

# REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA TRANSGÊNICOS E CONVENCIONAIS À PODRIDÃO BRANCA DA HASTE

## REACTION OF TRANSGENIC AND CONVENTIONAL SOYBEAN GENOTYPES TO STEM ROT

Fernando Cezar JULIATTI<sup>1</sup>; Anderson Monteiro CAIRES<sup>2</sup>; Breno Cezar Marinho JULIATTI<sup>3</sup>; Maristela Rey BORIN<sup>4</sup>; David Jaccoud de Souza Filho<sup>5</sup>

1. Professor Titular, Instituto de Ciências Agrárias – ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil. [juliatti@ufu.br](mailto:juliatti@ufu.br); 2. Mestre em Agronomia, ICIAG – UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 3. Mestrando em Agronomia, ICIAG – UFU, Uberlândia, MG, Brasil 4. Estudante de Pós-Doutorado (PRODOC) - ICIAG – UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 5. Professor, Doutor, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil.

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de genótipos transgênicos e convencionais de soja frente ao patógeno *S. sclerotiorum*, agente etiológico da podridão branca da haste. O primeiro experimento avaliou a resistência parcial de genótipos convencionais de soja de ciclo semiprecoce e médio/semitardio usando inoculação de disco de BDA contendo micélio do fungo na haste mais jovem da planta. O segundo experimento avaliou a resistência parcial de genótipos transgênicos de ciclo semiprecoce, médio/semitardio, através da inoculação natural das plantas pelo patógeno. Os genótipos convencionais GOBR03-2776-4SFGO e Emgopa 316 e os genótipos transgênicos BRY08-1.812Y, BRY08-1.018Y e GO04-5014 B2GO foram selecionados como padrões de resistência para trabalhos futuros. Como padrões de suscetibilidade, foram selecionados os genótipos convencionais GOBR03-3151-34GO e GOBR01-1252-23 GO2 e os genótipos transgênicos BR05-73615Y e BRBIGO03-20023-30GO.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resistência. *Glycine max* (L) Merrill. *Sclerotinia sclerotiorum*.

### INTRODUÇÃO

Diversos trabalhos realizados em condições de laboratório, casa de vegetação e campo, avaliando a resistência genética de cultivares de soja à *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.), de Bary no mundo (BOLAND: HALL, 1987, WEGULO et al., 1998) e no Brasil (SAGATA, 2010; GARCIA, 2008; ZITO et al., 2006), têm observado respostas variadas desde elevada resistência até completa suscetibilidade.

O relato da resistência de cultivares de soja seria conferido, em muitos momentos, pelo simples fato do escape da infecção das flores ocorrer antes da esporulação do patógeno (GRAU, 1988), ou mesmo, pela arquitetura da planta mais aberta, ereta, que reduz o micro-clima e permite a circulação de ar no dossel, promovendo o rápido secamento das superfícies da folha e solo, e facilitando a circulação do ar e penetração de luz, o que reduz a infecção das plantas (COYNE et al., 1974).

Embora a resistência parcial contra este patógeno ter sido observada em certos genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) (GODOY et al., 2005), feijão (*Phaseolus coccineus*) (GILMORE et al., 2002), ervilha (*Pisum sativum*) (PORTER et al., 2009), amendoim (*Arachis hypogea*) (CRUICKSHANK et al., 2002), ou de soja (*Glycine max*) (HARTMAN et al., 2000). A resistência

parcial foi também identificada em alguns dos genótipos de *Brassica napus* e, em menor quantidade, em *B. juncea*, provenientes da China (LI et al., 2006, 2008; ZHAO et al., 2004) e Austrália (LI et al., 2006, 2008). A resistência completa não foi relatada no campo

Contudo, em trabalhos conduzidos por diversos autores já identificaram cultivares com considerável resistência parcial à *S. sclerotiorum*, em diversas avaliações de campo, sendo elas Corsoy, Corsoy 79, Hodgson 78 e Syngenta S19-90 (GRAU; RADKE, 1984; KIM; DIERS, 2000; WEGULO et al., 1998; YANG et al., 1999). Apesar da resistência parcial ter sido identificada em cultivares de soja, as atuais fontes de resistência em cultivares comerciais são limitadas e essas fontes não conseguem impedir completamente a perda de rendimento (HOFFMAN et al., 1998; YANG et al., 1999).

Por este patógeno apresentar uma alta agressividade, não se tem genótipos de soja com resistência completa ou imune, porém genótipos com resistência parcial auxiliam consideravelmente no manejo dessa doença, reduzindo as perdas causadas por esse patógeno. Devido a isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a reação de genótipos transgênicos (com gene para resistentes ao herbicida glifosato) e convencionais de soja ao

Reação de genótipos...

patógeno *S. sclerotiorum*, agente etiológico da podridão branca da haste.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área de cultivo comercial, localizada na Fazenda Van Ass, localizada em 19° 21' 34,7" S de latitude, 47° 50' 40,5" W de longitude a 978 metros de altitude, no município de Uberaba – MG.

### Obtenção do inóculo

O isolado de *S. sclerotiorum* foi obtido da micoteca do Laboratório de Micologia e Proteção de Plantas – LAMIP da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Foi utilizado o isolado de Jataí, descrito por Garcia (2008). Os escleródios foram previamente desinfestados em álcool 50% e água sanitária a 0,5%, nos tempos de 30 e 60 segundos, respectivamente. Posteriormente, os escleródios foram lavados em água destilada estéril e transferidos para placas de Petri, contendo meio de cultura BDA (batata, dextrose e ágar). Estas foram incubadas a  $22 \pm 3^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas para germinação miceliogênica. Destas, foram retirados os discos de micélio utilizados nas inoculações.

### Inoculação artificial de *Sclerotinia sclerotiorum* em genótipos convencionais de soja

A inoculação foi realizada com discos de micélio de 6 milímetros de diâmetro de 19 dias de idade, colocados em contato com a haste mais jovem, nas ramificações laterais da planta e fixados por fita adesiva.

Foram inoculadas cinco plantas por parcela, sendo inoculadas as plantas das fileiras externas. O experimento foi dividido em dois ensaios, sendo que o primeiro foi constituído de 15 genótipos de soja de ciclo semiprecoce, e o segundo constituído de 31 genótipos de ciclo médio/semitardio. O delineamento experimental foi por blocos casualizados, com 15 e 31 genótipos e 4 repetições. A parcela experimental foi constituída de 4 fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 50 cm. Os dados foram analisados com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância.

Avaliou-se o tamanho da lesão, aos 10 dias após a inoculação, com auxílio de uma régua graduada em centímetros. Foram mensurados o comprimento de lesões em 5 plantas por parcela obtendo-se a média das cinco plantas. Conforme o genótipo, no momento da avaliação, as plantas encontravam-se entre os estádios fenológicos R<sub>3</sub> e

R<sub>5,1</sub>. Além de avaliar o tamanho da lesão, foi calculado o percentual de redução no tamanho da lesão, em relação ao genótipo mais suscetível.

### Incidência natural de *Sclerotinia sclerotiorum* em genótipos transgênicos de soja

Novamente, o experimento foi dividido em dois ensaios, sendo o primeiro constituído de 18 genótipos de soja de ciclo semiprecoce e o segundo por de 52 genótipos de ciclo médio - semitardio. A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto, no dia 6 de novembro de 2009. A adubação na semeadura foi de 300 kg ha<sup>-1</sup> de 2-20-10. A aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas para o controle de ferrugem asiática e usados durante a condução do experimento foram realizados conforme preconizado por EMBRAPA (2008).

A inoculação natural foi observada com a contagem de apotécios por metro quadrado em toda área experimental. A incidência da podridão branca da haste da soja foi avaliada 92 dias após semeadura. Foram avaliadas todas as plantas presentes nas duas linhas centrais, contando-se o número de plantas com sintomas da doença.

A avaliação da altura das plantas foi realizada no estádio R8, na qual, compreendeu a distância na haste principal entre o colo e a inserção da vagem mais distal, expressa em centímetros. Desta mesma variável foi calculada a redução no comprimento da lesão em centímetros em relação ao genótipo suscetível (GOBR03-3151-34GO). Também se determinou a população de plantas no estádio R8, sendo assim feito a contagem de plantas presentes nas duas linhas centrais. Os dados obtidos foram transformados para plantas por hectare.

Para a variável massa de 1000 grãos, foram pesadas amostras de 100 grãos de cada parcela, em balança de precisão, com sensibilidade de centésimo de grama e multiplicado por 10. Esta foi determinada a partir dos valores de pesos obtidos na pesagem, realizando-se correção da umidade para 13%. A umidade foi realizada por meio do aparelho GEHAKA G800, versão 7.78.

A produtividade foi obtida por meio da pesagem de toda a soja colhida em cada parcela útil de 4 m<sup>2</sup>. Os dados obtidos foram transformados para Kg.ha<sup>-1</sup>. Em seguida esta produtividade foi corrigida para teor de umidade de 13%.

Os dados de incidência natural, altura de planta, população, massa de mil grãos e produtividade foram submetidos à análise da variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância. As análises

foram realizadas com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2010).

Foram realizadas as análises de correlação simples de Pearson entre a incidência natural da doença com a altura de planta, população de plantas, peso de mil grãos e produtividade. E ainda, as correlações entre altura com produtividade e população com produtividade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela avaliação da reação dos genótipos semi-precozes, inoculados artificialmente, os menores comprimentos de tecido colonizado pelo fungo ocorreram em GOBR03-2776-4SFGO, GOBR03-2776-17SFGO, GOBR00-158-3GO, GOBR03-2866-40GO, MSOY 6101, GOBR03-2776-16SFGO, BRAS06-0034Y, BR05-03502Y, GOBR03-2776-36GO. Houve redução no comprimento das lesões, quando comparados à cultivar mais suscetível (GOBR03-3151-34GO), tendo esta redução variado de 35 a 94% (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tamanho da lesão em haste de soja com inoculação artificial em genótipos convencionais de ciclo semiprecoce. Uberlândia, 2011.

Genótipos	Comprimento da lesão (cm)	Redução no comprimento da lesão (%)
GOBR03-2776-4SFGO	0,49 a	94
GOBR03-2776-17SFGO	2,32 a	71
GOBR00-158-3GO	2,42 a	70
GOBR03-2866-40GO	3,43 a	57
MSOY 6101	3,50 a	56
GOBR03-2776-16SFGO	4,34 a	46
BRAS06-0034Y	4,39 a	45
BR05-03502Y	5,01 a	37
GOBR03-2776-36GO	5,17 a	35
BRAS06-0037Y	5,89 b	26
GOBR03-2776-32GO	7,05 b	12
GOBR03-3173-4GO	7,68 b	4
BR05-09384Y	7,74 b	3
GOBR02-2237-3GO	7,75 b	3
GOBR03-3151-34GO	8,00 b	0
Média	5,01	
CV(%)	55,30	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância.

As condições climáticas no período compreendido entre a inoculação e avaliação, apresentaram-se menos favoráveis ao desenvolvimento micelial da doença, sendo estas variando de 18 °C a 25 °C e umidade relativa abaixo de 90% (AGRIOS, 1997), talvez este fato explique, em parte, a ocorrência de menor tamanho das lesões, mas mesmo nestas condições foi possível diferenciar os genótipos de menor e maior resistência parcial ao patógeno em condições de campo.

Aos 10 dias após inoculação (DAI), a média das lesões mensuradas nos genótipos foi de 5,01 cm. Sagata (2010), utilizando a mesma metodologia de inoculação, obteve uma média de 6,68 cm, 5 DAI. Porém a autora utilizou o espaçamento de 25 cm entre linhas e a precipitação acumulada durante a condução do experimento foi de 105 mm, sendo que o espaçamento do presente trabalho foi de 50 cm e a precipitação acumulada foi de 39 mm. O microclima gerado com o menor espaçamento e a boa precipitação pluviométrica foi favorável para o desenvolvimento da doença, refletindo na maior

média de tamanho de lesão encontrada pela autora. Fato este que não ocorreu no presente experimento no espaçamento de 50 centímetros.

Já em genótipos de ciclo médio/semiantardio, as cultivares Emgopa 316, BRAS05 - 0066 Y2, BRAS05 - 0317 Y, MSOY 8001, BRAS06-0029Y, BRN05-7575Y, BRAS05 - 0004Y, MG/BR46 (Conquista), MSOY 6101, GOBR03-2637-3GO,

GOBR02-2196-36GO, BR05-04218Y, BRAS05 - 0135 Y2, GOBR03-2763-13GO e GOBR02-1678-34GO obtiveram menores lesões e diferiram estatisticamente das demais cultivares (Tabela 2). Estas obtiveram redução no comprimento da lesão variando de 52 a 100 %, em relação à cultivar mais suscetível (GOBR03-3151-34GO).

**Tabela 2.** Tamanho da lesão em haste de soja com inoculação artificial em genótipos convencionais de ciclo médio/semiantardio. Uberlândia, 2011.

Genótipos	Comprimento da lesão (cm)	Redução no comprimento da lesão (%)
Emgopa 316	0,00 a	100
BRAS05 - 0066 Y2	1,24 a	86
BRAS05 - 0317 Y	1,50 a	83
MSOY 8001	2,50 a	72
BRAS06-0029Y	2,55 a	71
BRN05-7575Y	2,75 a	69
BRAS05 - 0004Y	3,00 a	66
MG/BR46 (Conquista)	3,25 a	64
MSOY 6101	3,25 a	64
GOBR03-2637-3GO	3,25 a	64
GOBR02-2196-36GO	3,50 a	61
BR05-04218Y	3,71 a	58
BRAS05 - 0135 Y2	3,77 a	58
GOBR03-2763-13GO	3,88 a	57
GOBR02-1678-34GO	4,25 a	52
BRN06-20024Y	4,75 b	47
BRN05-7896Y	4,75 b	47
GOBR01-729-33 GO2	4,87 b	45
GOBR02-2130-20GO	5,00 b	44
GOBR03-2886-4GO	5,25 b	41
BRN05-4874Y	5,25 b	41
BR03-2886-8GO	5,75 b	36
GOBR02-1750-67GO	5,75 b	36
GOBR02-1877-12GO	5,75 b	36
BRAS04-0110 Y2	6,00 b	33
CD228	6,93 b	22
BRAS06-0038Y	6,97 b	22
BRAS05 - 0049Y	7,25 b	19
BRN05-7487Y	7,25 b	19
BRAS05 - 0345Y	7,75 b	13
GOBR01-1252-23 GO2	8,92 b	0

Média	4,54
C.V. (%)	64,04

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância.

Embora não tenha diferido estatisticamente dos demais genótipos com menores lesões, a cultivar Emgopa 316 não apresentou lesão, considerando assim lesão de 0 cm. Boland e Hall (1987) sugerem que cultivares com baixa incidência ou severidade de doença, em condições de campo, devem ser testadas em condições controladas para verificar se a possível resistência encontrada é decorrente de resistência fisiológica ou escape. Sagata (2010) e Garcia (2008), em ensaios realizados em campo e em condições controladas, observaram que o genótipo Emgopa 316 foi resistente à doença.

A cultivar MG/BR 46 (Conquista) mostrou-se resistente, concordando com os resultados obtidos por Zito et al. (2006) e Sagata (2009) e contradizendo os resultados obtidos por Garcia (2008), quando utilizou o método de inoculação em folha destacada.

No presente trabalho, a cultivar MSOY 8001 ficou agrupado com os genótipos resistentes, com uma redução de 72% no comprimento da lesão, em relação ao genótipo mais suscetível. No entanto, Sagata (2010), utilizando a mesma metodologia de inoculação em condições de campo, observou que a cultivar MSOY 8001 apresentou-se suscetível à podridão branca da haste, no qual foi feita uma suplementação de água e foi semeado com espaçamento de 25 cm entre linhas. Nestas condições, há um favorecimento ao desenvolvimento da doença.

Neste ensaio, foi possível confirmar que as principais fontes de resistência à podridão branca da haste se encontram nos genótipos comerciais, visto dos cinco genótipos comerciais avaliados, quatro terem sido resistentes [Emgopa 316, MSOY 8001, MG/BR 46 (Conquista) e MSOY 6101] mostrando um comprimento de lesão variado entre 0 a 3,25 cm, ao serem comparadas ao padrão de suscetibilidade GOBR03-3151-34GO. Apesar da resistência parcial ter sido identificada em cultivares de soja, as atuais fontes em materiais comerciais são limitadas e essas não conseguem impedir completamente a perda de rendimento (HOFFMAN et al., 1998; YANG et al., 1999).

Com relação à incidência natural da doença, nos genótipos de ciclo semiprecoce ocorreram diferenças varietais quanto à incidência de podridão branca da haste (Tabela 3). As cultivares que apresentaram menores percentuais de incidência foram os BRY08-1.812Y, BRY08-1.018Y,

BRASR05-0611Y, Anta 82RR<sup>®</sup>, BRASR06-0168Y, BRY08-1.803Y, BRASR06-0528Y, BRASR06-0103Y(Mnt.), BRY08-1.843Y e BRY08-1.668Y, sendo agrupados como materiais resistentes.

Apesar dos genótipos BRY08-1.018Y e BRY08-1.812Y apresentarem 0% incidência, não podemos afirmar que esses genótipos sejam imunes ao patógeno, uma vez que não existem padrões de imunidades para *S. sclerotiorum*.

Segundo Boland e Hall (1987), em campo, pode ocorrer escape à doença devido a altura da cultivar, severidade, maturidade e número de apotécios abaixo do dossel. Isto indica que o escape é um mecanismo importante que afeta a incidência ou severidade da doença. Em muitas plantas, incluindo a soja, a resistência genética completa não existe (CALLA et al., 2009).

A altitude acima de 900 m, o histórico da doença na área e o cultivo de soja suscetível pela quarta safra consecutiva na mesma área foram determinantes para ocorrência natural e uniforme desse patógeno na área. A média de incidência da podridão branca da haste foi de 6,19%, sendo a maior média observada nos dois ensaios, discordando de Yang et al. (1999), que afirmaram sob condições de campo, a incidência de *S. sclerotiorum*, em cultivares de soja, está relacionada aos grupos de maturação das mesmas, sendo que cultivares de ciclo longo apresentam maior incidência da doença do que cultivares de ciclo curto. Segundo os autores, isto pode ser atribuído devido o período de florescimento em cultivares de ciclo longo ser maior, período onde geralmente se têm bastante infecção, devido à liberação dos ascósporos. Porém, no presente trabalho, foi observado que a doença é mais favorecida com o fechamento da cultura, que geralmente coincide com o florescimento e principalmente com as condições ambientais favoráveis. Mesmo após ter caído todas as flores nos genótipos super precoce, foram encontrados apotécios do fungo liberando ascósporos e foi observado também sintomas da doença nas axilas das folhas presentes no baixeiro.

A pluviosidade acumulada de 298,73 mm, após o florescimento, somada com o fechamento da cultura, foram fatores importantes para o desenvolvimento da doença, pois nesse período a cultura já se encontrava num estágio mais avançado não sendo possível observar flores nas plantas. É válido ressaltar que a podridão branca da haste é

favorecida principalmente com o fechamento da cultura e condições ambientais favoráveis.

**Tabela 3.** Incidência natural de podridão branca da haste (%), altura de plantas (cm), densidade populacional de plantas (plantas.ha<sup>-1</sup>) e massa de 1.000 grãos (g) e produtividade (Kg.ha<sup>-1</sup>) de genótipos de soja semiprecoces e transgênicos. Uberlândia, 2011.

Genótipos	IPB <sup>1</sup>	Altura <sup>2</sup>	População <sup>3</sup>	PMil <sup>4</sup>	Produt. <sup>5</sup>
BRY08-1.812Y	0,00 a	89,75 d	235000 b	118,75 b	2098 b
BRY08-1.018Y	0,00 a	84,25 d	270000 a	142,50 a	1800 c
BRASR05-0611Y	0,25 a	85,25 d	285000 a	99,75 c	1636 c
Anta 82RR®	1,25 a	82,75 e	230000 b	101,50 c	1791 c
BRASR06-0168Y	1,50 a	101,75 b	290000 a	120,50 b	1755 c
BRY08-1.803Y	2,25 a	102,50 b	230000 b	131,50 a	2561 a
BRASR06-0528Y	2,25 a	79,25 e	305000 a	104,50 c	1763 c
BRASR06-0103Y(Mnt.)	2,75 a	77,50 e	290000 a	135,25 a	2333 b
BRY08-1.843Y	2,75 a	105,00 b	305000 a	143,50 a	2765 a
BRY08-1.668Y	3,00 a	74,00 e	280000 a	100,25 c	1887 c
GO04-5003-32GO	7,25 b	120,50 a	260000 b	116,75 b	1692 c
BRBIGO04-679-61GO	7,50 b	108,25 b	315000 a	110,25 b	1618 c
BRASR06-0174Y	9,25 b	90,00 d	255000 b	97,75 c	862 e
BRASR06-0033Y	10,25 b	81,50 e	250000 b	112,50 b	1687 c
BRY08-2.166Y	10,75 b	95,50 c	275000 a	111,25 b	1702 c
NK7074RR	11,25 b	91,25 d	275000 a	119,50 b	1564 c
GO04-5074-16GO	14,50 b	98,25 c	240000 b	106,75 c	1319 d
BR05-73615Y	24,75 c	77,00 e	235000 b	116,50 b	1611 c
Média	6,19	91,35	268056	116,07	1802
C.V. (%)	75,33	5,44	14,04	6,67	13,99

<sup>1</sup>Incidência de podridão branca da haste (%). <sup>2</sup>Altura (cm). <sup>3</sup>População (plantasha<sup>-1</sup>). <sup>4</sup>Massa de mil grãos (g). <sup>5</sup>Produtividade (kgha<sup>-1</sup>); Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância.

Os genótipos apresentaram diferenças varietais quanto à altura de planta. A população de plantas foi diferente em função das recomendações técnicas de população de cada genótipo. O genótipo BR05-73615Y foi estatisticamente o mais suscetível, com uma incidência média de 24,75%. Este genótipo apresentou uma população de 235.000 plantas ha<sup>-1</sup>, o que equivale a uma densidade de 11,75 plantas metro<sup>-1</sup>. Era de esperar uma menor incidência da doença, mas segundo relatado por Vieira, (1994) a redução de sementes por metro de fileira é uma medida que não reduz a doença em feijão, pois as plantas compensam a menor população com um crescimento mais vigoroso. Já Zito et al. (2006), demonstraram que os genótipos MG/BR 46 (Conquista) e MGBR99-4656 apresentaram os menores percentuais de incidência de mofo branco e os mesmos apresentaram as duas

maiores populações. Já BR97-11548 e Potenza, estatisticamente suscetíveis, apresentaram populações de plantas intermediárias.

Não houve correlação significativa entre incidência de podridão branca da haste e as variáveis: altura, população e massa de mil de grãos (Tabela 4). Quando analisada a correlação entre a variável incidência de podridão branca da haste e produtividade, constatou-se correlação negativa de -0,46, com significância de 5% de probabilidade, ou seja, a incidência da doença proporcionou diminuição na produtividade.

Os 18 genótipos apresentaram à média de produtividade de 1802 kg ha<sup>-1</sup>. Os materiais BRY08-1843Y e BRY08-1803Y foram estatisticamente os mais produtivos, com produção de 2765 e 2561 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo os mesmos agrupados com os genótipos resistentes à podridão

branca da haste com, 2,75 e 2,25% de incidência, respectivamente (Tabela 4). O genótipo BRASR06-0174Y foi estatisticamente o menos produtivo, com produtividade de 862 kg $ha^{-1}$  e foi também o que apresentou o menor peso de mil de grãos, embora

não tenha diferido estatisticamente dos demais materiais presentes no seu grupo. Com relação à incidência do patógeno, comportou-se como material intermediário, com incidência de 9,25%.

**Tabela 4.** Correlação da incidência de podridão branca da haste com caracteres agrônômicos, genótipos transgênicos de ciclo semiprecoce. Uberlândia, 2011.

Tratamentos	Altura <sup>1</sup>	População <sup>2</sup>	PMmil <sup>3</sup>	Produtividade <sup>4</sup>
Incidência de Podridão Branca	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,30 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>ns</sup>	-0,46 <sup>*</sup>
Altura	-	-	-	0,09 <sup>ns</sup>
População	-	-	-	0,14 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Altura (cm). <sup>2</sup>População (plantash $a^{-1}$ ). <sup>3</sup>Massa de mil grãos (g). <sup>4</sup>Produtividade (kg $ha^{-1}$ ). <sup>ns</sup>Não-significativo. <sup>\*</sup>Significativo a 5% de probabilidade.

No que se refere aos genótipos transgênicos de soja de ciclo médio/semintardio, estes não

apresentaram diferenças estatísticas quanto à incidência da doença (Tabela 5)

**Tabela 5.** Incidência natural de podridão branca da haste (%), altura de plantas (cm), densidade populacional de plantas (plantas $ha^{-1}$ ) e massa de 1.000 grãos (g) e produtividade (Kg $ha^{-1}$ ) de genótipos de soja de ciclo médio, semintardio e transgênicos. Uberlândia, 2011.

Genótipos	IPB <sup>1</sup>	Altura <sup>2</sup>	População <sup>3</sup>	PMmil <sup>4</sup>	Produt. <sup>5</sup>
GO.04-5014 B2GO	0,25 a	114,00 d	225000 b	115,50 b	2303 a
BRASR04-1001 Y2	0,75 a	113,25 d	335000 a	126,75 b	1710 b
GOBR04-5199-31GO	1,75 a	110,25 c	240000 a	97,00 d	1650 b
BRASR06-0743	2,25 a	100,00 b	255000 a	107,25 c	1641 b
BRASR06-1255Y	2,50 a	99,25 b	175000 b	145,00 a	1799 b
BRS Luziânia RR	2,75 a	90,25 a	145000b	101,25 d	1921 b
MSOY8008RR	3,00 a	94,75 a	235000 b	112,25 c	1905 b
BRBIGO03-200236-26GO	3,00 a	103,00 b	285000 a	108,25 c	2234 a
BRASR05-1748Y	3,00 a	94,00 a	125000 b	96,00 d	1385 b
BRBIGO03-200178-42 GO2	3,00 a	104,50 c	280000 a	113,50 c	1678 b
P98R31RR	3,00 a	106,00 c	255000 a	112,00 c	2426 a
BRASR05-0037Y	3,00 a	107,75 c	190000 b	86,50 d	1423 b
BRBIGO03-200180-60GO	3,25 a	104,50 c	280000 a	96,25 d	1664 b
BRY08-3.185Y	3,25 a	102,50 b	295000 a	118,25 b	2735 a
M7908RR	3,25 a	86,50 a	220000 b	135,75 a	1950 b
BRBIGO03-200180-46 GO2	3,25 a	100,25 b	135000 b	120,00 b	1940 b
BRBIGO03-200176-29GO	3,25 a	107,25 c	315000 a	126,25 b	2652 a
BRASR06-1066Y	3,50 a	102,50 b	175000 b	125,00 b	1685 b
BRASR04-0886 Y2	3,50 a	90,50 a	220000 b	127,00 b	2377 a
BRBIGO03-200424-8GO	3,75 a	91,50 a	195000 b	123,75 b	2118 a
BRASR04-0997 Y2	3,75 a	102,50 b	195000 b	117,25 b	1892 b
BRASR04-0754 Y2	4,00 a	92,75 a	275000 a	109,00 c	2458 a
BRBIGO04-722-48GO	4,00 a	96,25 b	185000 b	138,25 a	2429 a

GO 04-5003-73GO	4,00 a	115,25 d	300000 a	114,25 c	2465 a
BRBIGO03-200260-3GO	4,00 a	117,25 d	285000 a	110,75 c	2515 a
BRBIGO03-200402-14GO	4,25 a	101,50 b	180000 b	116,75 b	1585 b
BRS Valiosa RR	4,25 a	102,75 b	185000 b	128,50 b	1836 b
GO04-5004-103GO	4,25 a	108,75 c	345000 a	106,75 c	2115 a
BRASR04-1009 Y2	4,25 a	106,50 c	310000 a	116,00 b	1814 b
GO04-5003B9GO	4,25 a	117,25 d	195000 b	95,75 d	1547 b
BRASR06-0868Y	4,50 a	92,50 a	135000 b	107,25 c	2107 a
CD219RR	4,50 a	96,00 b	200000 b	127,75 b	2591 a
GO 04-5010 B9GO	4,50 a	116,75 d	235000 b	100,00 d	2598 a
NA7255RR	4,75 a	87,25 a	185000 b	100,75 d	1717 b
BRASR06-1365Y	4,75 a	99,75 b	195000 b	118,00 b	1883 b
BRASR04-1350 Y2	5,25 a	116,50 d	285000 a	119,25 b	2857 a
BRBIGO04-724-16GO	5,25 a	100,75 b	220000 b	128,75 b	2106 a
BRBIGO03-200180-41GO	5,50 a	103,25 b	305000 a	126,25 b	2497 a
BRBIGO04-682-28GO	5,50 a	111,25 c	280000 a	125,50 b	2763 a
BRBIGO04-728-13GO	5,50 a	92,00 a	195000 b	123,75 b	2011 b
BRBIGO03-200029-41GO	5,75 a	112,75 d	280000 a	130,75 a	2879 a
BR/DF05-124-27GO	6,00 a	87,25 a	225000 b	98,50 d	1830 b
BRASR05-1589Y	6,50 a	95,25 a	195000 b	123,75 b	1697 b
BRASR06-1484Y	7,25 a	101,50 b	245000 a	125,00 b	1639 b
BRBIGO03-200042-3 GO2	7,50 a	97,75 b	210000 b	138,75 a	2319 a
GO04-5003-77GO	7,75 a	125,25 d	310000 a	111,25 c	1265 b
GO04-5074-23GO	7,75 a	110,50 c	245000 a	110,00 c	1561 b
GOBR04-5203-16GO	8,50 a	104,75 c	275000 a	131,25 a	1353 b
BRBIGO03-200180-24 GO2	9,75 a	105,25 c	295000 a	115,75 b	2350 a
CD229RR	10,25 a	97,50 b	280000 a	125,25 b	2154 a
BR05-81111Y (Bnt.)	12,25 a	90,75 a	315000 a	113,50 c	2556 a
BRBIGO03-20023-30GO	15,50 a	100,00 b	260000 a	97,25 d	1557 b
Média	4,83	102,46	238558	116,25	2041
C.V. (%)	94,07	6,43	20,24	7,96	20,32

<sup>1</sup>Incidência de podridão branca da haste (%). <sup>2</sup>Altura (cm). <sup>3</sup>População (plantas ha<sup>-1</sup>). <sup>4</sup>Peso de mil grãos (g). <sup>5</sup>Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância.

Os genótipos apresentaram diferenças varietais quanto à altura de plantas, sendo M7908RR, BR/DF05-124-27GO, NA7255RR, BRS Luziânia RR, BRASR04-0886 Y2, BR05-81111Y (Bnt.), BRBIGO03-200424-8GO, BRBIGO04-728-13GO, BRASR06-0868Y, BRASR04-0754 Y2, BRASR05-1748Y e MSOY8008RR estatisticamente os mais baixos e GO04-5003-77GO, GO04-5003B9GO, GO 04-5010 B9GO, BRASR04-1350 Y2, GO 04-5003-73GO, GO.04-5014 B2GO e BRASR04-1001 Y2 foram estatisticamente mais altos.

O genótipo BRBIGO03-20023-30GO apresentou a maior incidência, com 15,50% e o

genótipo GO04-5014 B2GO apresentou a menor incidência, com 0,25%, embora ambos não diferiram dos demais genótipos (Tabela 4).

A resistência de cultivares de soja pode ser conferida, muitas vezes, pelo escape da infecção das flores ocorrendo antes da esporulação do patógeno (GRAU, 1988), ou mesmo, pela arquitetura da planta mais aberta, ereta, que reduz o micro-clima e permite a circulação de ar no dossel, promovendo o rápido secamento das superfícies da folha e solo, e facilitando a circulação do ar e penetração de luz, o que reduz a infecção das plantas (COYNE et al., 1974).

Não houve correlação significativa entre incidência de podridão branca da haste e as variáveis: altura, população, peso de mil de grãos e

produtividade (Tabela 6). Já as variáveis população de planta e produtividade correlacionaram positivamente entre si.

**Tabela 6.** Correlação da incidência de podridão branca da haste com caracteres agrônômicos, genótipos transgênicos de ciclo médio/semitardio. Uberlândia, 2011.

Tratamentos	Altura	População	Pmil	Produtividade
Incidência de Podridão Branca	-0,09 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>
Altura	-	-	-	0,07 <sup>ns</sup>
População	-	-	-	0,32 <sup>*</sup>

<sup>1</sup>Altura (cm). <sup>2</sup>População (plantas ha<sup>-1</sup>). <sup>3</sup>Peso de mil grãos (g). <sup>4</sup>Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). <sup>ns</sup> Não-significativo. <sup>\*</sup> Significativo a 5% de probabilidade.

A falta de ou não correlação significativa entre incidência de *S. sclerotinia* e produtividade foi provavelmente devido às baixas médias de incidência da podridão branca, as quais levariam a uma pequena perda de produtividade, a ponto de não ter afetado, de forma significativa, na produção final.

Os genótipos apresentaram diferenças varietais quanto à produtividade, sendo divididos em dois grupos. O material BRBIGO03-20023-30GO, mais suscetível a podridão branca, obteve a sexta menor produtividade, com 1557 kg ha<sup>-1</sup> e o genótipo BRBIGO03-200029-41GO apresentou maior produtividade (2879 kg ha<sup>-1</sup>).

## CONCLUSÕES

Os genótipos convencionais GOBR03-2776-4SFGO e Emgopa 316 e os genótipos transgênicos BRY08-1.812Y, BRY08-1.018Y e GO04-5014 B2GO são selecionados como resistentes podendo ser utilizados como padrões de resistência.

Os genótipos convencionais GOBR03-3151-34GO e GOBR01-1252-23 GO2 e os genótipos transgênicos BR05-73615Y e BRBIGO03-20023-30GO são suscetíveis à *S. sclerotiorum*, podendo ser utilizados como padrões para suscetibilidade.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the performance of transgenic and conventional soybean genotypes against the *S. sclerotiorum*, causal agent white mold. The first experiment evaluated partial resistance of conventional soybean genotypes of semi-early and medium/late cycles, by the inoculation of PDA disk, containing mycelium of the fungus, on the young stem of the plant. The second study evaluated the partial resistance of transgenic genotypes of early and medium/late cycles, by natural inoculation of the plant by pathogen. Results from the first experiment demonstrated varietal differences among genotypes of semi-early and medium/medium late cycles for the severity of sclerotinia stem rot. Conventional genotypes GOBR03-2776-316 and Emgopa 4SFGO and transgenic genotypes BRY08-1.812Y, BRY08-1.018Y and GO.04 B2GO-5014 were selected as the resistance standard for future work. As susceptibility standards were selected genotypes conventional GOBR03-34GO-3151 and 1252-23 GOBR01-GO2 and transgenic genotypes BR05-20023-73615Y and BRBIGO03-30GO.

**KEYWORDS:** Resistance, *Glycine max* (L) Merrill, *Sclerotinia sclerotiorum*

## REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. **Plant Pathology**. 5 ed. San Diego: Academic Press, 2005.

BOLAND, G. J.; HALL, R. Evaluating soybean cultivars for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* under field conditions. **Plant Disease**, Saint Paul., v. 71 p. 934–936, 1987.

- CALLA, B.; et al. Expression Profiling Soybean Stem Tissue Early Response to *Sclerotinia sclerotiorum* and In: Silico Mapping in Relation to Resistance Markers. **The Plant Genome**, Madison, v. 2, p. 149-166, 2009.
- CRUICKSHANK, A. W., COOPER, M., RYLEY, M. J. Peanut resistance to *Sclerotinia minor* and *S. sclerotiorum*. **Australian Journal Agricultural Research**, Victoria, v. 53, p. 1105–1110, 2002.
- COYNE, D. P.; STEADMAN, J. R.; ANDERSON, F. N. Effect of modified plant architecture of great northern dry bean varieties (*Phaseolus vulgaris*) on White mold severity, and components of yield. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 5, n. 4, p. 379-382, 1974.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Tecnologias de Produção de soja na Região Central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2008. 261p. (EMBRAPA - Soja. Sistemas de Produção, 13).
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina, 2009. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/Tecnol2009.pdf>> Acesso em 05 out 2010.
- FERREIRA, F. A. **Sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ulfa.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2010.
- GARCIA, R. A. **Produção de inóculo, efeito de extratos vegetais e de fungicidas e reação de genótipos de soja à *Sclerotinia sclerotiorum***. 2008. 154 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto de Ciência Agrárias - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.
- GILMORE, B., MYERS, J. R., KEAN, D. Completion of testing of *Phaseolus coccineus* plant introductions (PIs) for white mold, *Sclerotinia sclerotiorum*, resistance. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins. v. 45, p. 64-65, 2002.
- GODOY, M.; et al. Sclerotinia resistance in sunflower: genotypic variations of hybrids in three environment of Argentina. **Euphytica**, Wageningen, v. 145, p. 147–154, 2005.
- GODOY, G.; et al. Use of mutants to demonstrate the role of oxalic acid in pathogenicity of *Sclerotinia sclerotiorum* on *Phaseolus vulgaris*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 37, p. 179–191, 1990.
- GRAU, C. R.; RADKE, V. L. Effects of cultivars and cultural practices on Sclerotinia stem rot of soybean. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 68, p. 56-58, 1984.
- GRAU, C. R. Sclerotinia stem rot of soybean. In: Soybean Diseases of the North Central Region. T. D. WYLLIE; D. H. SCOTT, **The American Phytopathological Society**, Saint Paul, p. 56-66, 1988.
- HARTMAN, G. L.; et al. Evaluation of perennial *Glycine* species for resistance to soybean fungal pathogens that cause *Sclerotinia* stem rot and sudden death syndrome. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 545–549, 2000.
- HOFFMAN, D. D.; HARTMAN, G. L.; MUELLER, D. S.; LEITZ, R. A.; NICKELL, C. D.; PEDERSEN, W. L.. Yield and seed quality of soybean cultivars infected with *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, p. 826-829, 1998.
- JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. P.; JULIATTI, F. Ca. **Manejo integrado de doenças na cultura da soja**. Uberlândia: EDUFU, 2004. 327 p.
- JULIATTI, F. C.; JULIATTI, F. C. A. **Podridão branca da haste da soja: manejo e uso de fungicidas em busca da sustentabilidade nos sistemas de produção**. Uberlândia, Comoser, 33p. 2010.

- KIM, H. S.; DIERS, B. W. Inheritance of partial resistance to sclerotinia stem rot in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 55-61, 2000.
- KIM, H. S.; HARTMAN, G. L.; MANANDHAR, J. B.; GRAEF, G. L.; STEADMAN, J. R.; DIER, B. W. Reaction of soybean cultivars to sclerotinia stem rot in field, greenhouse, and laboratory evaluations. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 665–669, 2000.
- LI, C. X., et al. Expression of field resistance under Western Australian conditions to *Sclerotinia sclerotiorum* in Chinese and Australian *Brassica napus* and *Brassica juncea* germplasm and its relation with stem diameter. **Australian Journal Agricultural Research**, Victoria, v. 57, p. 1131– 1135, 2006.
- PORTER, L.D., HOHEISEL, G., COFFMAN, V.A.. Resistance of peas to *Sclerotinia sclerotiorum* in the *Pisum core* collection. **Plant Pathology**, Saint Paul, v. 58, p. 52–60, 2009.
- SAGATA, E. **Métodos de inoculação e avaliação da resistência de genótipos de soja à *Sclerotinia sclerotiorum***. 2010. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto de Ciência Agrárias - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.
- STEADMAN, J. R. White mold – a serious yield-limiting disease of bean. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 67, p. 346-350, 1983.
- VIEIRA, R. O mofo branco do feijoeiro – Feijão no inverno, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 178, p. 54-63, 1994.
- WEGULO, S.N., YANG, X.B., MARTINSON, C.A. Soybean cultivar responses to *Sclerotinia sclerotiorum* in field and controlled environment studies. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, p. 1264–1270, 1998.
- YANG, X. B.; LUNDEEN, P.; UPHOFF, M. D. Soybean varietal response and yieldloss caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, p. 456-461, 1999.
- ZHAO, J., et al. Evaluation of Sclerotinia stem rot resistance in oilseed *Brassica napus* using a petiole inoculation technique under green house conditions. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 88, p. 1033–1039, 2004.
- ZITO, R. K.; et al. Reação de genótipos de soja à *Sclerotinia sclerotiorum*. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27, 2005, Cornélio Procópio. **Anais...** Cornélio Procópio: Embrapa Soja, 2006. P. 362.