

**Variabilidade patogênica do fungo *Phakopsora pachyrhizi*.
Parte II - Projeto Southnomics - Plataforma para estresses bióticos e
abióticos em culturas**

Rafael M. Soares¹, Álvaro M.R. Almeida¹, Maurício C. Meyer¹, Leila M. Costamilan², Alexandre D. Roese³, José Nunes Jr.⁴, Cláudia B. Pimenta⁴, Mônica C. Martins⁵, Austeclínio L. de Farias Neto⁶, Wilfrido Morel⁷, Javier Gilli⁸, Lisandro Lenzi⁸, Adrian de Lucía⁹, Marin Condori¹⁰, Silvia German¹¹, Marcelo J.R. Alonzo¹¹

Resumo

O objetivo desse projeto é avaliar a reação de germoplasmas de soja a ferrugem em diversos locais, a partir de infecções naturais no campo, em diversas safras no Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai e Bolívia. O projeto iniciou na safra 2006/2007 e encerrará na safra 2009/2010. Com isso, além do monitoramento da patogenicidade das populações locais do fungo, pretende-se fornecer informações para auxiliar no desenvolvimento de cultivares resistentes. Para tal, foi uniformizada a metodologia de avaliação e escolhidos os germoplasmas. Os resultados preliminares indicam haver variabilidade entre as populações de *Phakopsora pachyrhizi* entre locais e, em alguns casos, entre diferentes safras no mesmo local. As conclusões e discussões finais serão feitas após a obtenção de resultados de mais uma safra (2009/2010).

Abstract

Pathogenic variability of *Phakopsora pachyrhizi*. Part II - Southnomics
Project- Platform for biotic and abiotic stress in crops

The goal of this project is evaluate the soybean germplasm reaction to rust in several places, from natural infections in the field, in several seasons in Brazil, Argentine, Paraguay, Uruguay and Bolivia. The project began at 2006/2007 season and will finish at 2009/2010 season. Herewith, besides the pathogenicity monitoring of local fungi populations, it intends supply information to help resistant cultivars development. The evaluation methods were standardized and the germplasm searched. The preliminary results show variability between *Phakopsora pachyrhizi* populations between places and, in some cases, between seasons in the same place. The final conclusions and discussions will be done after results of one more season (2009/2010).

¹Embrapa Soja, Londrina, PR, Brasil; ²Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil; ³Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Brasil; ⁴CTPA, Goiânia, GO, Brasil; ⁵Fundação Bahia, Barreiras, BA, Brasil; ⁶Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil; ⁷CRIA, Capitan Miranda, Paraguai; ⁸INTA, Marcos Juárez, Argentina; ⁹INTA, Cerro Azul, Argentina; ¹⁰ANAPPO, Santa Cruz, Bolívia; ¹¹INIA, La Estanzuela, Uruguai.

Introdução

A produção de soja na América do Sul tem passado por uma fase crítica desde a ocorrência das primeiras epidemias da ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. A doença foi constatada pela primeira vez no Continente em 2001 no Paraguai e no Brasil (Morel, 2001; Yorinori *et al.*, 2005), chegando em 2002 na Argentina (Rossi, 2002), na Bolívia em 2003 (Navarro & Rivera, 2006) e no Uruguai em 2004 (Stewart *et al.*, 2005).

A variabilidade genética nas populações do fungo causador da ferrugem tem sido detectada ao longo dos anos em trabalhos de pesquisa (Sinclair & Hartman, 1995; Yamaoka *et al.*, 2002; Bonde *et al.*, 2006; Freire *et al.*, 2008), indicando a ocorrência de mais de uma raça do patógeno, inclusive no Brasil (Kato & Yorinori, 2008). A comprovação da existência de raças de *P. pachyrhizi* é dificultada por fatores que influenciam as características da infecção do fungo nas plantas, entre eles as condições do ambiente (temperatura e umidade) e o estágio de desenvolvimento das plantas. Mesmo assim, é importante que se tenha resultados sobre a reação de genótipos de soja nas condições naturais, para que sejam inferidas respostas para as condições locais de uma região.

Os genes que conferem resistência a ferrugem da soja, atualmente conhecidos, têm sido frequentemente “quebrados” pelo fungo, sugerindo que *P. pachyrhizi* possui genes múltiplos de virulência, o que pode dificultar ainda mais o sucesso do melhoramento genético como estratégia de controle (Hartman, 1996). Portanto, para a obtenção de cultivares resistentes, e para que essa resistência seja eficiente e durável na prática, é importante se conhecer aspectos de virulência e variabilidade do fungo ao longo do tempo. Para isso, é necessário o uso de métodos de avaliação eficientes e padronizados.

A Embrapa, através de suas Unidades de Pesquisa e parceiros, tem executado diversos projetos de pesquisa visando detectar a variabilidade do fungo causador da ferrugem no Brasil e na América do Sul.

Entre esses projetos, está atualmente em andamento a plataforma de pesquisa denominada “Southnomics – Platform for biotic and abiotic stress in crops” (Plataforma para estresses bióticos e abióticos em culturas). Dentro dessa plataforma existe a pesquisa para determinar a “Reação de germoplasmas de soja, diferenciadores para ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), em regiões do Brasil, Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai”, onde planos de ação foram estabelecidos, iniciando com: 1) Padronização da caracterização fenotípica; e 2) Caracterização de germoplasma de soja. A partir destes planos de ação, outros foram elaborados e estarão buscando uma caracterização genotípica do patógeno, utilizando técnicas de biologia molecular. Esse trabalho consiste de parceria entre a Embrapa (CNPSo, CNPT, CPAC e CPAO), o Centro Tecnológico para Pesquisas Agropecuárias Ltda (CTPA), a Fundação

de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento do Oeste Baiano (Fundação Bahia), o Centro Regional de Investigación Agrícola (CRIA - Paraguai), o Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária (INTA - Argentina), a Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (Anapo - Bolívia) e o Instituto Nacional de Investigación Agropecuária (INIA - Uruguai), e conta com suporte financeiro do Programa Cooperativo Para El Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial Del Cono Sur (PROCISUR).

A seguir, conforme apresentação realizada na Reunião do Consórcio Antiferrugem – Safra 2008/2009, são descritos e discutidos os resultados preliminares do projeto citado acima.

Reação de germoplasmas de soja, diferenciadores para *Phakopsora pachyrhizi*, em regiões do Brasil, Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai

O objetivo desse projeto é avaliar a reação de germoplasma de soja a ferrugem em diversos locais, a partir de infecções naturais no campo, ao longo de diversas safras. O projeto iniciou-se na safra 2006/2007 e se encerrará, oficialmente, na safra 2009/2010. No entanto, é de interesse comum que a semeadura dos germoplasmas continue nas safras seguintes, após o encerramento do projeto, para monitorar as características da ferrugem em cada região, estabelecendo-se assim uma rede permanente de informação.

Com isso, além do monitoramento da agressividade das populações locais do fungo, pretende-se fornecer informações para os programas de melhoramento de forma que possam direcionar cruzamentos para desenvolver cultivares resistentes. Para tal, foi inicialmente realizado um treinamento com os técnicos participantes do projeto para uniformizar a metodologia de avaliação e determinar os germoplasmas diferenciadores a serem utilizados.

Na primeira safra do projeto foi utilizado um conjunto de germoplasmas comum para todos os países. A partir da segunda safra, os locais no Brasil tiveram o acréscimo de novos materiais e a retirada de outros considerados muito suscetíveis. Os demais países não receberam os novos materiais devido a dificuldades burocráticas de envio. Os locais participantes estão descritos na Tabela 1 e na Figura 1, e o germoplasma mais recentemente utilizado na Tabela 2.

Tabela 1. Descrição dos locais de ensaio no projeto Southnomics.

	Município	Estado/Província	Instituição	Altitude (m)
1	BRASIL			
2	Passo Fundo	Rio Grande do Sul	Embrapa Trigo	687
3	Londrina	Paraná	Embrapa Soja	610
4	Dourados	Mato Grosso do Sul	Embrapa Agrop. Oeste	430
5	Chapadão do Sul	Mato Grosso do Sul	Fundação Chapadão	820
6	Senador Canedo	Goiás	CTPA	801
7	Planaltina	Distrito Federal	Embrapa Cerrados	1000
8	Balsas	Maranhão	Embrapa Soja	270
	São Desidério	Bahia	Fundação Bahia	750
9	ARGENTINA			
10	Cerro Azul	Misiones	INTA	280
11	Famaila	Tucumán	INTA	370
	Paraná	Entre Ríos	INTA	60
12	PARAGUAI			
	Capitan Miranda	Itapua	CRIA	226
13	URUGUAI			
14	La Estanzuela	Colonia	INIA	24
	Young	Rio Negro		82
15	BOLÍVIA			
16	San Pedro		Anapo	
	Santa Cruz	Santa Cruz	Anapo	439

Figura 1. Localização dos pontos de ensaio do projeto Southnomics.**Tabela 2.** Germoplasma diferenciador de ferrugem utilizado nos ensaios.

No	Germoplasma	No	Germoplasma
1	BRS 184	16	PI 423956
2	ABURA	17	PI 459025 (Rpp4)
3	GC 84051-9-1	18	PI 462312 (Rpp3)
4	GC 84058-18-4	19	PI 471904
5	GC 84058-21-4	20	PI 561356
6	HYUUGA	21	PI 587880-A
7	KINOSHITA (PI 200487)	22	PI 587886
8	NOVA SANTA ROSA	23	PI 587905
9	PI 200455	24	PI 594538-A
10	PI 200492 (Rpp1)	25	PI 594754
11	PI 200526	26	PI 594767-A
12	PI 230970 (Rpp2)	27	SHIRANUI
13	PI 379618TC1	28	Willians 82
14	PI 416764	29	BR01-18437
15	PI 416819	30	BRASD00-11610

Em condições de campo, foi feita semeadura em linhas de 2 m, espaçadas em 0,5 m, com 15 sementes m^{-1} e duas repetições. A infecção com ferrugem foi natural ou por inoculação com esporos coletados na mesma região da pesquisa. A avaliação foi feita da seguinte forma: observação de lesões do tipo RB (reddish-brown - resistência), TAN (susceptibilidade), RT (predomínio de RB, com menos TAN) ou TR (predomínio de TAN, com menos RB); a quantidade de esporulação atribuindo notas de 0 (sem esporulação) a 3 (maior esporulação) com auxílio de escala diagramática (Yamanaka, 2008 – não publicada) (Figura 2); determinação da severidade (superfície foliar afetada), com auxílio de escala diagramática (Godoy *et al.*, 2006) (Figura 3). Inicialmente, a esporulação foi avaliada com uma escala de 0 a 5, mas a dificuldade em distinguir as lesões a partir do nível 3, levou a mudança para a escala menor. Foram feitas pelo menos duas avaliações, nas fases de desenvolvimento R3 e R6. Foram colhidas sementes de cada germoplasmas, utilizando essas para repetição dos testes no ano seguinte. Os dados de todas as regiões foram comparados para se identificar diferenças que possam estar ocorrendo entre os locais e entre as safras.

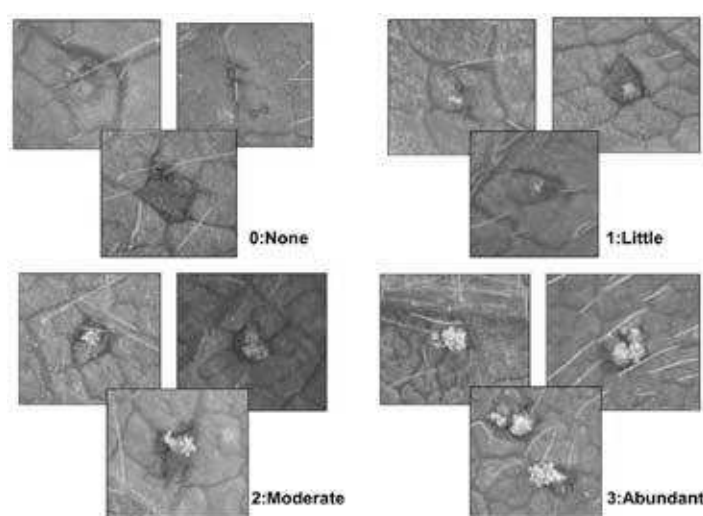


Figura 2. Escala diagramática para avaliação da esporulação de lesões de ferrugem da soja.

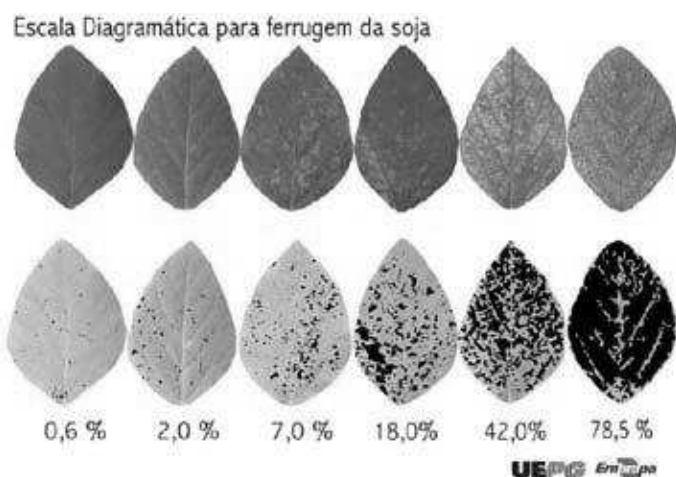


Figura 3. Escala diagramática para avaliação da severidade de ferrugem da soja.

Dependendo do local e da safra, alguns ensaios não apresentaram resultados devido às condições ambientais e; ou populacional do patógeno. Esse foi o caso típico do Uruguai, onde o cultivo da soja ainda em expansão e o inverno rigoroso, não tem proporcionado epidemias de ferrugem, apenas ocorrências esporádicas e geralmente no final do ciclo da soja.

Um fator complicador foi os diferentes ciclos dos germoplasmas utilizados. Inicialmente, optou-se por se fazer avaliações considerando principalmente o estágio de desenvolvimento das plantas, o que levou a diversas avaliações em momentos diferentes e, conseqüentemente, em pressões diferentes da doença. Após isso, achou-se melhor priorizar o fator infecção da doença, avaliando-se a maioria dos materiais no mesmo momento independente do estágio, e apenas alguns materiais extremamente precoces ou tardios em momentos específicos. Para diminuir erros, orientou-se para se avaliar as folhas mais infectadas da parte média da planta, pois folhas novas na parte superior, geralmente apresentam menor infecção em cultivares mais tardias.

As Tabelas 3 e 4 mostram os resultados de duas safras de ensaios. Observam-se diferenças entre as reações de alguns materiais às diferentes populações do fungo. Algumas diferenças podem ser consideradas sutis, como, por exemplo, lesões TR em um local e TAN em outro, podendo ser atribuídas à percepção variável de cada avaliador ou pela variação do ambiente. Mas em outros casos as diferenças são extremas, como, por exemplo, lesão RB e esporulação 1 em um local e lesão TAN e esporulação 3 em outro. Também foram constatadas algumas variações nos mesmos locais, de uma safra para outra.

Tabela 3. Avaliação da reação de germoplasmas de soja a ferrugem, em diferentes locais. Safra 2007/2008.

Estádio R5/R6																					
Germoplasma	Londrina-PR Brasil			P. Fundo-RS Brasil			Dourados-MS Brasil			Goiânia-GO Brasil			Cerro Azul Argentina			Cap. Miranda Paraguai			Santa Cruz Bolívia		
	lesão*	sev**	esp ***	lesão	sev	esp	lesão	sev	esp	lesão	sev	esp	lesão	sev	esp	lesão	sev	esp	lesão	sev	esp
1 BRS 184	TAN	85	3	TAN	40,0	3	TAN	36,8	3	TAN	42,0	3	TAN	80	3	TAN	68	3	-	-	-
2 ABURA	TR	78	2	TAN	25,0	3	TR	40,0	2	TR	18,0	2	TAN	90	2	TAN	67	3	TAN	51	-
3 GC 84051-9-1	no leaves			RB	1,5	2	RT	14,0	2	RB	0,6	1	TAN	90	3	RB	30	3	RB	11	-
4 GC 84058-18-4	RB	43	1	RB	10,8	1	RB	14,0	2	RB	7,0	1	RT	80	2	RB	30	2	TR	26	-
5 GC 84058-21-4	RB	24	1	RB	0,3	1	RT	10,0	0/1	RB	0,3	1	RB	80	2	RB	36	1	RB	11	-
6 HYUUGA	RT	23	1	RB	4,4	2	RT	30,0	2/1	RB	0,6	1	RT	90	2	RB	25	2	TR	11	-
7 KINOSHITA	RB	57	1	RB	4,8	1	RB	30,0	1/2	RB	0,6	1	RB	90	2	RB	25	1	TAN	26	-
8 NOVA SANTA ROSA	TR	86	1	RB	17,3	1 e 2	TAN	35,0	3	TR	5,0	2	TAN	90	2	TR	35	3	TAN	11	-
9 PI 200455	RT	62	2	RB	11,4	1	RB	14,0	1/2	-	0,0	0	RB	90	2	RB	67	3	TAN	11	-
10 PI 200492 (Rpp1)	TAN	49	2	RT	25,3	2	TR	36,0	2/3	RT	7,0	2	-	-	-	-	-	-	TAN	26	-
11 PI 200526	TAN	68	2	TR	13,5	.	TAN	40,0	3	TR	10,0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12 PI 230970 (Rpp2)	RB	41	1	RB	5,9	1	RB	30,0	3	RB	7,0	1	RT	80	2	RB	35	2	TR	26	-
13 PI 379618TC1	TR	41	2	RB	1,4	1	TR	16,0	2	RB	5,0	1	TR	80	2	RB	30	3	TR	26	-
14 PI 416764	no leaves			RB	5,4	1	RT	45,0	3	RB	3,0	1	TR	80	2	RB	36	2	TR	26	-
15 PI 416819	RB	62	1	RT	8,8	0 e 2	RT	50,0	2	RB	5,0	1	RB	80	2	RB	26	2	RB	1	-
16 PI 423956	RB	47	1	RB	2,7	2	RB	35,0	3	RB	2,0	1	TR	90	2	RB	25	2	TAN	26	-
17 PI 459025 (Rpp4)	RB	40	1	RB	0,5	1	RB	45,0	3	RB	3,0	1	RT	80	2	RB	26	3	TR	26	-
18 PI 462312 (Rpp3)	TR	78	3	RB	5,9	1	TAN	30,0	3	TR	10,0	3	-	-	-	-	-	-	TR	11	-
19 PI 471904	RT	53	1	RB	1,9	0, 1 e 2	RT	20,0	2	RB	15,0	1	TAN	80	2	RB	25	2	TAN	26	-
20 PI 561356	TR	15	2	RB	0,1	2	RB	1,0	0	.	0,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 PI 587880-A	TAN	19	2	RB	0,1	2	RT	2,0	1	.	0,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22 PI 587886	TR	5	3	RB	5,4	1	RT	30,0	2	RT	10,0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23 PI 587905	RT	17	2	TR	2,2	3 e 1	TAN	2,0	2	.	0,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24 PI 594538-A	TR	14	2	TAN	0,4	3	RB	0,1	1	.	0,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 PI 594754	TAN	27	3	TAN	0,1	1	TAN	2,0	1	.	0,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26 PI 594767-A	RT	24	2	RT	2,0	2 e 0	RB	20,0	0/1	.	0,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27 SHIRANUI	RT	61	3	RB	1,8	0	RB	40,0	0/1	RB	0,3	1	RB	60	2	RB	35	1	TR	11	-
28 Williams 82	no leaves			RB	0,5	2	TAN	14,0	2/3	RT	2,0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29 BR01-18437	RT	70	2	RB	19,5	1	TAN	50,0	3	TR	30,0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30 BRASD00-11610	TAN	75	3	TAN	20,3	3	TR	60,0	3	TAN	40,0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*RB - lesões grandes castanho-avermelhada; TAN - lesões pequenas castanho claro;

RT - predomínio de RB, com algumas TAN; TR - predomínio de TAN, com RB.

**Percentual de severidade

***Esporulação - 0, 1, 2 e 3 (usar a BRS 184 como parâmetro de 3)

Tabela 4. Avaliação da reação de germoplasmas de soja a ferrugem, em diferentes locais. Safra 2008/2009.

Estádio R3/R6.																								
Germoplasma	Londrina-PR Brasil			P. Fundo-RS Brasil			Dourados-MS Brasil			Goiânia-GO Brasil			São Desidério Brasil			Capitan Miranda Paraguay			Cerro Azul Argentina					
	lesão*	sev**	esp***	lesão	sev	esp	lesão	sev	esp	lesão	sev	esp	lesão	sev	esp	lesão	sev	esp	lesão	sev	esp	lesão	sev	esp
1 BRS 184	TAN	40	3	TAN	89	3	TAN	12	2	TAN	88	3	TAN	60	3	TAN	50	3	TAN	80	3			
2 ABURA	TR	38	3	TAN	74	3	TAN	6	2	TAN	28	3	TAN	55	3	TR	12	3-2	TR	60	2			
3 GC 84051-9-1	RT	14	2	RB	1	2	TAN	1	0	RT	3	0-3	TR	40	2	TAN	35	3	-	-	-			
4 GC 84058-18-4	RB	32	1	RB	2	2	TAN	3	1	RB	7	1	RT	35	2	RB	5	2	RB	10	0			
5 GC 84058-21-4	TR	17	2	RB	1	1	RB	3	0	TR	21	2-0	RB	20	1	I	0	0	TR	30	1			
6 HYUUGA	RT	36	2	RB	13	2	RB	10	1	RT	20	1-2	TR	25	3	RT	8	1-2	RT	40	1			
7 KINOSHITA	RT	28	1	RB	23	0a1	RB	9	0	RB	13	0	TR	30	2	RB	8	2	TAN	50	3			
8 NOVA STA. ROSA	RT	35	2	RB	31	1	RT	8	0-1	TR	23	3-2	RT	40	2	RT	8	2	RT	40	1			
9 PI 200455	RB	30	1	RT	22	1a3	RB	9	0	TR	9	3-1	RT	30	1	RB	8	2	RB	40	1			
10 PI 200492 (Rpp1)	TR	28	3	TAN	55	3	RT	7	0-2	RT	6	1-3	TAN	50	3	-	-	-	-	-				
11 PI 200526	TR	29	3	TAN	49	3	TR	13	2	TR	7	3-1	TAN	55	3	RB	5	1	RT	40	1			
12 PI 230970 (Rpp2)	TR	29	3	RB	33	2	RB	3	0	RT	28	0-3	RB	30	1	RB	5	2	RT	30	2			
13 PI 379618TC1	TR	30	3	RB	1	1	RT	9	0	RT	11	1-3	TR	35	2	RB	5	1	TR	30	1			
14 PI 416764	TR	37	3	RB	24	1	-	-	-	RT	11	0-2	-	-	-	RB	10	2	RB	30	1			
15 PI 416819	RT	37	2	RB	34	0	RB	14	2-0	RB	8	1	TR	40	2	RB	10	2	RB	30	1			
16 PI 423956	RT	39	3	RB	18	0a2	RT	11	1-0	TR	26	2-0	-	-	-	RB	8	2	RB	70	1			
17 PI 459025 (Rpp4)	TR	31	3	RB	0	1	RB	9	1	RB	1	0	RB	40	1	TAN	2	2	TAN	80	3			
18 PI 462312 (Rpp3)	TAN	32	3	TAN	60	2	TR	8	2	RT	4	0-3	TR	50	3	-	-	-	-	-				
19 PI 471904	RT	13	1	TR	49	2a3	RT	5	0	-	-	-	TR	40	2	-	-	-	RT	20	1			
20 PI 561356	TAN	20	3	RB	0	1	RB	7	0	RB	0	0	-	0	0	-	-	-	-	-				
21 PI 587880-A	TAN	19	3	TR	1	2a3	RB	3	0	RB	0	0	RB	5	0-1	-	-	-	-	-				
22 PI 587886	TAN	25	3	RT	13	1a2	RB	12	1	TAN	22	3	-	-	-	-	-	-	-	-				
23 PI 587905	TR	10	3	RB	0	1	RB	5	0	RB	1	0	-	0	0	-	-	-	-	-				
24 PI 594538-A	TR	15	3	RT	0	0a2	RT	3	0	RB	0	0	-	0	0	-	-	-	-	-				
25 PI 594754	TAN	13	3	RT	1	0a2	RB	5	0	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-				
26 PI 594767-A	TR	8	3	RB	1	0a1	RB	5	0	RB	4	0	RB	10	0	-	-	-	-	-				
27 SHIRANUI	TR	19	3	RT	19	0a2	RT	8	0-2	RT	12	1-3	TAN	40	3	RB	5	1	RT	40	1			
28 Willians 82	TR	21	3	TAN	5	3	-	-	-	RB	2	1	TAN	40	3	-	-	-	-	-				
29 BR01-18437	TR	30	3	TAN	48	3	TR	14	2-0	TR	10	3-1	TAN	50	2	-	-	-	-	-				
30 BRASD00-11610	TAN	29	3	TAN	85	3	TAN	15	3-2	TR	21	3-2	TR	50	3	-	-	-	-	-				

*RB - lesões grandes castanho-avermelhada; TAN - lesões pequenas castanho claro;

RT - predomínio de RB, com algumas TAN; TR - predomínio de TAN, com RB.

**Percentual de severidade

***Esporulação - 0, 1, 2 e 3 (usar a BRS 184 como parâmetro de 3)

Os resultados preliminares indicam haver variabilidade entre as populações de *P. pachyrhizi* entre locais e, em alguns casos, entre diferentes safras no mesmo local. As conclusões e discussões finais serão feitas após a obtenção de resultados de mais uma safra (2009/2010).

Referências

BONDE, M. R.; NESTER, S. E.; AUSTIN, C. N.; STONE, C. L.; FREDERICK, R. D.; HARTMAN, G. L.; MILES, M. R. Evaluation of virulence of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia* isolates. **Plant Disease**, v. 90, p. 708-716, 2006.

FREIRE, M. C. M.; OLIVEIRA, L. O. de; ALMEIDA, A. M. R.; SCHUSTER, I.; MOREIRA, M. A.; LIEBENBERG, M. M.; MIENIE, C. M. S. Evolutionary history of *Phakopsora pachyrhizi* (the Asian soybean rust) in Brazil based on nucleotide sequences of the internal transcribed spacer region of the nuclear ribosomal DNA. **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, n. 4, p. 920-931, 2008.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p.63-68, 2006.

HARTMAN, G. L. Highlights of soybean rust research at the Asian Vegetable Research and Development Center. In: SOYBEAN RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana: NSRL, 1996. p. 19-28. Editado por J. B. Sinclair, G.L. Hartman.

KATO, M.; YORINORI, J. T. A study on a race composition of *Phakopsora pachyrhizi* in Brazil: a difficulty of race identification. **JIRCAS Working Report**, v. 58, p. 94-98, 2008.

MOREL, W. **Royal de la soja**. [S.l.]: Centro Regional de Investigación Agrícola, Dirección de Investigación, 2001. (Comunicado Técnico. Serie Fitopatología n° 1).

NAVARRO, J. C.; RIVERA, V. In: FUNDACRUZ. **Manual de difusión técnica de soja**: interacción entre variedades épocas de siembra y número de aplicaciones de fungicida para el control de la roya. Santa Cruz, 2006.104p.

ROSSI, R. First report of *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, the causal organism of soybean rust in the province of Misiones, Argentina. **Plant Disease**, v. 87, p.102, 2002.

SOYBEAN RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana: NSRL, 1996. 68 p. (National Soybean Research Laboratory Publication, 1). Editado por J.B. Sinclair, G.L. Hartman

STEWART, S.; GUILLIN, E. A.; DÍAZ, L. First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in Uruguay. **Plant Disease**, v. 89, p. 909, 2005.

YAMAOKA, Y.; FUJIWARA, Y.; KAKISHIMA, M.; KATSUYA, K.; YAMADA, K.; HAGIWARA, H. Pathogenic races of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean and wild host plants collected in Japan. **Journal of General Plant and Pathology**, v.68, p.52-56, 2002.

YORINORI, J. T.; MOREL, W.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. E.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, v. 89, p. 675-677, 2005.