plantas enxertadas ao longo do seu ciclo produtivo em condições típicas da produção comercial, uma vez que a reação das plantas aos agentes patogénicos poderá ser condicionada não só pelas suas interações com estes organismos, mas também pelas variáveis e por vezes adversas condições abióticas.

Conclusões

Dos ensaios-padrão realizados em condições controladas e com inoculação independente de NGR ou de Fop, conclui-se que as quatro linhagens de *Phaseolus coccineus* L. avaliadas permitiram a infeção e reprodução do nemátode e não manifestaram sintomas de fusariose vascular. No entanto, em condições de campo, as plantas estão frequentemente expostas a mais que um agente patogénico. Embora não se conheçam estudos realizados para *P. coccineus*, a interação de NGR com Fop tem sido investigada para *P. vulgaris*. A infeção por NGR pode aumentar a suscetibilidade a Fop, podendo acelerar o processo de colonização das plantas suscetíveis ou alterar a resistência de uma dada cultivar ao fungo (France & Abawi, 1994). Assim, torna-se evidente a necessidade de estudar o efeito de uma inoculação combinada dos agentes patogénicos avaliados.

A avaliação da reação de potenciais porta-enxertos de feijoeiro a agentes patogénicos de origem edáfica em condições controladas permitirá guiar o melhoramento das linhagens. Assim, de entre as linhagens testadas, a linhagem X09 seria a mais promissora para melhoramento subsequente, uma vez que registou valores de infeção das raízes e reprodução dos nemátodes comparáveis aos obtidos para feijoeiros resistentes (Alves et al., 2011).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao viveiro Aromas & Flores, Torres Vedras, a cedência de sementes de linhas de feijoeiro. Os autores agradecem ainda à Professora Doutora Isabel Abrantes, do Laboratório de Nematologia da Universidade de Coimbra, a cedência da população de nemátodes *Meloidogyne javanica*. A autora Sofia Costa recebe financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia sob a forma de uma Bolsa de Pós-Doutoramento (SFRH/BPD/102438/2014).

Referências

- Abawi, G.S. & Pastor-Corrales, M.A. 1990. Root rots of beans in Latin America and Africa: Diagnosis, Research Methodologies, and Management Strategies. CIAT Publication No. 35, Cali, Colombia. 114pp.
- Alves, F.R., Santos, L.N.S., Moraes, W.B., Cosmi, F.C., Cabral, P.D.S., Filho, S.M., Matta, F.P. & Júnior, W.C.J. 2011. Reaction of common bean genotypes to *Meloidogyne incognita* Race 1. V.29, Nº2, IDESA, Chile, 95-98.
- Bianchini, A., Maringoni, A.C. & Carneiro, S.M.T.P.G. 1997. Doenças do feijoeiro. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. Agronomica Ceres 2:376-399.
- Castagnone-Sereno, P. & Danchin E.G.J. 2014. Parasitic success without sex: the nematode experience. Journal of Evolutionary Biology 27:1323-1333.
- Costa, S.R. 2015. Ecologia de nemátodes e seu interesse na enxertia de plantas hortícolas II/II. AGROTEC 14:28-30.
- De Vega-Bartol, J.J., Martín-Dominguez, R., Ramos, B., García-Sánchez, M.A. & Díaz-Mínguez, J.M. 2011. New Virulence Groups in *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*: the expression of the gene coding for the transcription factor *ftf1* correlates with virulence. Phytopathology 101:470-479.
- France, R.A. & Abawi, G.S. 1994. Interaction between *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* on Selected Bean Genotypes. Journal of Nematology 26:467-474.
- Hussey, R.S. & Barker, K.R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. Plant Disease Reporter 57:1025-1028.
- INE. 2015. Estatísticas Agrícolas 2014. Instituto Nacional de Estatística, 170pp.
- Jones, J.T., Haegeman, A., Danchin, E.G., Gaur, H.S., Helder, J., Jones, M.G., Kikuchi, T., Manzanilla-López, R., Palomares-Rius, J.E., Wesemael, W.M. & Perry R.N. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology 14:946-961.

- Karssen, G., Wesemael, W. & Moens, M. 2003. Root-knot nematodes. In: Plant Nematology. Eds R. Perry & M. Moens. CAB International.
- Lee, J.M., Kubota, C., Tsao, S., Bie, Z., Echevarria, P.H. & Morra, L. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*:93-105.
- Leslie, J.F. & Summerell, B.A. 2006. The *Fusarium* laboratory Manual. Blackwell Publishing, 209 pp.
- Mourão, I.M. & Brito, L.M. 2014. A Enxertia em Culturas Hortícolas. *AGROTEC* 12:52-56.
- Pastor-Corrales, M.A. & Abawi, G.S. 1987. Reactions of selected bean germplasms to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. *Plant Disease* 71:990-993.
- Pires, C.V., Oliveira, M.A.G., Cruz, G.A.D.R., Mendes, F.Q., Rezende, S.T. & Moreira, M.A. 2005. Physicochemical composition of different cultivars of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Alimentação e nutrição* 16:157-162.
- Santo, G.S. & Ponti, R.P. 1985. Host suitability and reaction of bean and pea cultivars to *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla*. *Journal of Nematology* 17:77-79.
- Sasser, J.N., Carter, C.C. & Hartman, K.M. 1984. Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes. A Cooperative Publication of the Department of Plant Pathology, North Carolina State University and the United States Agency for International Development, Raleigh, North Carolina, U.S.A.
- Wesemael, W.M.L., Viaene, N. & Moens, M. 2011. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology* 13:3-16.

Quadro 1 – Reação das linhagens de feijoeiro *Phaseolus coccineus* a *Meloidogyne javanica*. N - número de repetições; Rf - fator de reprodução; Eficiência do hospedeiro; GI - índice de galhas; DR - Grau de Resistência; * - média \pm desvio-padrão.

Linhagem	N	Rf*	Eficiência do hospedeiro	GI*	Danos ao hospedeiro	DR
X08	9	12,3 \pm 5,5	>1	4,2 \pm 0,2	>2	Susceptível
X09	8	2,8 \pm 1,0	>1	3,5 \pm 0,3	>2	Susceptível
X10	9	16,8 \pm 4,7	>1	4,6 \pm 0,2	>2	Susceptível
X15	6	11,7 \pm 3,6	>1	4,3 \pm 0,2	>2	Susceptível

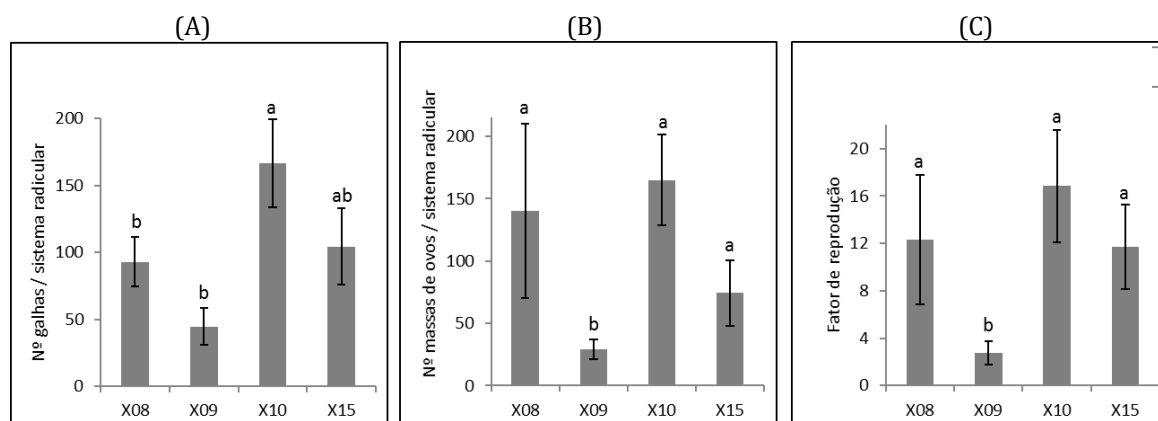


Figura 1 – Número de galhas (A) e de massas de ovos (B) produzidas no sistema radicular das plantas das linhagens X08, X09, X10 e X15 resultantes da infecção por *Meloidogyne javanica*, e fator de reprodução do nemátode (C) em relação à população inicial (5000 ovos e jovens de segundo estágio), 60 dias após a inoculação. Os valores são média \pm erro padrão. Valores acompanhados da mesma letra não são significativamente diferentes, de acordo com análise de LSD ($p < 0,05$).

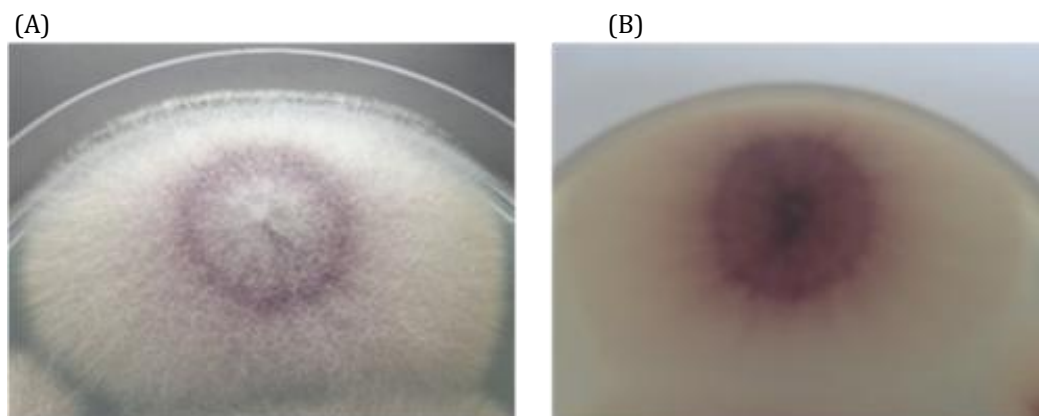


Figura 2 – Características de colónias e micélio de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* re-isolado a partir de planta da linhagem X09, 21 dias após inoculação das raízes com a estirpe FA-15. (A): frente e (B): verso da placa de Petri de 9 cm diâmetro.