

Resposta de plantas de soja transformadas com fator de transcrição aba dependente ao nematoide de cisto *Heterodera glycines*

DIAS, A. S.¹; MARIN, S. R. R.²; FUGANTI-PAGLIARINI, R.²; SILVEIRA, C. A.²; NEPOMUCENO, A. L.²; MARCELINO-GUIMARÃES F. C. M.²; DIAS, W. P.²

¹Centro Universitário Filadélfia – Unifil; ²Embrapa Soja

Introdução

O desempenho das lavouras de soja nas diversas regiões produtoras do país aponta para uma expectativa de produção na temporada 2014/15 de 94.280,5 mil toneladas, representando um incremento de 9,5% em relação ao produzido no ano passado (CONAB, 2015).

Diante dos dados apurados pela Conab (2015), pode se dizer que há boa produtividade em relação a produção na temporada de 2014/2015, porém há grande demanda por soja em diversas áreas e uma maior produtividade é necessária. Para atender essa demanda deve-se combater fatores que diminuem a produção como os fatores externos, sejam eles bióticos ou abióticos. Esses fatores causam estresses que afetam, de modo adverso, o crescimento, o desenvolvimento e

a produtividade. Os fatores, bióticos e/ou abióticos, atuando juntos ou isoladamente, fazem com que as condições ideais de cultivo dificilmente sejam atingidas (BONATO, 2000). Essa interação entre estresses bióticos e abióticos é orquestrada por vias de sinalização de hormônios em particular a de ácido abscísico (ABA). O ABA é atualmente considerado um regulador global de respostas aos estresses abióticos e bióticos, e a produção desse hormônio pode ser um fator crucial para determinar como as plantas respondem a estresses múltiplos (ATKINSON, 2012).

Estresses abióticos como a seca, salinidade alta e baixa temperatura podem afetar gravemente o crescimento e a produção das plantas. De modo geral, as plantas, em resposta a condições ambientais adversas, ativam o sinal apropriado da via de transdução e induzem a expressão de uma série de genes que respondem ao estresse, protegendo as estruturas celulares (HUSSAIN et al. 2011, LIU et al. 2011). Nessa complexa rede de resposta, o ABA desempenha importante papel na resposta ao déficit hídrico (SEKI et al. 2007), ligando-se a região ABRE (ABA- binding responsive element) de alguns genes e induzindo sua expressão, levando a respostas moleculares e celulares, agindo assim como uma plataforma para o *crossstalk* entre as vias de respostas a estresses bióticos e abióticos, acionando inclusive, em determinadas situações, mecanismos de defesa a patógenos (LEE, 2012).

Em busca de estratégias relacionadas à otimização da produção por meio de resistência aos fatores externos, vários métodos foram desenvolvidos. Assim, a obtenção de plantas transformadas com genes exógenos com características de tolerância à seca, um dos principais problemas enfrentados pelos produtores de soja, pode contribuir para reduzir as perdas de produção e financeiras relacionadas ao déficit hídrico. Assim, com o objetivo de se obter plantas de soja mais tolerantes ao déficit hídrico, a cultivar convencional BR16 foi geneticamente modificada para aumentar os níveis de expressão de um fator de transcrição (FT) ABA dependente. Os resultados foram promissores indicando aumento da tolerância ao déficit hídrico nos eventos desafiados. O aumento do nível de expressão desse FT ABA

dependente ativa uma cascata de genes envolvidos na defesa das estruturas celulares. Considerando-se a possibilidade da existência de crosstalks de resposta à fatores bióticos e abióticos, a avaliação de plantas tolerantes à seca quanto à resistência a fatores bióticos, como os nematóides, foi cogitada. O NCS foi detectado no Brasil pela primeira vez na região dos Cerrados em 1991/92 e atualmente, está presente em 10 Estados (MG, MT, MS, GO, SP, PR, RS, BA, TO e MA). O NCS penetra nas raízes da planta e dificulta a absorção de água e nutrientes, reduzindo o número de vagens, provocando clorose e baixa produtividade. Os sintomas aparecem em reboleiras e, em muitos casos, as plantas acabam morrendo. O sistema de raízes fica reduzido e infestado por minúsculas fêmeas do nematoide com formato de limão ligeiramente alongado. A cada safra, diversos municípios são acrescentados à lista de municípios atingidos, representando um grande desafio para a pesquisa, à assistência técnica e ao produtor brasileiro de soja. As estratégias de controle incluem a rotação de culturas, o manejo do solo e a utilização de cultivares de soja resistentes, sendo ideal a combinação dos três métodos (TECNOLOGIAS ..., 2008). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar se além da tolerância a seca conferida pelo FT ABA dependente, as plantas GMs apresentavam resistência ao nematoide de cisto.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Soja, em Londrina, PR. A BR16 e uma linhagem de soja ("Soja GM") geneticamente modificada para tolerância à seca, foram avaliadas quanto a sua reação (resistência ou suscetibilidade), a raça 3 do NCS. As diferenciadoras de raças ('Pickett', 'Peking', PI 88788, PI 90763) e os padrões de suscetibilidade ('Lee 74') e de resistência (PI 437654) foram incluídos no experimento. Todos os genótipos foram semeados em areia. Dois dias após a emergência, seis plântulas por genótipo foram transferidas para vasos de argila (uma plântula/vaso) contendo mistura estéril de solo e areia (1:3). Em seguida, cada plântula foi inoculada com 4.000 ovos da raça do NCS a ser testada. Os vasos, assim preparados, foram mantidos em casa de vegetação com temperatura entre 25OC - 30OC, por 28 - 30 dias. Decorrido esse

período, cada plântula foi retirada do vaso e o sistema radicular lavado sob jato forte de água, sobre peneira de 20 mesh acoplada a uma de 60 mesh, para a recuperação das fêmeas do nematoide. O número de fêmeas foi quantificado em microscópio estereoscópico. Para cada cultivar foi calculado um índice de fêmeas (IF): $IF (\%) = (\text{número médio de fêmeas obtido na cultivar em teste} / \text{número médio de fêmeas obtido no padrão de suscetibilidade 'Lee 74'}) \times 100$. Cultivares com $IF < 10\%$ foram classificadas como resistentes ao nematoide, entre 10% e 30% como moderadamente resistentes e com $IF > 30\%$ como suscetíveis.

Resultados e discussão

O índice de fêmeas (IF) para a linhagem GM (Soja GM) com o FT ABA dependente, apresentou IF igual a 72,72% ($149,8/206,0 \times 100$), enquadrando-a como suscetível ao nematoide de cisto raça 3, assim como a BR 16 que lhe deu origem (Tabela 01).da informação acontece, quando é possível sanar as brechas que o vazio da informação causa. Assim, para que as brechas de informação sejam reparadas o uso da informação é um processo que visa responder a uma questão/problema que se quer resolver, tomar uma decisão e/ou entender uma situação.

Conclusão

Baseado nos resultados obtidos, a linhagem GM com FT ABA dependente foi considerada suscetível ao nematoide de cisto *Heterodera*, raça 3, e, portanto, não houve efeito do gene inserido sobre o genótipo geneticamente modificado quanto a reação ao nematoide de cisto da soja.

Referências

ATKINSON, N. J.; URWIN, P. E. The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. **Journal of Experimental Botany**, v. 63, n. 10, p. 3523–3544, 2012.

BENSMIHEN, S.; RIPPA, S.; LAMBERT, G.; JUBLOT, D.; PAUTOT, V.; GRANIER, F.; GIRAUDAT, J.; PARCY, F. The homologous ABI5 and EEL transcription factors function antagonistically to fine-tune gene expression during late embryogenesis. **The Plant cell**, v. 14, n. 6, p. 1391–1403, 2002.

BONATO, E. R. **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 254p. 2000.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_10_09_22_05_boletim_graos_abril_2015.pdf>. Acesso em: 6 maio 2015.

Tecnologias de produção de soja - região Central do Brasil 2009 e 2010. Londrina, PR: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262 p. (Embrapa Soja. Sistema de Produção, 13).

HUSSAIN, S. S.; IQBAL, M. T.; ARIF, M. A.; AMJAD, M. Beyond osmolytes and transcription factors: Drought tolerance in plants via protective proteins and aquaporins. **Biologia Plantarum**, v. 55, n. 3, p. 401–413, 2011.

LEE, S. C.; LUAN, S. ABA signal transduction at the crossroad of biotic and abiotic stress responses. **Plant, Cell & Environment**, v. 35, n. 1, p. 53–60, 2012.

RIGGS, R. D.; SCHMITT, D. P. Complete characterization of the race scheme for *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**, v. 20, n. 3, p. 392–395, 1988.

SCHMITT, D.P.; SHANNON, G. Differentiating soybean responses to *Heterodera glycines* races. **Crop Science**, v. 32, p. 275-277, 1992.

SEKI, M.; UMEZAWA, T.; URANO, K.; SHINOZAKI, K. Regulatory metabolic networks in drought stress responses. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 10, n. 3, p. 296–302, 2007.

Tabela 1. Número de fêmeas encontrado nos genótipos de soja avaliados quanto a reação à raça 3 do nematoide de cisto.

Genótipos	Número de fêmeas do NCS/planta						Média	Reação
	Repetições							
	1	2	3	4	5	6		
Pickett	4	3	6	9	5	6	5,5	Resistente
Peking	5	3	3	0	2	1	2,3	Resistente
PI 88788	21	21	25	24	19	12	20,3	Resistente
PI 90763	3	0	5	0	0	1	1,5	Resistente
Lee 74	207	248	162	196	225	198	206,0	Suscetível
Soja GM	184	154	143	59	198	161	149,8	Suscetível
BR 16	160	141	150	-	99	160	142,0	Suscetível