

Germinação de urediniosporos de *Phakopsora pachyrhizi* e *Puccinia kuehnii* sob diferentes adjuvantes

Phakopsora pachyrhizi and *Puccinia kuehnii* urediniospore germination under different adjuvants

Jackeline Matos do Nascimento^{1*}, Walber Luiz Gavassoni¹, Lilian Maria Arruda Bacchi¹, Evandro Puhl de Melo¹

RESUMO: No Brasil, *Phakopsora pachyrhizi* e *Puccinia kuehnii* são importantes patógenos das culturas da soja e cana-de-açúcar, respectivamente. Avaliou-se a germinação *in vitro* de urediniosporos de *P. pachyrhizi* e *P. kuehnii* sob diferentes adjuvantes comumente utilizados em caldas fungicidas. Foram utilizadas placas de Petri com 80 mm de diâmetro, contendo 10 mL de solução ágar-água (1,7%). Adicionou-se em cada placa 1 mL de suspensão de esporos, na concentração de 5×10^5 esporos mL⁻¹, e 1 mL de solução de adjuvantes, no dobro da concentração da dose recomendada pelos fabricantes. Os adjuvantes testados foram Assist[®], Veget Oil[®], Natur Oil[®], Break Thru[®], Aureo[®], Silwet[®] e Nimbus[®]; em adição, o tratamento Testemunha constou apenas da exposição dos urediniosporos em água destilada esterilizada. A partir de uma hora de exposição, todos os adjuvantes reduziram a germinação de urediniosporos de *P. pachyrhizi*. Urediniosporos do agente causal da ferrugem asiática da soja expostos aos adjuvantes Assist[®], Break Thru[®], Aureo[®] e Nimbus[®] tiveram menor germinação a partir de duas horas de exposição. A inibição da germinação dos urediniosporos de *P. kuehnii* pelos adjuvantes em relação ao tratamento Testemunha aconteceu a partir de 4 horas de exposição. Às 8 horas, urediniosporos de ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar que foram expostos aos adjuvantes Veget Oil[®] e Break Thru[®] apresentaram redução na germinação de 96,6 e 94,8%, respectivamente, quando comparados com o tratamento Testemunha.

PALAVRAS-CHAVE: ferrugem asiática da soja; ferrugem alaranjada; *Glycine max*; *Saccharum officinarum*.

ABSTRACT: In Brazil *Phakopsora pachyrhizi* and *Puccinia kuehnii* are important pathogens of soybeans and sugar cane, respectively. *In vitro* experiments were carried out in order to evaluate *P. pachyrhizi* and *P. kuehnii* urediniospore germination under different adjuvants used in fungicide sprays to control rust diseases. Petri dishes (80 mm diameter) containing 10 mL of agar-water (1.7%) were used. In each plate 1 mL of a spore suspension with 5×10^5 urediniospores and 1 mL solution of adjuvants with twice the concentration for field sprays was added. Assist[®], Veget Oil[®], Natur Oil[®], Break Thru[®], Aureo[®], Silwet[®] and Nimbus[®] were evaluated. There was a control check treatment with water. *P. pachyrhizi* urediniospore germination was negatively affected by all adjuvants after 2 hours of exposition. Urediniospores of the Asian soybean rust exposed to Assist[®], Break Thru[®], Aureo[®] and Nimbus[®] had lower germination rates. Germination of *P. kuehnii* urediniospores was lower in all adjuvant treatments after 4 hours of exposition. At 8 hours of Veget Oil[®] and Break Thru[®] exposure urediniospores of the orange rust pathogen had 96.6 and 94.8% reduction in germination compared to control check treatment.

KEYWORDS: Asian soybean rust; sugarcane orange rust; *Glycine max*; *Saccharum officinarum*.

¹Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) – Dourados (MS), Brasil.

*Autor correspondente: jackeline_ms@yahoo.com.br

Recebido em: 13/12/2013. Aceito em: 21/10/2015

INTRODUÇÃO

A ferrugem asiática da soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd., é considerada a principal doença da soja, causando rápida desfolha, com consequente redução no ciclo da cultura e na produção de fotoassimilados (YORINORI *et al.*, 2005).

Os ciclos de vida das ferrugens são complexos, envolvendo diferentes tipos de esporos, de origem sexual ou assexual. Uredinosporos *P. pachyrhizi* são formados assexuadamente, permanecendo na urédia por um período de 5 a 8 dias. Após esse período são liberados por meio de um ostíolo e dispersados pelo vento. Sob condições ambientais apropriadas, uredinosporos emitem um tubo germinativo e penetram diretamente, em vez de usar abertura estomática. A temperatura ótima para o seu desenvolvimento varia entre 18 e 26,5°C. O patógeno reduz a produção de soja em diversas regiões do mundo, devido a sua alta virulência e velocidade de disseminação (RUPE; SCONVERS, 2008; GOELLNER *et al.*, 2010).

Em junho de 2007, *Puccinia kuehnii*, o agente causal da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar, foi detectado pela primeira vez no Ocidente, na Flórida, nos Estados Unidos da América (COMSTOCK; SOOD; GLYNN, 2008). Até então, a ocorrência de *P. kuehnii* se restringia a Ásia e Oceania (CABI; EPP0, 2009). Foi relatada pela primeira vez no Brasil em dezembro de 2009, em São Paulo (BARBASSO *et al.*, 2010). Em países onde a doença já ocorre os danos chegam a 40%. Na Austrália, no ano 2000, houve redução de 24% na produção, gerando prejuízos de 210 milhões de dólares australianos. Esse fato foi favorecido pela predominância do cultivar Q124, suscetível ao fungo, que representava 45% da área de cana-de-açúcar do país (MAGAREY; CROFT; WILLCOX, 2001). Assim como os uredinosporos de *P. pachyrhizi* e de outros Puccinales (Uredinales), os uredinosporos de *P. kuehnii* são facilmente dispersos a longas distâncias pela ação dos ventos e das chuvas (MENDES; FREITAS, 2005).

O controle da ferrugem alaranjada é via resistência varietal, porém, o controle químico também tem se mostrado eficaz na redução da severidade (CANTERI *et al.*, 2012). O uso de fungicidas é uma medida eficiente no controle da ferrugem asiática da soja (GODOY *et al.*, 2009; NASCIMENTO *et al.*, 2012). A detecção recente de populações de *P. pachyrhizi* menos sensíveis aos fungicidas comumente utilizados no controle da ferrugem asiática (KOGA; LOPES; GODOY, 2011) provocou uma demanda por pesquisas de produtos que potencializem a eficácia de fungicidas e de medidas adicionais no manejo da doença.

Nas aplicações dos fungicidas muitas vezes são adicionados óleos minerais ou vegetais que conferem características desejáveis à calda de pulverização, como redução da tensão superficial em soluções aquosas, possibilitando maior contato da calda com a superfície vegetal ou redução do potencial de deriva (MENDONÇA; RAETANO; MENDONÇA, 2007).

Os adjuvantes aumentam a superfície de contato dos compostos, por intermédio da cutícula foliar, e distribuem de uma forma mais adequada, aumentando a absorção e a translocação, modificando as propriedades de superfície dos líquidos ou afetando a absorção devido à ação direta sobre a cutícula, aumentando a eficácia e a absorção do ingrediente ativo pelas plantas, facilitando a aplicação e minimizando possíveis problemas (HAZEN, 2000; VARGAS; ROMAN, 2006; MUELLER *et al.*, 2013).

O objetivo do trabalho foi avaliar a germinação de uredinosporos de *P. pachyrhizi* e de *P. kuehnii* em diferentes tempos de exposição a óleos minerais, vegetais e siliconados recomendados como adjuvantes em caldas fungicidas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Microbiologia Agrícola/Fitopatologia e de Forragicultura da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados (MS), entre fevereiro e abril de 2011. Uredinosporos de *P. pachyrhizi* e de *P. kuehnii* foram coletados de plantas naturalmente infectadas de lavouras comerciais e imediatamente utilizados nos experimentos.

Foram utilizadas placas de Petri com 80 mm de diâmetro, contendo 10 mL de substrato ágar-água (1,7%). Após a solidificação do substrato foi adicionado 1 mL de suspensão de esporos na concentração de 5×10^5 esporos mL⁻¹, previamente foi adicionada uma gota do agente dispersante Tween 20. Em seguida, acrescentou-se, com o auxílio de pipeta automática, 1 mL de solução com adjuvantes, de modo que a concentração final a que os uredinosporos foram expostos fosse a recomendada pelos fabricantes. A suspensão de esporos e adjuvantes foi distribuída na placa de Petri com o auxílio de uma alça de Drigalski. Os produtos utilizados foram Assist[®], Veget Oil[®], Natur Oil[®], Break Thru[®], Aureo[®], Silwet[®] e Nimbus[®] (Tabela 1). Além dos tratamentos com adjuvantes houve o tratamento Testemunha, que consistiu na adição de 1 mL de água destilada esterilizada à suspensão de uredinosporos.

Tabela 1. Nome comercial, natureza química e dose dos adjuvantes testados.

Nome comercial	Natureza química	Dose*
Assist [®]	Hidrocarboneto alifático	450
Veget Oil [®]	Óleo vegetal	450
Natur Oil [®]	Ésteres de ácidos graxos	450
Break Thru [®] - 0,05%	Copolímero poliéter-polimetil siloxano	100
Áureo [®]	Éster metilado de soja	300
Silwet [®] - 0,05%	Copolímero de poliéter e silicone organossiliconado	100
Nimbus [®]	Óleo mineral parafínico	450

*Dose do produto comercial, em mL, recomendada para 200 L ha⁻¹.

As placas foram incubadas a 23°C por 1, 2, 4 e 8 horas. Após esse período a germinação foi paralisada pela transferência das placas para uma incubadora regulada a 8°C, para posterior avaliação. A contagem dos esporos germinados e não germinados foi feita em 50 esporos por placa. Na avaliação da germinação dos uredinosporos foi utilizado microscópio óptico (200x). Com o auxílio do aplicativo computacional *AxioVision*® (CARL ZEISS, 2009), os uredinosporos foram considerados germinados quando o comprimento do tubo germinativo ultrapassou duas vezes o diâmetro do esporo.

Os tratamentos foram arranjados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (adjuvante/tempo exposição) com quatro repetições. As análises foram efetuadas utilizando o *software* SISVAR (FERREIRA, 2000), os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e regressão para os tratamentos em relação ao fator tempo de exposição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uredinosporos do fungo causador da ferrugem asiática da soja apresentam coloração amarelo-amarronzada (Fig. 1A), com superfície lisa. Essa coloração difere de outros patógenos que causam ferrugem, cuja coloração é, em sua maioria, vermelho-amarronzada. A germinação dos uredinosporos de *P. pachyrhizi* (Figura 1B) ocorre por meio de um poro equatorial (RUPE; SCONEVERS, 2008).

Os uredinosporos de *P. kuehnii* têm coloração que varia desde o amarelo-laranja ao amarelo-palha, com formato irregular, geralmente piriforme ou obovoide (Figs. 2A e 2B), paredes finas (10 a 18 µm), de tamanho muito variável (27 a 44 µm), parede espessa nas laterais, com a parede apical acentuada, equinulados de 1,0 a 1,5 µm espaçados irregularmente (BRAITHWAITE *et al.*, 2009; VIRTUDAZO *et al.*, 2001).

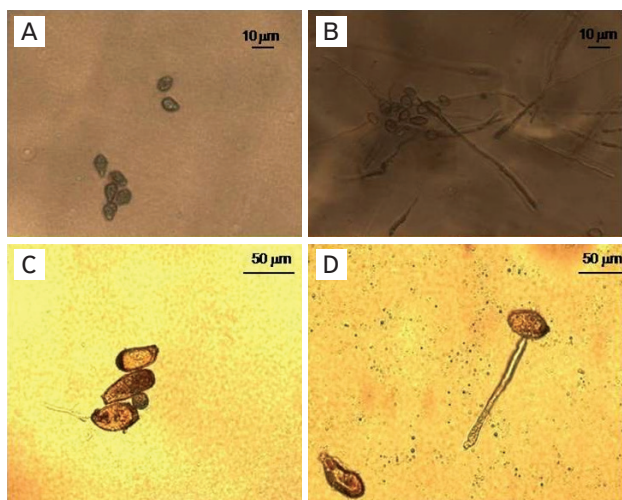


Figura 1. Uredinosporos de *Phakopsora pachyrhizi* (A e B) e *Puccinia kuehnii* (C e D) não germinados (A e C) e germinados (B e D).

Na germinação de uredinosporos de *P. pachyrhizi* ocorreu inibição por todos os adjuvantes uma hora após a exposição. A partir das duas horas, uredinosporos expostos aos adjuvantes Assist®, Break Thru®, Aureo® e Nimbus® tiveram menor germinação. Em todos os períodos de exposição, todos os tratamentos diferiram do tratamento Testemunha (Tabela 2). Todos os tratamentos iniciaram a germinação a partir de uma hora de exposição.

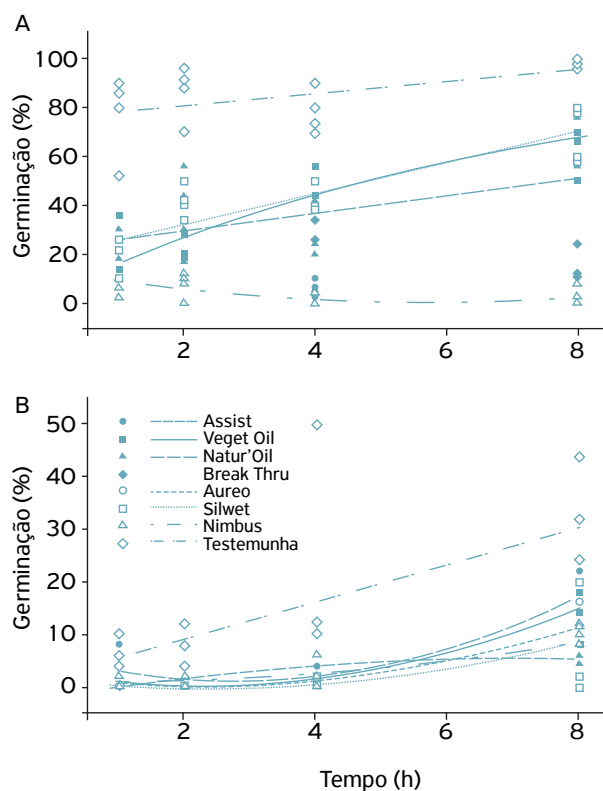


Figura 2. Germinação de *Phakopsora pachyrhizi* (A) e *Puccinia kuehnii* (B) em diferentes tempos de exposição a adjuvantes.

Tabela 2. Germinação (%) de uredinosporos de *Phakopsora pachyrhizi* em diferentes tempos de exposição a adjuvantes.

	1 hora	2 horas	4 horas	8 horas
Assist®	1,5 ^b	0,0 ^c	4,5 ^c	1,0 ^c
Veget Oil®	20,5 ^b	19,5 ^{bc}	47,5 ^b	66,5 ^b
Natur Oil®	20,0 ^b	40,0 ^b	32,5 ^b	52,5 ^b
Break Thru®	2,5 ^b	26,5 ^{bc}	22,5 ^{bc}	12,0 ^c
Aureo®	1,5 ^b	1,5 ^c	1,0 ^c	2,5 ^c
Silwet®	18,5 ^b	41,5 ^b	44,5 ^b	69,0 ^b
Nimbus®	9,0 ^b	7,5 ^c	1,0 ^c	2,5 ^c
Testemunha	77,0 ^a	86,5 ^a	78,5 ^a	97,5 ^a
CV%	30,0	16,2	16,9	21,4

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si no teste Tukey a 5% de probabilidade. Cada média foi obtida de 200 medições (4 repetições de 50 uredinosporos). CV%: coeficiente de variação.

Uredinosporos de *P. pachyrhizi* apresentaram germinação reduzida pela exposição aos diferentes adjuvantes em todas as avaliações. Aureo®, Nimbus® e Silwet® promoveram maior redução na germinação em todos os períodos avaliados (Tabela 2). WYSS *et al.* (2004), trabalhando com germinação de esporos de *Phomopsis amaranthicola*, observaram que o adjuvante organossiliconado, da mesma natureza do Silwet® e do Break Thru®, inibiu fortemente a germinação do patógeno. Todos os adjuvantes testados por esses autores reduziram em, pelo menos, 20% a germinação, quando comparados ao controle. LEVY (2005) relatou, em estudos realizados na África do Sul, que o uso de adjuvantes possivelmente aumenta a eficácia do controle químico de *P. pachyrhizi*.

SCHWAN-STOFFEL *et al.* (2012) relataram que herbicidas glyphosate, clorimurrom-etílico, cletodim + fenoxaprop-P-etílico, lactofem, e fomesafem associados a óleo mineral, inibem a germinação de uredinosporos de *P. pachyrhizi*, além de deteriorar o tubo germinativo.

A germinação de urediniosporos de ferrugens também tem sido investigada na presença de extratos vegetais. Extratos de *Himatanthus articulatus* (sucubá), *Mimosa bimurcronata* (maricá), *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva), *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa) e *Azadirachta indica* (nim) reduziram a germinação de uredinosporos de *P. pachyrhizi* a valores inferiores a 10% (COSTA *et al.*, 2010).

MEDICE *et al.* (2007) verificaram que os óleos essenciais de *Corymbia citriodora* (eucalipto), *Cymbopogon nardus* (citronela), *Azadirachta indica* (nim) e *Thymus vulgaris* L (tomilho) nas concentrações de 1, 0,5, 1 e 0,3%, respectivamente, interferiram na germinação dos urediniosporos de *P. pachyrhizi*. BORGES *et al.* (2008), utilizando óleos essenciais de *Caryophyllus aromaticus* (cravinho-da-índia), *Cymbopogon citratus* (capim-limão) e *Rosmarinus officinalis* (alecrim), observaram redução da germinação de uredinosporos de *P. pachyrhizi*, com percentuais de inibição de 78,3, 76,1 e 76,1%, respectivamente.

No experimento com uredinosporos de *P. pachyrhizi* foram ajustadas equações de regressão (Fig. 2A) para os tratamentos Veget Oil®, Natur Oil®, Silwet®, Nimbus® e Testemunha que foram significativas ($p > 0,05$), conforme apresentado na Tabela 3. Uredinosporos expostos ao adjuvante Nimbus® tiveram menor germinação em função do tempo de exposição. Os uredinosporos expostos a Veget Oil®, Natur Oil® e Silwet® tiveram germinação crescente em função do tempo de exposição. Uredinosporos em água apresentam germinação inicial superior a 75%, atingindo o valor máximo de 95,1% 8 horas após a exposição.

Para *P. kuehni*, as equações foram ajustadas (Fig. 2B) para os tratamentos Veget Oil®, Natur Oil®, Silwet®, Nimbus® e Testemunha, todos significativos (Tabela 3). Uredinosporos expostos aos adjuvantes aumentaram a porcentagem de

germinação à medida que aumentava o tempo de exposição. O tratamento Testemunha obteve máxima germinação, acima de 21%, 8 horas após a exposição.

Os uredinosporos de *P. kuehni* germinaram a partir de uma hora. Todos os adjuvantes inibiram a germinação, a partir de quatro horas de exposição. Às oito horas, todos os adjuvantes reduziram a porcentagem de germinação, porém Veget Oil® e Break Thru® resultaram em menores porcentagens de germinação (Tabela 4).

TATAGIBA *et al.* (2008) avaliaram o efeito de óleo vegetal Agr'Óleo®, óleo mineral Assist® e espalhante adesivo Iharaguem® na eficiência dos fungicidas mancozeb e propiconazole no controle da sigatoka-amarela da bananeira. Os autores constataram que mancozeb + Assist® proporcionou

Tabela 3. Equações referentes às Figuras 2A (*Phakopsora pachyrhizi*) e B (*Puccinia kuehni*).

	Figura 2A	R	Valor p
Assist®	Não significativo		
Veget Oil®	$y = 5,33 + 11,60x - 0,49x^2$	0,89	< 0,0001
Natur Oil®	$y = 22,29 + 3,69x$	0,49	0,0537
Break Thru®	Não significativo		
Aureo®	Não significativo		
Silwet®	$y = 19,78 + 6,29x$	0,87	< 0,0001
Nimbus®	$y = 14,08 - 4,76x + 0,41x^2$	0,62	0,0412
Testemunha	$y = 75,63 + 2,46x$	0,52	0,0386
	Figura 2B	R	Valor p
Assist®	$y = 4,25 - 3,08x + 0,58x^2$	0,92	< 0,0001
Veget Oil®	$y = 1,67 - 1,91x + 0,45x^2$	0,93	< 0,0001
Natur Oil®	$y = 2,25 + 2,11x - 0,15x^2$	0,70	< 0,0001
Break Thru®	Não significativo		
Aureo®	$y = 1,50 - 1,65x + 0,36x^2$	0,95	< 0,0001
Silwet®	$y = 1,67 - 1,42x + 0,28x^2$	0,65	< 0,0001
Nimbus®	$y = 0,91 - 0,13x + 0,13x^2$	0,78	0,0020
Testemunha	$y = 2,02 + 3,56x$	0,67	< 0,0001

Tabela 4. Germinação (%) de uredinosporos de *Puccinia kuehni* em diferentes tempos de exposição a adjuvantes.

	1 hora	2 horas	4 horas	8 horas
Assist®	2,0 ^a	0,0 ^a	1,5 ^b	17,0 ^b
Veget Oil®	0,0 ^a	0,0 ^a	1,0 ^b	1,0 ^d
Natur Oil®	0,5 ^a	0,0 ^a	4,5 ^b	5,0 ^{cd}
Break Thru®	0,0 ^a	0,5 ^a	0,5 ^b	1,5 ^d
Aureo®	0,0 ^a	0,0 ^a	0,5 ^b	11,5 ^{bcd}
Silwet®	0,5 ^a	0,0 ^a	0,5 ^b	8,5 ^{bcd}
Nimbus®	1,0 ^a	1,0 ^a	2,5 ^b	8,0 ^{bcd}
Testemunha	5,0 ^a	7,0 ^a	20 ^a	29,0 ^a
CV%	40,14	23,61	43,91	30,71

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si no teste Tukey a 5% de probabilidade. Cada média foi obtida de 200 medições (4 repetições de 50 uredinosporos). CV%: coeficiente de variação.

o melhor controle, 53,5% superior em relação ao tratamento Testemunha, 40,5 e 30,5% mancozeb + Iharaguem® e epropiconazole + Iharaguem®, respectivamente.

Embora pesquisas relacionadas ao uso de adjuvantes associados a fungicidas tenham sido realizadas recentemente (MEYER *et al.*, 2009; HAZEN, 2005; CUNHA *et al.*, 2010), este é o primeiro relato do efeito direto de adjuvantes sobre os agentes causais da ferrugem asiática da soja e da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. O desenvolvimento de populações de *P. pachyrhizi* menos sensíveis aos fungicidas mais empregados atualmente no controle da ferrugem asiática (KOGA *et al.*, 2011) requer que sejam potencializados os efeitos dos produtos atualmente disponíveis para o seu controle.

CONCLUSÃO

Os adjuvantes siliconados, óleos minerais ou óleos vegetais, independentemente de sua natureza química, inibiram a germinação de esporos de *P. pachyrhizi* e *P. kuehnii*.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pela bolsa concedida à primeira autora e pelo financiamento parcial da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BARBASSO, D.; JORDÃO, W.; BOLDINI, J.; BRESSIANI, J. First report of *Puccinia kuehnii*, causal agent of orange rust of sugarcane, in Brazil. *Plant Disease*, v. 94, n. 9, p. 1170, 2010.
- BORGES, D.I.; MORAES, M.B.; ALVES, E. Atividade fungitóxica de óleos essenciais sobre urediniosporos de *Phakopsora pachyrhizi*. *Tropical Plant Pathology*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 41., 2008. *Resumos*. 33, suplemento. Brasília: SBF, 2008. p. S 101.
- BRAITHWAITE, K.S.; CROFT, B.J.; MAGAREY, R.C.; SCHARASCHKIN, T. Phylogenetic placement of the sugarcane orange rust pathogen *Puccinia kuehnii* in a historical and regional context. *Australasian Plant Pathology*, v. 38, n. 4, p. 380-388, 2009.
- CABI/EPPO. *Puccinia kuehnii* - distribution maps of plant diseases. CABI, Wallingford, n. 6, map 215, 2009. Disponível em: <<http://www.cabi.org/isc/?compid=5&dsid=45818&loadmodule=datasheet&page=481&site=144>>. Acesso em: 19 mar. 2013.
- CANTERI, M.G.; GIGLIOTI, E.A.; ARAÚJO, K.L.; NEUBAUER, R.A.; SANCHES, P.R.B.; SUMIDA, C.H. Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. *Tropical Plant Pathology*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 45., 2012. *Resumos*. 38, suplemento. Brasília: SBF, 2012. p. 662.
- CARL ZEISS. *Takeoff Guide AxioVision*. Jena: CZ MicroImaging, 2009. 37 p.
- COMSTOCK, J.C.; SOOD, S.G.; GLYNN, N.C. First report of *Puccinia kuehnii*, causal agent of orange rust of sugarcane, in the United States and Western Hemisphere. *Plant Disease*, v. 92, n. 1, p. 175, 2008.
- COSTA, S.X.; COIMBRA, J.L.; SANTOS, F.S. Efeito de extratos obtidos de plantas do cerrado baiano sobre a germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*. *Magistra*, v. 22, n. 1, p. 71-74, 2010.
- CUNHA, J.P.A.R.; COELHO, L.; ARAUJO, R.G.C. Spray nozzle and adjuvant effects on fungicidal control soybean Asian rust. *Interciência*, v. 35, n. 10, p. 765-768, 2010.
- FERREIRA, D.A. *Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas*. Lavras: Departamento de Ciências Exatas, UFLA, 2000. 69 p.
- GODOY, C.V.; FLAUSINO, A.M.; SANTOS, L.C.M.; DEL PONTE, E.M. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. *Tropical Plant Pathology*, v. 34, p. 56-61, 2009.
- GOELLNER, K.; LOEHRER, M.; LANGENBACH, C.; CONRATH, U.; KOCH, E.; SCHAFFRATH, U. Pathogen profile *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. *Molecular Plant Pathology*, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2010.
- HAZEN, J.L. Adjuvants - terminology, classification, and chemistry. *Weed Technology*, v. 14, n. 4, p.773-784, 2000.
- HAZEN, J.L. Adjuvants improve fungicide control of Asian soybean rust in Brazil. In: NATIONAL SOYBEAN RUST SYMPOSIUM. *Proceedings*. Nashville. 2005. Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybeanrust/symposium/posters/39.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2013.
- KOGA, L.J.; LOPES; GODOY, C.V. Sensitivity monitoring of *Phakopsora pachyrhizi* populations to triazoles in Brazil. In: Dehne, H.W.; Deising, U.; Gisi, U.; Kuck, K.H.; Russell, P.; Lyr, H. (Eds.) *Modern fungicides and antifungal compounds*. Braunschweig: DPG, 2011. cap. 31, p. 211-216.
- LEVY, C. Epidemiology and chemical control of soybean rust in southern Africa. *Plant Disease*, v. 89, n. 6, p. 669-674.
- MAGAREY, R.C.; CROFT, B.J.; WILLCOX, T.G. An epidemic of orange rust on sugarcane in Australia. In: CONGRESS INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 24. 2001. Brisbane. *Proceedings*. Brisbane: ISSCT, 2001. v. 2, p. 410-416.

- MEDICE, R.; ALVES, E.; DE ASSIS, T.R.; JUNIOR MAGNO, G.R. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 1, p.83-90, 2007.
- MENDES, M.A.S.; FREITAS, V.M. Espécies de fungos exóticas para a cultura da cana-de-açúcar. *Comunicado Técnico 128*. Brasília, DF, 2005. 5 p. Disponível em: <<http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/cot128.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2013.
- MENDONÇA, C.G.; RAETANO, C.G.; MENDONÇA, C.G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. *Engenharia Agrícola*, v. 27, n. esp., p. 16-23, 2007.
- MEYER, M.C.; COSTA, N.B.; FERREIRA, L.C.; NUNES JÚNIOR, J.; VENANCIO, W.S.; BEGLIOMINI, E. Comparison of the efficiency of soybean rust control by preventive and curative fungicides sprays, combined with different adjuvants, in Brazil. In: 2009 NATIONAL SOYBEAN RUST SYMPOSIUM. New Orleans, Louisiana, 2009. Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/infocenter/topic/soybeanrust/2009/posters/29.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2013.
- MUELLER, D.S.; WISE, K.A.; DUFAULT, N.S.; BRADLEY, C.A.; CHILVERS, M.I. *Fungicides for field crops*. St. Paul: APS Press, 2013. 112 p.
- NASCIMENTO, J.M.; GAVASSONI, W.L.; BACCHI, L.M.A.; ZUNTINI, B.; MENDES, M.P.; LEONEL, R.K.; PONTIM, B.C.A. Associação de adjuvantes à picoxistrobina+ciproconazol no controle da ferrugem asiática da soja. *Summa Phytopathologica*, v. 38, n. 3, p. 204-210, 2012.
- RUPE, J.; SCONVERS, L. Soybean rust. *The Plant Health Instructor*. 2008. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/funghi/Basidiomycetes/Pages/SoybeanRust.aspx>> Acesso em: 20 mar. 2013.
- SCHUWAN-STOFFEL, A.V.; GAVASSONI, W.L.; BACCHI, L.M.A. Germinação de *Phakopsora pachyrhizi* SID. & P. SID. sob diferentes herbicidas. *Arquivos do instituto biológico*, v. 79, n. 3, p. 381-387, 2012.
- TATAJIBA, J.S.; FERRAÇO, M.; CARON, E.S.; VENTURA, J.A.; IMBERTI, J. Avaliação do efeito do óleo vegetal Agr'Óleo na eficiência de fungicidas no controle da sigatoka-amarela em bananeira. *Tropical Plant Pathology*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 41., 2008. *Resumos*. 33, suplemento. Brasília: SBF, 2008. p. S 164.
- VARGAS, L.; ROMAN, E.S. *Conceitos e aplicações dos adjuvantes*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos 56). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.htm>. Acesso em: 20 mar. 2013.
- VIRTUDAZO, E.V.; NOJIMA, H.; KAKISHIMA, M. Taxonomy of *Puccinia* species causing rust diseases on sugarcane. *Mycoscience*, v. 42, n. 2, p. 167-175, 2001.
- WYSS, G.S.; CHARUDATTAN, R.; ROSSKOPF E.N.; LITTELL, R.C. Effects of selected pesticides and adjuvants on germination and vegetative growth of *Phomopsis amaranthicola*, a biocontrol agent for *Amaranthus* spp. *Weed Research*, v. 44, n. 6, p. 469-482, 2004.
- YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.E.; GODOY, C.V. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 and 2003. *Plant Disease*, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.