

# Período latente e uso da análise de componentes principais para caracterizar a resistência parcial à ferrugem da soja.

Juliana Araújo Santos Martins<sup>1</sup>, Fernando César Juliatti<sup>1,2</sup>,  
Verônica Araújo Santos<sup>1,3</sup>, Analy Castilho Polizel<sup>1,4</sup>, Fernanda Cristina Juliatti<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia – ICIAG- Núcleo de Fitopatologia, juaraujosantos@yahoo.com.br, Av. Amazonas s/n., Campus Umuarama, Bloco 2E, CEP 38400-920, Uberlândia, MG.; <sup>2</sup> Professor Titular do Departamento de Fitopatologia da UFU, juliatti@ufu.br, <sup>4</sup> Doutoranda do ICIAG, <sup>3,5</sup> Estagiárias do Laboratório de Fitopatologia da UFU. Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor entregue à Universidade Federal de Uberlândia (2006).

Data da chegada: 31/03/2006. Aceito para publicação em: 28/03/2007.

1347

## RESUMO

Martins, J. A. S.; Juliatti, F. C.; Santos, V. A.; Polizel, A. C.; Juliatti, F. C. Período latente e uso da análise de componentes principais para caracterizar a resistência parcial à ferrugem da soja. *Summa Phytopathologica*, v.33, n.4, p.364-371, 2007.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a reação quanto à resistência parcial causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow, em 68 genótipos de soja (*Glycine max* L. Merrill). O experimento foi realizado em Uberlândia-MG, em casa de vegetação, durante o período de dezembro de 2004 a fevereiro de 2005 e constou de três épocas de avaliação. Foram avaliadas as seguintes características de resistência: Período Latente Médio (PLM), número médio de pústulas por folíolo e severidade da ferrugem. Com base nas variáveis, número médio de pústulas por folíolo e severidade da ferrugem calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença. Após, realizou-se a análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Foram encontradas diferenças significativas entre os

genótipos para número médio de pústulas por folíolo e severidade da ferrugem, aos doze dias após a inoculação. O mesmo foi encontrado para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para severidade. Com base no período latente médio discriminaram-se dois grupos de genótipos: parcialmente resistentes e suscetíveis. Presume-se que a Resistência Parcial (RP) à ferrugem asiática da soja deve ser avaliada em condições de média epidemia, que aconteceu na segunda época de avaliação para todos os caracteres avaliados. O agrupamento de genótipos, pela análise multivariada de componentes principais, permitiu a discriminação de genótipos parcialmente resistentes. Três genótipos (números 4, 41, e 42), referentes aos parentais Cristalina e IAC 100, apresentaram maior resistência parcial à ferrugem da soja.

Palavras-chave adicionais: *Phakopsora pachyrhizi*, pústulas/cm<sup>2</sup>, período latente médio, severidade, AACPD.

## ABSTRACT

Martins, J. A. S.; Juliatti, F. C.; Santos, V. A.; Polizel, A. C.; Juliatti, F. C. Latent period and the use of principal components analysis for partial resistance to soybean rust. *Summa Phytopathologica*, v.33, n.4, p.364-371, 2007.

This study evaluated the reaction of 68 soybean genotypes for partial resistance to soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi*. The experiment was done in Uberlândia, MG, under greenhouse conditions from December 2004 to February 2005, consisting of three evaluation times. The following resistance characteristics were evaluated: average latent period (PLM), average number of pustules per leaflet and rust severity. The area under the disease progress curve (AACPD) was calculated based on the variables average number of leaflet pustules and severity. Analysis of variance and comparison of the averages by the Scott Knott test were done at 5% probability. Significant differences

were found among the genotypes for the average number of leaflet pustules and rust severity twelve days after inoculation. Differences were also found for area under the disease progress curve. It is assumed that partial resistance (RP) to soybean Asian rust should be evaluated under average epidemics conditions. This evaluation was done on the second time with all characters evaluated. Genotype grouping by principal components analysis allowed the discrimination of genotypes with partial resistance to the disease. Three genotypes (number 4, 41, and 42), referring to parents 'Cristalina' and 'IAC 100' showed high levels of partial resistance to soybean rust.

Additional Keywords: *Phakopsora pachyrhizi*, components of resistance, rust severity.

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é a principal cultura do país, responsável por 10% das exportações brasileiras. Porém, seu potencial de 4000 Kg ha<sup>-1</sup> dificilmente é alcançado, sendo o rendimento médio mundial de 2200 Kg ha<sup>-1</sup> (11). Entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja estão as doenças. A ferrugem asiática da soja constitui-se atualmente em um dos principais problemas fitossanitários da cultura (9). A forma asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, foi descrita pela primeira

vez no Japão, em 1902. No Brasil, foi descrita pela primeira vez, em Lavras - MG, em 1979, mas só veio ganhar grande potencial de perdas em 2001. A infecção por *P. pachyrhizi* causa rápido amarelecimento e queda prematura das folhas impedindo a plena formação dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda do rendimento e da qualidade (7).

O controle da doença tem exigido uma combinação de práticas a fim de se evitar perdas. Entre os métodos de controle, o químico, por

meio de fungicidas, tem sido o mais eficaz, em função da rapidez de evolução da doença. Contudo, outras estratégias de controle, como a utilização de cultivares com resistência parcial ao fungo, são necessárias para o manejo eficiente da cultura (1). Devido à variabilidade do patógeno, principalmente no cerrado brasileiro (18), a identificação de cultivares resistentes deve ser realizada. A resistência parcial é muito mais durável e estável para patógenos com variabilidade (9), e tem como características a redução da taxa da epidemia através da diminuição do número e tamanho das lesões, a diminuição da produção de urediniosporos e o aumento do período latente. Isso faz com que a população do patógeno seja reduzida, diminuindo a quantidade de inóculo e, conseqüentemente, a doença (17). Linhagens com resistência parcial, em avaliações de campo, foram classificadas como moderadamente resistentes, devido ao fato de que poucas lesões se desenvolveram durante o ciclo da cultura (13). O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de genótipos de soja quanto à resistência parcial ao fungo *Phakopsora pachyrhizi*.

### MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado na Fazenda Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. Foram avaliados 61 genótipos, provenientes do Programa de Melhoramento Genético de Soja da Universidade Federal de Uberlândia, e como testemunhas as cultivares:

Garantia, DM 339, Luziânia, DM 118, MG/BR 46 (Conquista), UFV 19 e M-soy 6101, totalizando 68 materiais. A semeadura foi realizada em bandejas de 72 células contendo substrato Plantmax. Quando as plantas apresentavam o segundo trifólio expandido (21 dias de idade), pulverizou-se as folhas com inóculo de *P. pachyrhizi* ajustado para  $0,8 \times 10^5$  urediniosporos/ml, com aproximadamente 90% de germinação. Estes urediniosporos foram dispersos em água destilada com Tween, na dosagem de 0,5%. Para a pulverização, utilizou-se um pulverizador manual com capacidade para 1,0 litro. Os urediniosporos usados como inóculo foram coletados na Fazenda Capim Branco em Uberlândia e multiplicados em cultivar suscetível Conquista. Após a inoculação, as plantas permaneceram em casa de vegetação com temperatura de  $30 \pm 3^\circ\text{C}$ , com turnos de molhamento de 15 minutos, a cada 1 hora durante 12 horas por dia.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com 68 genótipos, nove repetições, sendo cada parcela composta por oito plantas, onde somente as duas plantas centrais foram avaliadas. As avaliações foram realizadas no folíolo central do primeiro trifólio aos seis, doze e dezoito dias após a inoculação (6 DAI, 12 DAI e 18 DAI), e consistiram na contagem do número de pústulas por centímetro quadrado, determinação da severidade da ferrugem asiática segundo escala diagramática de Juliatti & Polizel (12), e do período latente médio. A escala utilizada para avaliação de severidade foi obtida pelo programa Quant (16), desenvolvido pelo departamento de fitopatologia

**Tabela 1.** Período Latente Médio (PLM), em dias, e Resistência Parcial (RP) de *Phakopsora pachyrhizi* em 68 genótipos de soja em condição de casa de vegetação. UFU, Uberlândia, Minas Gerais, 2005.

Nº GENÓTIPOS	PLM	RP	Nº GENÓTIPOS	PLM	RP
66 (FT 2000 x IAC 5) x Garimpo1	11,43	S	52 Tucano x Msoy 8800	14,27	S
35 Cristalina x IAC 100	11,68	S	25 MG/BR 46(Conquista)	14,28	S
38 Cristalina x IAC 101	11,74	S	40 Cristalina x IAC 100	14,35	S
47 DM 101 x Liderança	12,01	S	68 UFV-20 x IAC-21	14,37	S
50 Garantia	12,48	S	26 FT 2000 x Emgopa 302	14,41	S
45 Cristalina x IAC 101	12,50	S	15 IAC 100 x Emgopa 303	14,42	S
7 (MSoy 8411 x Msoy 8914) x ( Emgopa 315 x Tucano)	12,59	S	22 IAC 100 x Emgopa 303	14,51	S
20 FT Cometa x FT 2000	12,60	S	33 FT 2000 x Emgopa 302	14,55	S
44 Cristalina x IAC 100	12,66	S	62 BR-8611864 x MG/BR-93.4916	14,55	S
19 BR 4 x FT 2000	12,70	S	59 X27 x Hartwig	14,63	S
34 IAC 100 x Emgopa 303	12,78	S	46 Luziânia	14,68	S
17 Cristalina x IAC 100	12,83	S	67 Confiança x Xingu	14,69	S
8 Confiança x Xingu	12,86	S	37 Cristalina x IAC 100	14,74	S
56 FT 50.268-M x Msoy 8914	13,06	S	16 FT 2000 x Emgopa 302	14,75	S
39 Cristalina x IAC 100	13,17	S	36 Cristalina x IAC 100	14,78	S
28 (BR-95.015308 x FT 50.268-M) x (GOBR 94-09443 x Liderança)	13,20	S	53 Tucano x Msoy 8800	14,80	S
55 Cristalina x IAC 100	13,22	S	12 Hartwig x Cristalina	14,86	S
32 IAC Foscarim x FT 2000	13,29	S	65 Emgopa 315 x DM 97-101	14,88	S
21 IAC 100 x Emgopa 302	13,33	S	2 (FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 x Conquista)	14,91	S
29 IAC 100 x Emgopa 302	13,43	S	9 (FT Cometa x FT 2000) x Conquista	14,95	S
31 FT 2000 x Emgopa 302	13,48	S	30 IAC 100 x Emgopa 302	15,01	R
24 FT 2000 x Emgopa 302	13,49	S	49 Cristalina x IAC 100	15,01	R
51 DM 339	13,56	S	41 Cristalina x IAC 100	15,02	R
14 IAC 8.2 x Conquista	13,60	S	4 Cristalina x IAC 100	15,03	R
1 UFV-16 x MG/BR-93.4916	13,67	S	11 Confiança x Uirapuru	15,04	R
5 Confiança x Uirapuru	13,75	S	48 Msoy 8411 x Xingu	15,05	R
6 Msoy 8411 x Xingu	13,77	S	61 UFV-16 x MG/BR-93.4916	15,12	R
58 FT 50.268-M x UFV 18	13,83	S	57 (FT 2000 x IAS 5) x UFV 17	15,15	R
63 IAC-17 x Tucano	13,90	S	42 Cristalina x IAC 100	15,43	R
3 (UFV-16 x Liderança) x (FTH- 2857 x UFV-18)	13,91	S	13 (UFV-16 x MG/BR-93.4916) x (FTH 2857 x UFV-18)	15,56	R
43 Cristalina x IAC 100	13,98	S	64 (Msoy 8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista)	15,58	R
60 Segurança x BR-95.147798	13,96	S	10 UFV-16 x MG/BR-93.4916	15,77	R
54 Cristalina x IAC 100	14,03	S	18 FT 2000 x Emgopa 302	15,96	R
27 DM 118	14,22	S	23 Msoy 6101	16,49	R

PLM= Período Latente Médio, RP= Resistência Parcial, R= Resistente, S= Suscetível

**Tabela 3.** Severidade (Sev.) (% de área foliar infectada) da ferrugem asiática em 68 genótipos de soja, em três épocas de avaliação, em condição de casa de vegetação. UFU, Uberlândia, Minas Gerais, 2005.

Nº	GENÓTIPOS	Sev.1 <sup>(1)</sup>	Sev.2 <sup>(1)</sup>	Sev.3 <sup>(1)</sup>
2	(FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 X Conquista)	4,83 a	13,56 a	51,61 a
1	UFV-16 x MG/BR-93.4916	6,11 a	14,72 a	52,89 a
14	IAC 8.2 x Conquista	8,06 a	14,89 a	53,67 a
4	Cristalina x IAC-100	6,61 a	15,56 a	46,50 a
20	FT Cometa x FT 2000	8,72 a	15,89 a	39,72 a
6	MSOY8411 x Xingú	5,50 a	16,44 a	57,72 a
42	Cristalina x IAC 100	6,11 a	16,61 a	38,89 a
38	Garimpo x Savana	6,89 a	16,67 a	55,83 a
39	Cristalina x IAC 100	7,11 a	16,89 a	37,50 a
5	Confiança x Uirapuru	5,50 a	16,89 a	41,72 a
15	IAC 100 x Emgopa 302	7,00 a	16,89 a	60,61 a
43	Cristalina x IAC 100	5,89 a	17,00 a	45,28 a
25	MG/BR 46 (Conquista)	8,67 a	17,00 a	50,61 a
27	DM-118	6,56 a	17,11 a	50,28 a
9	( FT-2000 x FT-Cometa) x Conquista	7,44 a	17,17 a	57,22 a
41	Cristalina x IAC 100	5,11 a	17,22 a	50,56 a
35	Cristalina x IAC 100	7,39 a	17,28 a	43,33 a
16	FT 2000 x Emgopa 302	6,89 a	17,33 a	49,72 a
30	IAC 100 x Emgopa 302	9,67 a	17,56 a	51,67 a
68	UFV-20 x IAC-21	9,33 a	17,67 a	40,56 a
63	IAC 17 x Tucano	7,78 a	17,78 a	56,67 a
65	Emgopa 315 x DM 97-101	8,56 a	17,78 a	55,28 a
40	Cristalina x IAC 100	6,33 a	17,78 a	42,50 a
12	Hartwig x Cristalina	7,22 a	17,78 a	48,89 a
17	Cristalina x IAC 100	7,89 a	17,89 a	49,56 a
21	IAC 100 x Emgopa 302	9,33 a	17,89 a	57,78 a
36	Cristalina x IAC 100	7,00 a	18,06 a	49,44 a
3	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X UFV-18)	8,11 a	18,11 a	49,83 a
45	Cristalina x IAC 100	8,56 a	18,11 a	46,94 a
29	IAC 100 x Emgopa 302	8,50 a	18,22 a	42,22 a
8	Confiança x Xingú	7,89 a	18,28 a	52,50 a
26	FT 2000 x Emgopa 302	9,72 a	18,33 a	57,22 a
59	X-27 x Hartwig	8,06 a	18,44 a	53,44 a
62	BR-8611864 x MG/BR-93.4916	7,22 a	18,44 a	58,33 a
33	FT 2000 x Emgopa 302	8,78 a	18,44 a	53,11 a
34	IAC 100 x Emgopa 302	7,17 a	18,44 a	48,33 a
44	Cristalina x IAC 100	6,28 a	18,56 a	46,67 a
28	(BR-95015308 x FT 50.268-M) x (GOBr94-09443 x Liderança)	6,89 a	18,67 a	44,72 a
23	M-Soy 6101	7,39 a	18,89 a	54,72 a
19	BR 4 x FT 2000	8,56 a	18,89 a	47,22 a
56	FT- 50.268-M x UFV-18	8,22 a	19,17 b	47,50 a
11	Confiança x Uirapuru	8,00 a	19,17 b	53,61 a
37	Cristalina x IAC 100	7,89 a	19,33 b	53,61 a
24	UFV 19	9,00 a	19,33 b	50,83 a
67	Confiança x Xingu	9,00 a	19,39 b	36,72 a
47	Dm -101 x Liderança	11,39 a	19,44 b	45,00 a
13	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 x UFV-18)	7,89 a	19,44 b	55,56 a
48	M-Soy 8411 x Xingu	6,72 a	19,56 b	55,00 a
7	(MSOY8411 x MSOY8914) x (Emgopa 315 x Tucano)	7,00 a	19,67 b	58,72 a
10	UFV-16 x MG/BR-93.4916	8,00 a	19,67 b	63,39 a
55	Cristalina x IAC 100	7,56 a	19,89 b	50,56 a
66	(FT 2000 x IAC-5) x Garimpo	10,44 a	20,00 b	42,78 a
32	IAC Foscarim x FT 2000	7,00 a	20,11 b	55,83 a
57	(FT-2000 x IAS-5) x UFV-17	10,89 a	20,33 b	54,17 a
22	IAC 100 x Emgopa 302	8,33 a	20,67 b	51,94 a
64	(MSOY8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista)	8,89 a	20,78 b	61,22 a
31	FT 2000 x Emgopa 302	8,17 a	20,78 b	55,56 a
49	Cristalina x IAC 100	7,89 a	21,28 b	58,89 a
54	Cristalina x IAC 100	8,67 a	21,56 b	58,06 a
50	Garantia	7,22 a	21,56 b	66,94 a
58	FT- 50.268-M X UFV-18	10,33 a	21,89 b	56,94 a
61	UFV-16 x MG/BR-93.4916	10,06 a	22,00 b	60,06 a
46	Luziânia	7,22 a	22,44 b	50,83 a
52	Tucano x M-Soy 8800	10,67 a	22,56 b	63,61 a
60	Segurança x BR 95-147798	12,33 a	22,78 b	51,11 a
51	Dm 339	10,00 a	23,00 b	58,61 a
18	FT 2000 x Emgopa 302	6,56 a	23,44 b	55,28 a
53	Tucano x M-Soy 8800	9,56 a	23,89 b	58,61 a

PLM= Período Latente Médio, RP= Resistência Parcial, R= Resistente, S= Suscetível

da UFV, que apresenta o limite máximo de severidade de 100% e o mínimo de 0%. Usaram-se intervalos de 1-25%; 26-50%; 51-75% e 75-100%. O Período Latente Médio (PLM) foi calculado transformando-se o número de pústulas presentes a cada seis dias em proporção do número total de pústulas, com o emprego da equação de Shaner & Hess (15). A Área Abaixo da Curva de Progresso da doença

(AACPD) foi calculada para descrever a epidemia, baseando-se nas avaliações de severidade e pústulas/cm<sup>2</sup>, segundo Shaner & Finley (14). AAACPD foi padronizada dividindo-se o valor da área abaixo da curva de progresso pelo tempo ( $T_n - T_1$ ) da epidemia (6). Todo o procedimento para obtenção da AACPD foi realizado através do programa AVACPD, da Universidade Federal de Viçosa.

**Tabela 4.** Área abaixo da curva de progresso da doença da ferrugem asiática (AACPD), para pústulas e severidade, em 68 genótipos de soja, em condição de casa de vegetação. UFU, Uberlândia, Minas Gerais, 2005.

Nº	GENÓTIPOS	AACPDpústula <sup>(1)</sup>		AACPD Severidade <sup>(2)</sup>	
42	Cristalina x IAC 100	415,50	a	251,06	a
39	Cristalina x IAC 100	300,89	a	254,25	a
20	FT Cometa x FT 2000	279,94	a	256,17	a
5	Confiança x Uirapuru	382,14	a	261,11	a
67	Confiança x Xingu	289,19	a	267,36	a
27	DM-118	354,36	a	269,81	a
40	Cristalina x IAC 100	367,69	a	271,25	a
68	UFV-20 x IAC-21	309,78	a	271,28	a
16	FT 2000 x Emgopa 302	369,28	a	271,92	a
15	IAC 100 x Emgopa 302	379,56	a	272,58	a
4	Cristalina x IAC-100	463,81	a	272,61	a
35	Cristalina x IAC 100	347,14	a	273,81	a
2	(FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 X Conquista)	315,56	a	274,06	a
43	Cristalina x IAC 100	351,72	a	275,19	a
29	IAC 100 x Emgopa 302	425,94	a	278,36	a
25	MG/BR 46 (Conquista)	376,33	a	285,56	a
28	(BR-95015308 x FT 50.268-M) x (GOBr94-09443 x Liderança)	367,22	a	285,75	a
1	UFV-16 x MG/BR-93.4916	343,06	a	288,72	a
44	Cristalina x IAC 100	339,53	a	290,36	a
41	Cristalina x IAC 100	346,67	a	293,06	a
45	Cristalina x IAC 100	396,31	a	294,36	a
12	Hartwig x Cristalina	414,50	a	295,83	a
66	(FT 2000 x IAC-5) x Garimpo	262,14	a	295,83	a
14	IAC 8.2 x Conquista	332,14	a	297,31	a
34	IAC 100 x Emgopa 302	420,97	a	297,75	a
36	Cristalina x IAC 100	393,67	a	298,89	a
17	Cristalina x IAC 100	328,46	a	300,50	a
19	BR 4 x FT 2000	241,69	a	301,75	a
56	FT- 50.268-M x UFV-18	436,58	a	301,81	a
47	Dm -101 x Liderança	349,75	a	302,64	a
3	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X UFV-18)	321,47	a	303,36	a
30	IAC 100 x Emgopa 302	413,39	a	310,33	b
38	Garimpo x Savana	262,06	a	312,64	b
8	Confiança x Xingú	319,14	a	313,14	b
6	MSOY8411 x Xingú	400,31	a	314,44	b
55	Cristalina x IAC 100	399,86	a	315,17	b
24	UFV 19	315,89	a	316,42	b
59	X-27 x Hartwig	459,28	a	317,86	b
33	FT 2000 x Emgopa 302	403,83	a	318,50	b
65	Emgopa 315 x DM 97-101	356,56	a	321,53	b
9	(FT-2000 x FT-Cometa) x Conquista	443,39	a	321,89	b
11	Confiança x Uirapuru	428,81	a	322,64	b
23	M-Soy 6101	482,53	a	323,33	b
37	Cristalina x IAC 100	464,61	a	323,36	b
63	IAC 17 x Tucano	348,33	a	324,44	b
48	M-Soy 8411 x Xingu	481,89	a	326,64	b
22	IAC 100 x Emgopa 302	356,36	a	326,64	b
46	Luziânia	521,39	a	330,64	b
13	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 x UFV-18)	466,08	a	330,83	b
62	BR-8611864 x MG/BR-93.4916	405,11	a	332,89	b
21	IAC 100 x Emgopa 302	350,03	a	332,89	b
32	IAC Foscarim x FT 2000	296,31	a	333,58	b
26	FT 2000 x Emgopa 302	420,31	a	335,25	b
57	(FT-2000 x IAS-5) x UFV-17	442,25	a	338,81	b
31	FT 2000 x Emgopa 302	378,81	a	339,53	b
7	(MSOY8411 x MSOY8914) x (Emgopa 315 x Tucano)	288,36	a	341,03	b
60	Segurança x BR 95-147798	389,94	a	346,39	b
18	FT 2000 x Emgopa 302	438,33	a	350,53	b
49	Cristalina x IAC 100	504,97	a	353,50	b
54	Cristalina x IAC 100	499,50	a	354,19	b
58	FT- 50.268-M X UFV-18	564,58	a	356,47	b
10	UFV-16 x MG/BR-93.4916	548,08	a	359,86	b
64	(MSOY8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista)	538,71	a	361,17	b
61	UFV-16 x MG/BR-93.4916	519,36	a	367,33	b
51	Dm 339	432,50	a	368,14	b
53	Tucano x M-Soy 8800	531,06	a	372,36	b
50	Garantia	367,50	a	381,69	b
52	Tucano x M-Soy 8800	440,11	a	384,64	b

Dados originais sem transformação. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Scott Knott. <sup>1/</sup> AACPD para pústulas; <sup>2/</sup> AACPD para severidade

Foi feita a análise de variância das diversas variáveis analisadas, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do software SISVAR, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (5). As variáveis número de pústulas/cm<sup>2</sup> e AACPD para pústulas/cm<sup>2</sup> foram transformadas em raiz quadrada de (x + 0,5).

A análise de componentes principais foi realizada com o objetivo de reduzir o conjunto inicial de variáveis a um conjunto menor, referindo o máximo da variabilidade espacial nos eixos ortogonais. Estes são denominados de componentes principais (autovetores), definidos a partir dos autovalores da matriz variâncias e co-variância das variáveis originais (8). Pela

**Tabela 3.** Número médio de pústulas de *P. phachyrhizi*, por folíolo, em 68 genótipos de soja, em três épocas de avaliação, em condição de casa de vegetação. UFU, Uberlândia, Minas Gerais, 2005.

Nº	Genótipos	Pústulas 1 <sup>(1)</sup>	Pústulas 2 <sup>(1)</sup>	Pústulas 3 <sup>(1)</sup>
41	Cristalina x IAC 100	5,50 a	8,22 a	79,72 a
18	FT 2000 x Emgopa 302	4,44 a	8,72 a	102,06 a
43	Cristalina x IAC 100	4,50 a	8,78 a	81,72 a
23	M-Soy 6101	6,11 a	8,83 a	120,83 a
2	(FT-45302 x Liderança) x (FTH-2988 x Conquista)	3,28 a	8,94 a	72,83 a
42	Cristalina x IAC 100	4,78 a	9,00 a	100,94 a
44	Cristalina x IAC 100	4,72 a	9,00 a	77,11 a
40	Cristalina x IAC 100	3,83 a	9,11 a	90,22 a
68	UFV-20 x IAC-21	5,33 a	9,28 a	72,39 a
9	(FT-2000 x FT-Cometa) x Conquista	4,44 a	9,39 a	108,06 a
62	BR-8611864 x MG/BR-93.4916	5,11 a	9,44 a	98,28 a
37	Cristalina x IAC 100	6,00 a	9,44 a	112,22 a
67	Confiança x Xingu	4,83 a	9,50 a	66,89 a
39	Cristalina x IAC 100	4,39 a	9,61 a	67,50 a
63	IAC 17 x Tucano	4,22 a	9,89 a	78,83 a
20	FT Cometa x FT 2000	5,00 a	9,89 a	60,50 a
19	BR 4 x FT 2000	4,33 a	9,89 a	48,78 a
34	IAC 100 x Emgopa 302	5,11 a	9,94 a	98,11 a
30	IAC 100 x Emgopa 302	6,67 a	10,06 a	96,11 a
24	UFV 19	6,94 a	10,11 a	67,44 a
26	FT 2000 x Emgopa 302	9,11 a	10,16 a	100,11 a
3	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 X UFV-18)	5,17 a	10,17 a	70,06 a
36	Cristalina x IAC 100	5,06 a	10,22 a	91,61 a
32	IAC Foscarim x FT 2000	5,72 a	10,22 a	61,94 a
33	FT 2000 x Emgopa 302	5,33 a	10,28 a	92,00 a
64	(M-soy 8411 x UFV-18) x (UFV-18 x Conquista)	4,72 a	10,39 a	133,06 a
65	Emgopa 315 x DM 97-101	5,11 a	10,39 a	82,61 a
1	UFV-16 x MG/BR-93.4916	4,28 a	10,44 a	77,89 a
31	FT 2000 x Emgopa 302	6,56 a	10,44 a	84,78 a
27	DM-118	4,78 a	10,61 a	79,78 a
5	Confiança x Uirapuru	5,61 a	10,78 a	86,89 a
16	FT 2000 x Emgopa 302	4,83 a	10,83 a	90,28 a
22	IAC 100 x Emgopa 302	4,17 a	10,83 a	81,00 a
4	Cristalina x IAC-100	4,44 a	11,00 a	106,78 a
8	Confiança x Xingú	7,50 a	11,06 a	63,11 a
49	Cristalina x IAC 100	5,67 a	11,28 a	119,78 a
25	MG/BR 46 (Conquista)	5,72 a	11,28 a	85,94 a
29	IAC 100 x Emgopa 302	7,39 a	11,28 a	92,33 a
11	Confiança x Uirapuru	5,61 a	11,39 a	100,61 a
38	Garimpo x Savana	4,17 a	11,39 a	49,11 a
12	Hartwig x Cristalina	3,61 a	11,44 a	96,83 a
48	M-Soy 8411 x Xingu	4,61 a	11,44 a	117,61 a
21	IAC 100 x Emgopa 302	7,11 a	11,61 b	78,11 a
56	FT- 50.268-M x UFV-18	7,50 a	11,67 b	98,83 a
57	(FT-2000 x IAS-5) x UFV-17	7,67 a	11,89 b	101,00 a
6	M-soy8411 x Xingú	4,67 a	12,00 b	90,83 a
7	(M-soy8411 x M-soy8914) x (Emgopa 315 x Tucano)	5,72 a	12,11 b	59,11 a
14	IAC 8.2 x Conquista	4,06 a	12,22 b	71,67 a
59	X-27 x Hartwig	5,72 a	12,39 b	106,50 a
15	IAC 100 x Emgopa 302	6,00 a	12,44 b	83,06 a
51	Dm 339	6,78 a	12,44 b	97,22 a
28	(BR-95015308 x FT 50.268-M) x (GOBr94-09443 x Liderança)	4,44 a	12,44 b	79,50 a
13	(UFV-16 x Liderança) x (FTH-2857 x UFV-18)	6,89 a	12,50 b	111,61 a
60	Segurança x BR 95-147798	6,39 a	12,50 b	82,61 a
52	Tucano x M-soy 8800	6,28 a	12,61 b	100,83 a
66	(FT 2000 x IAS-5) x Garimpo	4,44 a	13,00 b	52,22 a
45	Cristalina x IAC 100	5,61 a	13,00 b	82,17 a
46	Luziânia	5,50 a	13,11 b	124,78 a
50	Garantia	6,33 a	13,22 b	78,22 a
10	UFV-16 x MG/BR-93.4916	4,22 a	13,33 b	128,83 a
55	Cristalina x IAC 100	4,89 a	13,33 b	86,78 a
61	UFV-16 x MG/BR-93.4916	5,33 a	13,56 b	118,61 a
35	Cristalina x IAC 100	5,50 a	13,67 b	65,94 a
53	Tucano x M-Soy 8800	8,11 a	13,72 b	125,28 a
47	Dm -101 x Liderança	7,11 a	14,28 b	71,61 a
17	Cristalina x IAC 100	5,22 a	15,61 b	57,67 a
54	Cristalina x IAC 100	6,44 a	16,56 b	105,00 a
58	FT- 50.268-M x UFV-18	8,22 a	17,22 b	126,28 a

Dados originais sem transformação. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Scott Knott. Pústulas 1, 2 e 3: número médio de pústulas, aos 6 DAI, aos 12 DAI e aos 18 DAI, respectivamente.

dispersão gráfica observa-se a formação dos grupos de genótipos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Período Latente Médio (PLM) de *Phakopsora pachyrhizi* em genótipos de soja variou de 11,43 a 16,45 dias. Se considerarmos que *P. pachyrhizi* leva em média sete dias para a formação das primeiras pústulas (2), cultivares com período latente superior a catorze dias poderiam ser classificadas como portadoras de Resistência Parcial (RP). Neste trabalho, quinze genótipos apresentaram período latente superior a 15 dias, podendo-se afirmar que esses genótipos apresentaram uma maior resistência parcial à ferrugem da soja em relação aos outros genótipos. O fato de não ter ocorrido grandes variações no PLM, pode ser explicado pela maior favorabilidade das condições climáticas no desenvolvimento da ferrugem da soja no período em que foi conduzido o experimento.

O número médio de pústulas por folíolo variou de 3,28 a 9,11 aos 6 DAI, aos 12 DAI variou de 8,22 a 17,22 e aos 18 DAI de 48,78 a 133,06 (Tabela 02). Houve diferenças significativas entre as médias dos genótipos pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância, apenas aos 12 DAI. Pelos resultados obtidos, é possível separar os sessenta e oito materiais em dois grupos distintos. Um primeiro grupo de genótipos, cujo número de pústulas por folíolo variou de 8,22 a 11,44, apresentou maior resistência parcial a ferrugem da soja, e um segundo grupo, cujo número de pústulas por folíolo variou de 11,61 a 17,22, que pode ser considerado como mais suscetível à ferrugem asiática. O primeiro grupo compreende os genótipos seguidos pela letra “a”, já os genótipos com menor resistência parcial à ferrugem são seguidos pela letra “b”, conforme visto na tabela 03.

A média da severidade foliar da ferrugem asiática nos genótipos de soja (Tabela 03) variou de 4,83 a 12,33% de área foliar, com 6 DAI. Com 12 DAI variou de 13,56 a 23,89% e, com 18 DAI, variou de 36,72 a 66,94% de área foliar infectada. Houve diferenças significativas

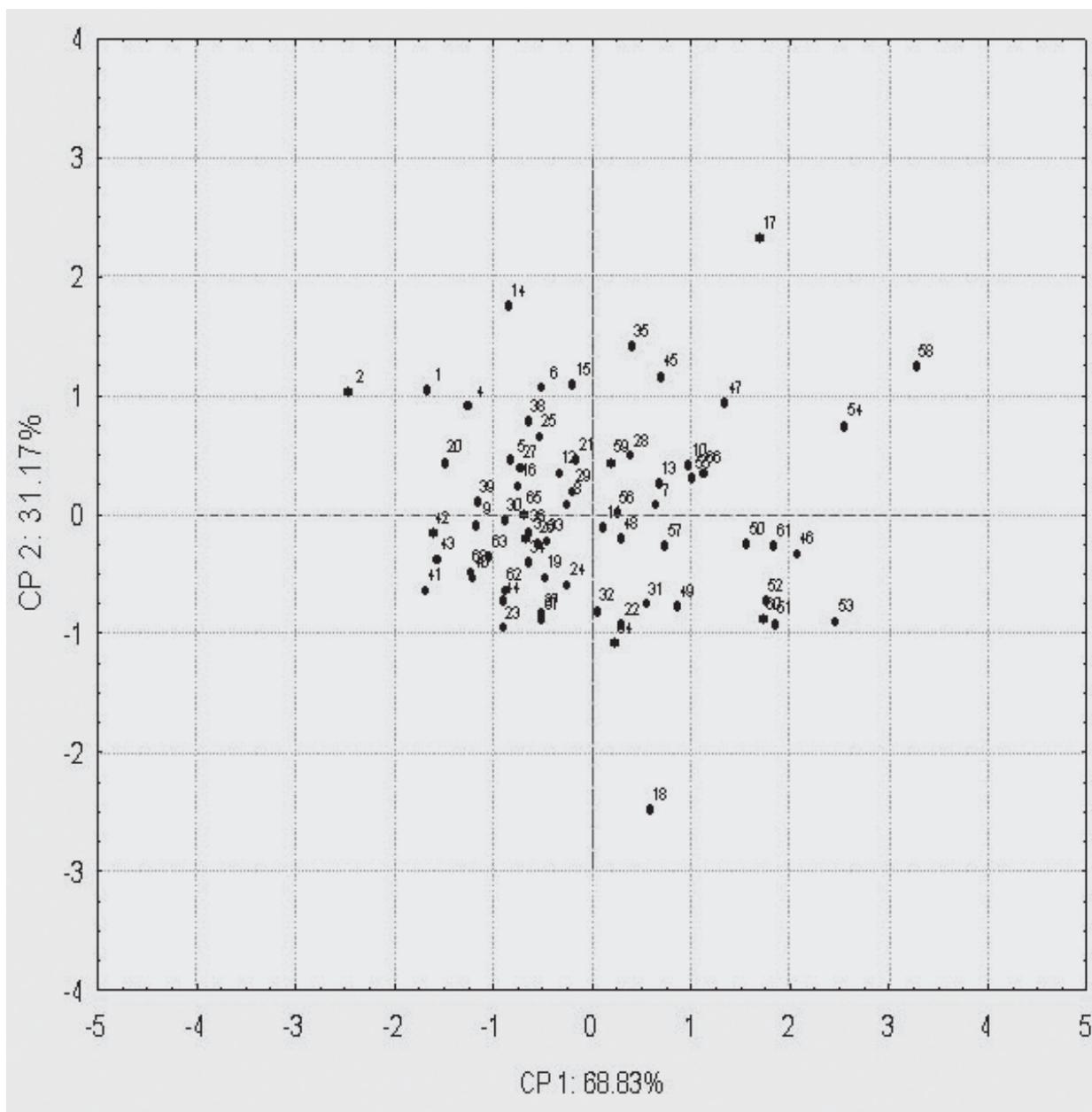


FIGURA 1. Análise dos componentes principais, com base em valores médios das variáveis: pústulas/cm<sup>2</sup> e severidade aos 12 DAI (dias após a inoculação).

entre as médias, pelo teste de Scott-Knott, a 5%, apenas na avaliação com 12 DAI. Pelos dados obtidos, foi possível separar os sessenta e oito materiais em dois grupos distintos: um primeiro grupo de genótipos, com maior resistência parcial à ferrugem da soja, cuja severidade variou de 15,56% a 18,89%, e um segundo grupo mais susceptível, onde a severidade variou de 19,17% a 23,89%. Avaliações de severidade da ferrugem asiática também foram realizadas por Godoy et al. (7), que observaram que BRS 134 foi a única cultivar que apresentou maior resistência parcial à doença. Também Azevedo (1) avaliou genótipos de soja, observando que as cultivares Monsoy 8211, Fortuna (Impacta), Coodetec 208 e Emgopa 313 comportaram-se como mais resistentes parcialmente à ferrugem asiática.

A média dos valores da Área Abaixo da Curva do Progresso da Doença (AACPD) para número de pústulas por folíolo, variou de 241,69 a 564,58 (Tabela 04), não havendo diferenças significativas entre as médias. Já para severidade da ferrugem asiática nos genótipos, a média dos valores da AACPD variou de 251,06 a 384,64, com diferenças significativas entre as médias, pelo teste de Scott-Knott, a 5%. Neste ensaio, destacaram os seguintes genótipos: 4, 17, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 20, 5, 67, 68, 16, 15, 29, 34, 2, 28, 1, 12, 66, 14, 19, 56,47, 3 e as testemunhas DM-118 e MG/BR 46. Esses genótipos comportaram-se como mais resistentes à ferrugem da soja, devido aos mais baixos valores de AACPD. Os demais genótipos comportaram-se como mais suscetíveis à ferrugem, pois apresentaram valores mais elevados de AACPD.

AAACPD tem sido utilizada por diversos autores para quantificar diferenças entre níveis de resistência parcial em alguns patossistemas. Cruvinel et al. (3) estudaram o progresso da ferrugem asiática em nove cultivares de soja de ciclo precoce, médio e tardio, em Senador Canedo-GO. Utilizaram a AACPD e a AACPD relativa (AACPD / Número de dias de epidemia) e encontraram diferenças tanto entre as cultivares de mesmo ciclo quanto entre as cultivares de ciclos diferentes. Variações na taxa de progresso da doença e no período de incubação do fungo foram verificadas por Dallagnol et al. (4) ao testarem a sensibilidade de 60 cultivares de soja, provenientes da região Sul, Sudeste, e Centro-Oeste do Brasil, a um isolado de *Phakopsora pachyrhizi*, sugerindo que este comportamento esteja atrelado a variação da resistência parcial em cada cultivar. Para Balardin et al. (2), trabalhos desenvolvidos para verificar a presença de resistência parcial em cultivares de soja à *P. pachyrhizi* demonstraram variação na taxa de progresso da doença entre diferentes cultivares de soja. Foi observado variação na sensibilidade das mesmas, em relação ao patógeno, quando inoculadas em diferentes estádios fenológicos. De modo geral, as cultivares apresentaram menor sensibilidade ao patógeno quando inoculadas entre os estádios  $V_4$  e  $V_5$ , sendo mais sensíveis à infecção nos estádios de  $V_1$  e  $R_1$ .

O gráfico relativo à análise dos componentes principais das variáveis pústulas/cm<sup>2</sup> e severidade na segunda época de avaliação (12 DAI) está representado na Figura 1. Os 68 genótipos foram distribuídos ao longo do eixo dos componentes principais, ou seja, quanto mais próximo um genótipo do outro, mais parecidos eles serão; enquanto que os genótipos que mais se distanciaram do eixo dos componentes principais foram os mais discrepantes. A formação de grupos entre os genótipos pode ser um indicativo da alta similaridade apresentada pelos genótipos, e da inexistência de agrupamentos fortes (homogêneos) entre si e heterogêneos com os demais. O primeiro e o segundo componentes principais representaram 61,83 e 31,17% do total da variação, respectivamente. A análise de componentes principais dos genótipos, consideradas juntamente com a análise de variância, pode vir a ser uma ferramenta a mais para complementar o estudo da quantificação da resistência parcial à *P. pachyrhizi*.

Fazendo-se analogia entre as variáveis que apresentaram diferenças significativas entre as médias: pústula/cm<sup>2</sup> aos 12 DAI, severidade aos 12 DAI, AACPD para severidade e período latente médio, verificou-se que apenas os genótipos 4, 41 e 42, advindos do cruzamento Cristalina e IAC 100, apresentaram maior nível de resistência, porque foram os únicos entre os sessenta e oito genótipos que mostraram uma somatória dos efeitos desses parâmetros analisados. O mesmo resultado foi encontrado por Juliatti et al. (10) onde a cultivar UFUS Impacta, proveniente de hibridações entre as cultivares Cristalina RCH e IAC 100, apresentou resistência parcial a *P. pachyrhizi*, quando comparada aos demais genótipos. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, presume-se que a resistência parcial à ferrugem asiática da soja deve ser avaliada em condições de média epidemia, que aconteceu neste trabalho aos 12 dias após a inoculação para todos os caracteres avaliados. É importante ressaltar que o uso de genótipos com resistência parcial à ferrugem asiática da soja poderá ser útil na redução do número de aplicações de fungicidas, complementando o futuro de inovações para o controle da ferrugem asiática da soja, que envolverá a aplicação de medidas como o vazio sanitário (três meses sem plantio), tratamento de sementes com fungicidas seletivos, manejo químico baseado em sistemas de previsão e utilização de kits diagnósticos rápidos para detecção da doença.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Rogério de Melo Costa Pinto, pelo orientação na análise multivariada.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Azevedo, L.A.S. de **Resistência parcial de genótipos de soja a *Phakopsora pachyrhizi* e sua interação com fungicidas**. 2005. 68f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
2. Balardin, R.S.; Navarini, L.; Dallagnol, L.J. Epidemiologia da ferrugem da soja. In: Juliatti, F.C.; Polizel, A.C.; Hamawaki, O.T. (Org.). In: Workshop Brasileiro Sobre a Ferrugem Asiática, 1., 2005, Uberlândia. **Coletânea**. Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 39-50.
3. Cruvinel, A.R.; Ottoni, G.; Lima, L.P.; Godoy, C.V. Utilização da área abaixo da curva de progresso da doença relativa para estudos epidemiológicos da ferrugem asiática da soja. In: Reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil, 26., 2004, Ribeirão Preto. **Anais**. Londrina: Embrapa Soja, p.186, 2004.
4. Dallagnol, L.J.; Balardin, R.S.; Ugalde, M.G. Reação de cultivares de soja a ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). In: Jornada Acadêmica Integrada, 19., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, 2004. 1 CD Rom.
5. Ferreira, F. A. **Sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvarmanual.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2005.
6. Fry, W.E. Integrated control of potatoes late blight: effects of polygenic resistance and techniques of timing fungicide application. **Phytopathology**, St Paul, v. 67, p.415-420, 1977.
7. Godoy, C.V.; Costamilan, L.M.; Canteri, M.G.; Almeida, A.M.R.; Piuga, F.F. Análise temporal do progresso da ferrugem da soja em Londrina (PR). In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 36., 2003, Uberlândia. **Suplemento**. Uberlândia: UFU, p. 386, 2003.
8. Johnson, R. A.; Wichern, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4<sup>th</sup> ed. River: Prentice Hall, 816p, 1998.
9. Juliatti, F.C.; Borges, E.N.; Passos, R.R.; Caldeira Júnior, J.C.; Brandão, A.M. Doenças da soja. **Cultivar Caderno Técnico**, Pelotas RS, v. 47, p.3-14, 2003.
10. Juliatti, F. C.; Polizel, A. C.; Balardin, R. S.; Vale, F. X. R. Ferrugem da soja – Epidemiologia e manejo para uma doença reemer-

- gente. **Revisão anual de patologia de plantas**, Passo Fundo, v.13, p.351-395, 2005.
11. Juliatti, F. C.; Polizel, A. C.; Juliatti, F. C. **Manejo integrado de doenças da soja**. Uberlândia: Composer, 2004. 327p.
12. Juliatti, F. C.; Polizel, A. C. Quantificação de doenças foliares da soja por escalas diagramáticas. *Fitopatologia Brasileira*, Passo Fundo, v. 29, **Suplemento**, p. 111, 2004.
13. Marchetti, M. A.; Uecker, F. A.; Bromfield, K. R. Uredial development of *Phakopsora pachyrhizi* in soybeans. **Phytopathology**, St. Paul, v.65, n. 4, p. 822-823, 1975.
14. Shaner, G.; Finley, R.F. The effects of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing in know wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v.70, p. 1183-86, 1977.
15. Shaner, G.; Hess, F.D. Equations for integrating components of slow-rusting resistance in wheat. **Phytopathology**, v.68, n.10, p.1464-1469, 1978.
16. Vale, F.X.R., Fernandes Filho, E.I.; Liberato, J.R. Quant. A software plant disease severity assessment. International congress of plant pathology, 8., 2003, **Proceedings**. [Christchurch]: [s.n.], 2003. p.105.
17. Wang, T. C.; Hartman, G. L. Epidemiology of soybean rust and breeding for host resistance. *PI. Prot Bull.* v. 34, n.1, p.109-149.1992
18. Yorinori, J. T. Soybean rust: general overview. In: World soybean research conference, 7., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.1299-1307.