

Resposta de vinte variedades de soja à ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow)

Response of twenty soybean varieties to Asian rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow)

DOI:10.34115/basrv7n2-010

Recebimento dos originais: 19/06/2023

Aceitação para publicação: 19/07/2023

Simeón Aguayo Trinidad

Mestre em Biotecnologia, Mestre em Fitossanitização

Instituição: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asuncion
(FCA-UNA)

Endereço: Campus Universitario, San Lorenzo, Paraguai

E-mail: aguayotrinidad@gmail.com

Patricia Rojas Nerhot

Mestra em Nutrição Vegetal e Produção Agrícola

Instituição: Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidade Nacional do Leste
(FIA - UNE)

Endereço: 5VMW+H7W, Panambi, Paraguai

E-mail: patyrojas83@hotmail.com

Crispín Paredes

Mestre em Nutrição Vegetal e Produção Agrícola

Instituição: Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidade Nacional do Leste
(FIA - UNE)

Endereço: 5VMW+H7W, Panambi, Paraguai

E-mail: crispinprds@gmail.com

Oscar Rene Silvero Argüello

Doutorando em Economia e Desenvolvimento Rural

Instituição: Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidade Nacional do Leste
(FIA - UNE)

Endereço: 5VMW+H7W, Panambi, Paraguai

E-mail: oscarsilveroarguello@hotmail.com

Lucía Simeona Ríos Valiente

Mestranda em Produção Vegetal

Instituição: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asuncion
(FCA-UNA)

Endereço: Campus Universitario, San Lorenzo, Paraguai

E-mail: luciariosvaliente@gmail.com

RESUMO

A pesquisa foi conduzida na estação experimental CETAPAR-JICA, no km 45 de Yguazú-Alto Paraná, Paraguai. Foram avaliadas vinte variedades de soja quanto à incidência e gravidade à ferrugem asiática *Phakopsora pachyrhizi* Sydow por infecção

natural no campo, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 20 tratamentos e 3 repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Para o cálculo do índice de incidência, foram retiradas 20 folhas aleatórias de cada unidade experimental, em seguida analisadas em laboratório por meio de um estereoscópio e da escala índice de proporção de sintomas na superfície foliar da ferrugem da soja, em seguida os dados obtidos foram agrupados em graus de severidade de acordo com a escala de severidade por índice de intensidade de dano. Os resultados apresentaram 3 níveis de severidade, as variedades A-6355RG, GUAPA RG, A-7053RG, AURORA, CD-214RR, A-5901RG, CD-213RR e M-70RG como classe 5 ou altamente severa. As variedades CD-212RR, A-7110RG, A-6040RG, MARY 5.5RG, A-5409RG, CD-202, A-4910RG, A-6126RG e A-7321RG como classe 4 ou severa. As variedades BRS-SILVANIA, BRS-VALIOSA e BRS-VALIZA, como classe 3 ou moderadamente severas. Na variedade BRS-VALIZA apresentou índice de 14%, sendo o material com menor incidência da doença. A variedade AURORA foi classificada como altamente severa, destacando-se que as variedades: A-6355RG, GUAPA RG e A-7053RG, apresentaram alta taxa de infecção em relação à testemunha. Por fim, as variedades BRS-SILVANIA, BRS-VALIOSA e BRS-VALIZA, apresentaram severidade moderada, sendo BRS-VALIZA, o germoplasma com menor grau de infecção dentre os materiais avaliados.

Palavras-chave: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow, ferrugem asiática da soja, tipo de infecção, gravidade, grau de ocorrência.

ABSTRACT

The research was conducted at the CETAPAR-JICA experimental station at km 45 Yguazú-Alto Paraná, Paraguay. Twenty varieties of soybeans were evaluated in terms of their incidence to the Asian rust *Phakopsora pachyrhizi* Sydow by natural infection in the field, the experimental design used was completely random blocks, with 20 treatments and 3 repetitions, totaling 60 experimental units. To calculate the incidence index, 20 random leaves were taken from each experimental unit, then they were analyzed in the laboratory using a stereoscope and the index scale of proportion of symptoms in the leaf surface of soybean rust, then the data obtained were grouped into degrees of severity according to the scale of severity by index of intensity of damage. The results presented 3 levels of severity, the varieties A-6355RG, GUAPA RG, A-7053RG, AURORA, CD-214RR, A-5901RG, CD-213RR and M-70RG as class 5 or highly severe. The varieties CD-212RR, A-7110RG, A-6040RG, MARY 5.5RG, A-5409RG, CD-202, A-4910RG, A-6126RG and A-7321RG as class 4 or severe. The varieties BRS-SILVANIA, BRS-VALIOSA and BRS-VALIZA, as class 3 or moderately severe. In the BRS-VALIZA variety presented an index of 14 %, being the material with the lowest incidence of the disease. The AURORA variety was classified as highly severe, highlighting that the varieties: A-6355RG, GUAPA RG and A-7053RG, presented a high rate of infection compared to the control. Finally, the varieties BRS-SILVANIA, BRS-VALIOSA and BRS-VALIZA, presented a moderate severity, being BRS-VALIZA, the germplasm with the lowest degree of infection among the materials evaluated.

Keywords: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow, Asian soybean rust, type of infection, severity, degree of occurrence.

1 INTRODUÇÃO

A soja *Glycine max* (L) Merrill é utilizada tanto para consumo direto como insumo para indústrias agrícolas e químicas quanto como combustível (Melgar et al., 2011). Os países membros do MERCOSUL, em especial Argentina e Brasil, lideram o mercado mundial de soja, tanto na produção, industrialização e exportação (OEA, 2009).

O boom e o posicionamento da soja como item de renda no Paraguai começaram em 1974, desde então seu cultivo tem crescido em superfície, produção e produtividade. Atualmente, estão plantados 3.400.000 hectares, (CAPECO, 2021).

Após aproximadamente 30 anos de expansão do cultivo da soja, em uma grande área e com grande diversidade ambiental, enfrenta um período crítico de sanidade devido a uma doença fúngica, conhecida como ferrugem asiática da soja (Aguayo *et al.*, 2010).

A ferrugem asiática da soja é uma doença causada pelo fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi*, que não sobrevive em restolho de plantas infectadas, mas em plantas espontâneas, da mesma forma que sobrevive em hospedeiros alternativos, como espécies cultivadas ou floras presentes em regiões de soja (Ploper et al., 2002). Perdas de até 90% são possíveis em variedades suscetíveis e sob condições favoráveis (Scholz, 2020). No Paraguai, a ferrugem asiática da soja foi detectada em meados de 2001, com alta incidência em parcelas comerciais de soja, com perdas de produtividade de 60%. Os danos resultam em desfolha prematura, queda e interrupção da formação de vagens, menor tamanho de grão e diminuição da qualidade das sementes (Formento et al., 2001).

Desde a chegada desta doença ao continente americano até hoje, tem sido considerada uma das condições mais destrutivas e causando maiores danos à leguminosa, afetando este patógeno biotrófico no início da folha e nos principais componentes da produtividade, causando a diminuição no número de vagens, grãos e peso das mesmas (Garcés et al., 2010).

Levando-se em consideração o potencial de dano da doença, é importante destacar as estratégias a serem tomadas para o controle desta por meio de variedades com capacidade de produtividade sob a presença do fungo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no campo experimental do Centro Tecnológico Agrícola do Paraguai (CETAPAR-JICA) localizado no município de Yguazú, km 45 da Rota nº VII Gaspar Rodríguez de Francia. Possui solo classificado como *Kandiudox Vermelho-Amarelo* e clima subtropical com temperatura média anual de 22°C e precipitação

pluviométrica média anual de 1.700 mm. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com 20 tratamentos, 3 repetições equivalentes a 60 unidades experimentais. A área utilizada para a instalação do experimento foi de 90 metros quadrados, cada unidade experimental teve 1,5 metros quadrados distribuídos em 5 metros de comprimento e 0,3 metros de largura. Os resultados obtidos foram analisados pela Análise de Variância (ANOVA) comparando-se as médias pelo Teste de Tukey com probabilidade de erro de 5%. O sistema de plantio foi convencional, o solo foi preparado por aração e raspagem, a semeadura foi realizada em 21 de dezembro de 2005. Foram analisadas 20 variedades de soja e, na Tabela 1, encontram-se as descrições.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos em termos das vinte das variedades estudadas. Paraguai.

Nº DE TRATAMENTOS	VARIEDADES	ORIGEM
T1	AURORA.	Paraguai
T2	CD-202	Brasil
T3	A-4910RG.	Argentina
T4	A-5409RG	Argentina
T5	MARIA 5.5RG	Argentina
T6	A-5901RG	Argentina
T7	BRS- BALIZA RR	Brasil
T8	BRS- SILVANIA RR	Brasil
T9	BRS- VALIOSA RR	Brasil
T10	A-6040RG	Argentina
T11	A-6126RG	Argentina
T12	A-6355RG	Argentina
T13	M-70RG	Argentina
T14	A-7053RG	Argentina
T15	RG BONITO	Argentina
T16	A-7321RG	Argentina
T17	CD-212RR	Brasil
T18	CD-213RR	Brasil
T19	CD-214RR	Brasil
T20	A-7110RG	Argentina

Fonte: Autores

As variáveis a serem avaliadas foram o grau de severidade de acordo com o índice de intensidade de dano e o tipo de infecção da ferrugem asiática da soja em cada uma das variedades. A infecção foi natural em condições de campo. A variedade Aurora foi classificada como controle, devido à sua suscetibilidade. As avaliações foram realizadas aos 96 dias após o plantio. Quanto à amostragem, foram necessárias 20 folhas de cada unidade experimental, as quais foram retiradas aleatoriamente em sequência de ziguezague, sendo 7 folhas da parte superior, 7 da parte média e 6 da parte inferior da planta, posteriormente foram armazenadas em um saco de fios identificados e armazenadas em

saco plástico para manutenção da umidade. Em seguida, as amostras foram levadas para o laboratório fitossanitário, no departamento de fitopatologia de isolamento do CETAPAR-JICA. Dentro do laboratório primeiramente foi utilizado um microscópio para verificar a presença de ferrugem nas folhas, após confirmação o estetoscópio foi utilizado para avaliar o grau de incidência de infecção da ferrugem em cada folha individualmente seguindo a escala de avaliação do índice da proporção de sintoma na superfície foliar e os resultados foram submetidos à fórmula do índice de intensidade de dano, desta forma obterá uma média deles (FERNANDEZ & ABE, 2004).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise dos resultados do índice de intensidade de danos da ferrugem asiática em folhas de soja, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Isso coincide com os resultados obtidos por Aguayo et al., (2010), que em seu estudo sobre a incidência de ferrugem em cinco cultivares (YG – 03, YG 11, YG 06, YG 10, AURORA) nas quais nenhuma apresentou resistência. As variedades A-6355RG, GUAPA RG, A-7053RG, AURORA (Controle) e CD-214RR, apresentaram alto nível de incidência em relação às variedades; A-5901RG, CD-213RR e M-70RG, entretanto, todos foram classificados dentro do grau de severidade 5 ou muito grave, pois todos apresentaram índice de intensidade de dano superior a 75% de acordo com a escala de gravidade. Por outro lado, entre as variedades; CD-212RR, A-7110RG e A-6040RG, em comparação com as variedades citadas acima, da mesma forma, as três últimas diferem das variedades; MARIA 5.5RG, A-5409RG, CD-202, e este grupo, de variedades; A-4910RG, A-6126RG e A-7321RG, embora todos pertençam ao grau de severidade 4 ou grave, pois os índices calculados das amostras coletadas em campo apresentaram índices de 51% a 75%. Por outro lado, as variedades BRS-SILVANIA, BRS-VALIOSA e BRS-VALIZA, apresentaram diferenças significativas ($0,05$) em relação às variedades citadas acima. O menor índice corresponde à variedade BRS-VALIZA com incidência de 14%, que não foi estatisticamente diferente dos 19% observados em BRS-SILVANA e BRS-VALIOSA. Mesmo assim, as três variedades foram classificadas, com grau de severidade 3 ou moderadamente grave, uma vez que os índices se situam na faixa de 11 a 25%, como é possível na Tabela 2. Os resultados concordam com os citados por Fernández, (2001), que investigou a incidência da ferrugem asiática em condições de campo com as variedades brasileiras: BR-16, CERRILLOS, COBB-236, CTS-115, DOURADOS, FT-5, DOKO, FT-JATOVA, RILLITO e AURORA, onde conclui que a última variedade

apresentou maior severidade à doença, coincidindo com os resultados de Aguayo (2010) em que a variedade AURORA apresentou maior percentual de incidência, chegando a 81%. Da mesma forma, De Lucia et al (2006), após a avaliação de germoplasmas em relação à ferrugem asiática, conseguiram agrupar os materiais em 5 níveis de acordo com a gravidade da doença. Sendo o grupo 1: pouco infectado, o grupo 2: moderadamente infectado, o grupo 3: muito infectado, o grupo 4 e 5: altamente infectado. Conclui-se a existência de genética no germoplasma de soja relacionada à incidência da ferrugem.

Tabela 2. Taxa média de incidência e gravidade da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e grau de severidade da doença, de acordo com a taxa de incidência da mesma, em 20 variedades comerciais de soja. Paraguai.

Variedades de soja	Taxa de incidência média (%)	Grau de gravidade da doença, de acordo com a taxa de incidência
A-6355RG	94 a	AG*
RG BONITO	93 a	AG
A-7053RG	91 a	AG
AURORA-Testemunha.	90 a	AG
CD-214RR	90 a	AG
A-5901RG	81 b	AG
CD-213RR	79 b	AG
M-70RG	76 b	AG
CD-212RR	75 c	G**
A-7110RG	73 c	G
A-6040RG	70 c	G
MARIA 5.5RG	67 d	G
A-5409RG	63 d	G
CD-202	60 e	G
A-4910RG	56 e	G
A-6126RG	56 e	G
A-7321RG	51 e	G
BRS-SILVANIA	19 f	MS***
BRS-VALIOSA	19 f	MS
BRS-VALIZA	14 g	MS
CV	2,276 %.	

Os valores de uma mesma coluna seguidos de letras iguais não diferem em significância, de acordo com o teste de 5% de Tukey. * Altamente grave (AG). **Grave. ***Moderadamente grave.

VMS = 4,62 un.

De acordo com o índice de severidade observado, nenhuma das cultivares pode ser considerada parcialmente resistente à ferrugem da soja, conforme avaliação de Martins et al (2007). Os resultados obtidos são bem superiores aos valores de 7,48 a 10,02%, verificados por Azevedo et al (2007), para as cultivares Monsoy 8211, Fortuna e Emgopa 313, de modo que comparados a essas cultivares, os germoplasmas estudados não apresentam resistência ao patógeno, o que coincide com os dados fornecidos por Alves et al (2007), que avaliam a incidência de ferrugem em três cultivares de soja (Conquista, Savana e Suprema) indicam que todas apresentam alta incidência da doença,

com valores acima de 60%, de modo que as cinco cultivares avaliadas também são consideradas de alta incidência. Os dados também concordam com o que foi apontado por Fernández (2001), em estudos realizados no CETAPAR-JICA, confirmando que a cultivar AURORA apresenta alta porcentagem de incidência, mencionaram que alcançar resistência genética ao *P. pachyrhizi* é a melhor estratégia a longo prazo para combater a doença. Há poucos relatos sobre germoplasma de soja com resistência ao patógeno (Peña et al., 2014), e como há pouco conhecimento sobre quais genes conferem resistência a populações específicas de *P. pachyrhizi*, a incorporação destes não tem sido considerada em programas de melhoramento genético de soja (García et. al., 2018).

4 CONCLUSÃO

Os materiais estudados foram agrupados em três níveis de gravidade, altamente severo, moderno severo e severo. Destas, a variedade AURORA considerada como controle pertence ao grupo denominado altamente severo, destacando-se que, as variedades: A-6355RG, GUAPA RG e A-7053RG, apresentaram alta taxa de infecção em relação ao controle. Por fim, as variedades BRS-SILVANIA, BRS-VALIOSA e BRS-VALIZA, apresentaram severidade moderada, sendo BRS-VALIZA, o germoplasma com menor grau de infecção dentre os materiais avaliados.

REFERÊNCIAS

- AGUAYO TRINIDAD, S., ORREGO FUENTE, A. L., & RODRÍGUEZ ESPÍNOLA, H. N. (2010). Incidência, severidade e controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) em cultivares convencionais de soja1. *Pesquisa Agropecuária*, 12(1), 11-16. Disponível em: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2305-06832010000100002
- ALVES, MC.; POZZA, EA.; FERREIRA, JB.; ARAÚJO, DV.; COSTA, JCB.; DEUNER, CC.; MUÑIZ, MFS.; ZAMBENEDETTI, EB.; MACHADO, JC. 2007. Intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow y P. Sydow) da soja (*Glycine max* L. Merr.) nas cultivares Conquista, Savana e Suprema sob diferentes temperaturas y períodos de molhamento foliar. *Summa Phytopathologica (BR)*. 33 (3): 239-244. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=172222&pid=S2305-0683201000010000200002&lng=en
- AZEVEDO, LAS.; JULIATTI, FC.; BARRETO, M. 2007. Resistência de Genótipos de Soja à *Phakopsora pachyrhizi*. *Summa phytopathologica (BR)*. 33 (3): 252-257. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=172223&pid=S2305-0683201000010000200003&lng=en
- CAPECO (Câmara Paraguaia de Exportadores e Comerciantes de Cereais e Oleaginosas). (2021). Área de Semeadura, Produção e Rendimento. (online). Consultado em 25 de março de 2022. Disponível em: <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>
- DE LUCIA, A., GILLI, J., SOLDINES, L., FARIZA, S. E BLASZCHIK, J. 2006. 3º Congresso Mercosul da Soja. Avaliação do Germoplasma de Soja Contra a Infecção da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow). *Rosário (Arg.) Mercosoja*. 218-221 págs.
- FERNANDEZ, PFT. 2001. Identificação de doenças, ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow). CETAPAR. 80 págs. Disponível em: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=172226&pid=S2305-0683201000010000200006&lng=en
- FERNANDEZ, P.F.T. e ABE, I. 2004. Guia para Identificação de Doenças e Pragas da Soja e seu Manejo. *Phakopsora pachyrhizi*, Escala índice da proporção de sintoma na superfície foliar da ferrugem. CETAPAR. 80pp. Disponível em: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=172227&pid=S2305-0683201000010000200007&lng=en
- OLIVEIRA, N.; DE SOUZA, J. (2001). Ferrugem da soja. INTA: Argentina. Disponível em: <http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/Roya.pdf>
- GARCÉS, F., E. REIS, C. CARDOSO E C. FORCELINI. 2010. Limiar numérico de infecção por *Phakopsora pachyrhizi* em cultivo de soja. *Patologia de Plantas Tropicais* v. 35, suppl. S-168.

MARTINS, JAS.; JULIATTI, FC.; SANTOS, VA.; POLIZEL, AC.; JULIATTI, FC. 2007. Período latente e uso da análise de componentes principais para caracterizar a resistência parcial à ferrugem da soja. *Summa Phytopathologica (BR)*. 33 (4): 364-371.

OLIVEIRA, R.; VITTI, G.; DE MELO, V. (2011). Soja na América Latina. Instituto

Potassa Internacional. (online). Consultado em 17 de maio de 2022. Disponível em: <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/328-IIP-Boletim-No20.pdf>

OEА (Departamento de Desenvolvimento Sustentável da Organização dos Estados Americanos). (2009). Avaliação regional do impacto na sustentabilidade da cadeia produtiva da soja: Argentina - Paraguai - Uruguai. (online). Consultado em 25 de março de 2022. Disponível em: <http://www.oas.org/dsd/environmentlaw/trade/soja/librosoja.pdf>

PHAM T., A., MILES, M. R., FREDERICK, R. D., HILL, C. B., & HARTMAN, G. L. 2009. Respostas diferenciais de entradas de soja resistentes a isolados de *Phakopsora pachyrhizi*. *Doença das Plantas* 93(3): <https://doi.org/10.1094/>

PEÑA DEL R. M., D. L., MALDONADO M. N. E DÍAZ, F. A. 2014. Reação de germoplasma de soja a *Phakopsora pachyrhizi* no campo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37: 225-227. <https://doi.org/10.35196/rfm.2014.3.225>

PLOPER, L. D., & DEVANI, M. R. (2002). Ferrugem da soja: principais aspectos da doença e considerações de manejo. *Soja em semeadura direta*, 51-55. Disponível em: <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/principal.pdf>

RODRÍGUEZ, J. C. G., LUCIANO, G. A., VARGAS, A. P. T., MORENO, N. M., & DE LA ROSA FLORES, J. E. (2018). Avanços no estudo da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no México. *Revista Biológico Agropecuária Tuxpan*, 6(1), 6-14.

SCHOLZ DRODOWSKI, R. F. (2020) Identificação das principais doenças no cultivo da soja, Manual Técnico: IPTA Special Edition 10 anos / Ruth Fabiola Scholz Drodowski. Capitán Miranda, Py: Instituto Paraguai de Tecnologia Agrícola (IPTA), Centro de Pesquisas Capitão Miranda.