

Indução de Resistência no Manejo de Nematoides

Fabrizio Ávila Rodrigues, Patricia Ricardino Silveira e Isaias Severino Caciue
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, Laboratório da
Interação Planta-Patógeno, Viçosa, MG. E-mail: fabricio@ufv.br

A resistência das plantas à infecção por patógenos de diferentes estilos de vida (ex. biotróficos, hemibiotróficos e necrotróficos) é regra enquanto que a suscetibilidade é exceção. Isso se deve a ocorrência de vários mecanismos de defesa (ex. anatomia dos estômatos, espessura da cutícula, formação de papilas, lignificação e suberização de tecidos, presença de tricomas e produção de compostos antimicrobianos) que afetam o processo infeccioso dos patógenos e, conseqüentemente, os componentes de resistência (ex. aumento do período de incubação e do período latente, lesões menores e com menor taxa de expansão e redução do número de esporos produzidos em cada sítio de infecção). Entretanto, se os mecanismos de defesa pós-formados, às custas de um metabolismo secundário mais atuante, são ativados tardiamente e mesmo assim não são efetivos em conter a colonização dos tecidos do hospedeiro pelo patógeno, esses poderiam ser induzidos, antes da chegada desse, utilizando-se indutores de resistência.

A indução de resistência em plantas a patógenos vem sendo alvo de atenção de inúmeros pesquisadores em vários países devido o potencial que esse fenômeno apresenta dentro do contexto de uma Agricultura sustentável que almeja ser cada vez menos dependente da utilização de agrotóxicos. A resistência induzida consiste em aumentar o nível de resistência basal da planta em resposta à infecção pelo patógeno utilizando-se a aplicação exógena de um indutor. A resistência induzida pode ocorrer na forma de resistência sistêmica adquirida ou resistência sistêmica induzida. Tratam-se de dois fenômenos distintos tanto pela forma como são induzidos (se por agente abiótico (ácido salicílico) ou biótico (bactérias promotoras do crescimento de plantas) ou pelas rotas bioquímicas ativadas, embora apresentem natureza sistêmica.

A natureza local ou sistêmica; a velocidade com que a planta reconhece a presença do agente elicitador que determinará o tempo de resposta à invasão pelo patógeno desencadeando uma ou mais respostas de defesa; a ativação de mecanismos latentes de resistência da planta; a dependência do intervalo de tempo entre a aplicação do indutor e a deposição do inóculo do patógeno na planta e quando as plantas são expostas ao indutor abiótico ou biótico tornando-se protegidas contra os patógenos são

as principais características da resistência induzida. A ativação de mecanismos de defesa pode ser alcançada por rotas que atuam isoladas ou conectadas. Entretanto, a velocidade com que a planta reconhece a presença do indutor ou eliciador é que desencadeará uma ou mais respostas de defesa e a percepção se dá quando moléculas indutoras de defesa na planta se ligam a moléculas receptoras situadas, provavelmente, na membrana plasmática da célula vegetal.

Produtos obtidos de fungos, bactérias e bactérias promotoras de crescimento; extratos de plantas e produtos obtidos de plantas; carboidratos; minerais e íons; e outras moléculas tais como BABA (ácido DL- β -amino-*n*-butírico), INA (ácido 2,6-dicloroisonicotínico e seu metil éster), AABA (ácido DL- α -amino-*n*-butanóico), ácido pipercolíco, ácido azelaico, ácido hexanóico, glicerol-3-fosfato e GABA (ácido γ -amino-*n*-butírico) são os principais indutores de resistência registrados na literatura. Qualquer gasto energético indispensável no metabolismo primário da planta se parcialmente desviado para ser investido na ativação de mecanismos de defesa pode comprometer o crescimento e a produção. Isso se torna mais problemático num cenário onde o indutor é aplicado e a planta responde eficientemente através da ativação de vários mecanismos de defesa, mas a doença ocorre abaixo do limiar de dano econômico. Nessa condição, o uso do indutor representará um custo adaptativo para a planta, principalmente quando, dependendo da dose usada, ocorrer fitotoxidez.

Considerando a importância dos nematoides em reduzir a produção de várias culturas economicamente importantes e a dificuldade em controlá-los, faz-se necessário encontrar alternativas de controle que possam ser utilizadas no contexto do manejo integrado. A literatura registra o efeito promissor do Acibenzolar-S-Metil, BABA, fosfito de potássio, ácido jasmônico, óleos essenciais e extratos de algumas plantas, silício e bactérias promotoras do crescimento de plantas na reprodução de nematoides de diferentes espécies (*Globodera pallida*, *Heterodera avenae*, *H. glycines*, *H. schachtii*, *Hirschmanniella oryzae*, *Meloidogyne arenaria*, *M. exigua*, *M. graminicola*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. marylandi*, *Pratylenchus brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis*) acometendo diferentes culturas tais como abacaxi, arroz, aveia, batata, beterraba, cafeeiro, cana-de-açúcar, feijão Caupi, feijoeiro, milho, patchouli, soja, tomate, trigo e videira.

A indução de resistência é sem dúvida uma alternativa promissora a ser adotada no manejo de nematoides em diferentes culturas comerciais. Porém, faz-se necessário a

realização de mais estudos para investigar, com maior profundidade científica, os mecanismos de defesa da planta, que se encontra no estado de indução, em resposta a infecção pelo nematoide. Além disso precisamos melhorar a eficiência do indutor a nível do campo quanto a parte da planta (raízes ou parte aérea) que irá recebê-lo, a melhor época de aplicação, a quantidade de aplicações e dose correta a ser utilizada.

Literatura consultada

BORAH, B.; AHMED, R.; HUSSAIN, M.; PHUKON, P.; WANN, S.B.; SARMAH, D.K.; BHAI, B.S. 2018. Suppression of root-knot disease in *Pogostemon cablin* caused by *Meloidogyne incognita* in a rhizobacteria mediated activation of phenylpropanoid pathway. **Biological Control**, v.119, p.43-50.

BOSTOCK, R.M. 2005. Signal crosstalk and induced resistance: Straddling the line between cost and benefit. **Annual Review of Phytopathology**, v.43, p.545-580.

CHINNASRI, B.; SIPES, B.S.; SCHMITT, D.P. 2006. Effects of inducers of systemic acquired resistance on reproduction of *Meloidogyne javanica* and *Rotylenchulus reniformis* in pineapple. **Journal of Nematology**, v.38, p.319-325.

CONRATH, U.; THULKE, O.; KATZ, V.; SCHWINDLING, S.; KOHLER, A. 2001. Priming as a mechanism in induced systemic resistance in plants. **European Journal of Plant Pathology**, v.107, p.113-119.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; SANTANA-GOMES, S.M.; PUERARI, H.H.; FONTANA, L.F.; RIBEIRO, L.M.; MATTEI, D. 2013. Induced resistance in the nematodes control. **African Journal of Agricultural Research**, v.8, p.2312-2318.

HU, H.; WANG, C.; LI, X.; TANG, Y.; WANG, Y.; CHENA, S.; YAN, S. 2018. RNA-Seq identification of candidate defense genes targeted by endophytic *Bacillus cereus*-mediated induced systemic resistance against *Meloidogyne incognita* in tomato. **Pest Management Science**, v.74, p.2793-2805.

HUTCHESON, S.W. 1998. Current concepts of active defense in plants. **Annual Review of Phytopathology**, v.36, p.59-90.

KEMPSTER, V.N. 1998. Induced resistance to nematodes? **Phytopathology**, v.88, p.46.

LEE, M.W.; HUFFAKER, A.; CRIPPEN, D.; ROBBINS, R.T.; GOGGIN, F.L. 2018. Plant elicitor peptides promote plant defenses against nematodes in soybean. **Molecular Plant Pathology**, v.19, p.858-869.

MOLINARI, M.; BASER, N. 2010. Induction of resistance to root-knot nematodes by SAR elicitors in tomato. **Crop Protection**, v.29, p.1354-1362.

OKA, Y.; COHEN, Y.; SPIEGEL, Y. 1999. Local and systemic induced resistance to the root-knot nematode in tomato by DL- β -amino-*n*-butyric acid. **Phytopathology**, 89:1138-1143.

OKA, Y.; TKACHI, N.; MOR, M. 2007. Phosphite inhibits development of the nematode *Heterodera avenae* and *Meloidogyne marylandi* in cereals. **Nematology**, 97:396-404.

REIGNAULT, P.; WALTERS, D. 2007. **Topical application of inducers for disease control**. In: WALTERS, D.; WALSH, D.; NEWTON, A.; LYON, G. (Eds.). Induced resistance for plant defence: a sustainable approach to crop protection. Blackwell Publishing. p. 179-200.

RUFIÁN, J.S.; RUEDA-BLANCO, J.; BEUZÓN, C.R.; RUIZ-ALBERT, J. 2019. Protocol: an improved method to quantify activation of systemic acquired resistance (SAR). **Plant Methods**, v.15, p.16.

VERONICO, P.; PACIOLLA, C.; POMAR, F.; DE LEONARDIS, S.; GARCÍA-ULLOA, A.; MELILLO, M.T. 2018. Changes in lignin biosynthesis and monomer composition in response to benzothiadiazole and root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infection in tomato. **Journal of Plant Physiology**, v.230, p.40-50.

ZHAN, L.P.; PENG, D.L.; WANG, X.L.; KONG, L.A.; PENG, H.; LIU, S.M.; LIU, Y., HUANG, W.K. 2018. Priming effect of root-applied silicon on the enhancement of induced resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne graminicola* in rice. **BMC Plant Biology**, v.18, p.50.

ZHOU, M.; WANG, W. 2018. Recent advances in synthetic chemical inducers of plant immunity. **Frontiers in Plant Science**, v.9, p.1613.