



INFLUÊNCIA DO SILÍCIO SOBRE ALGUNS COMPONENTES DE RESISTÊNCIA DO ALGODOEIRO À FERRUGEM¹

Antonia Mirian Nogueira de Moura Guerra^{1*}; Angélica Fátima Barros²; Yasmim Cristina Rodrigues²; Trícia Costa Lima¹; Fabrício Ávila Rodrigues²; Paulo Geraldo Berger¹

¹Depto. de Fitotecnia - Universidade Federal de Viçosa – UFV, e-mail: mirianagronoma@hotmail.com; ²Depto. de Fitopatologia - Universidade Federal de Viçosa – UFV.

Resumo: A cultura do algodoeiro tem apresentado crescimento exponencial nos últimos anos em termos de área cultivada, porém esse crescimento poderia ser maior se não houvesse a interferência de doenças que levam a perdas significativas. Nesse contexto, a ferrugem tropical desponta como mais uma enfermidade a afetar a cultura. Para o controle sustentável muitas alternativas vem despontando e o uso do silício (Si) mostra-se como forte expoente para esse controle. Este trabalho objetivou estudar o efeito do Si sobre alguns componentes de resistência do algodoeiro à ferrugem. Plantas de algodão das cultivares BRS Buriti e FM 993 foram crescidas em solução nutritiva supridas com (+Si) e sem (-Si) Si em condições de casa de vegetação. As plantas foram inoculadas com suspensão de $2,5 \times 10^5$ uredosporos/ml de *P. gossypii*. Após inoculação, as plantas foram transferidas para câmara de crescimento com nevoeiro por 35 dias. Foram avaliados os seguintes componentes de resistência: PI, PL₆₀, NP, NU, AACPF e concentração de Si nos tecidos foliares. Houve efeito significativo do Si aumentando o PI, PL₆₀ e a concentração de Si nos tecidos foliares e reduzir a AACPF. Houve interação Cultivares x Si para os componentes NP e NU, mostrando que independente da cultivar, quando supridas com Si houve redução no NP e NU. A correlação entre a concentração foliar de Si e o PI e o PL₆₀ foi positivo e significativo ($r = 0,42$ e $0,71$; $P \leq 0,01$) e negativamente significativo ($P \leq 0,01$) para NP, NU e AACPF ($r = -0,69$; $-0,83$ e $-0,46$ respectivamente).

Palavras-chave: *Phakopsora gossypii*; Basidiomycota, nutrição mineral, resistência

INTRODUÇÃO

A cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das mais tradicionais e de maior expressão econômica do Brasil e tem dado sinais de crescimento em termos de área cultivada nos últimos anos. Entretanto, uma das principais dificuldades no estabelecimento da cotonicultura em diversas regiões do Brasil e do mundo é a ocorrência de doenças. Recentemente, a ferrugem tropical foi constatada em algodoeiro na região Centro-Oeste do Brasil. O agente causal da ferrugem tropical é o fungo *Phakopsora gossypii* (Arth.)Hirat. (MALAGUTI et al., 1972; STERNE, 1981; SUASSUNA; ARAÚJO, 2003). O fungo não apresenta distribuição mundial homogênea, concentrando-se principalmente nas regiões dos trópicos

¹ Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro durante a realização dessa pesquisa.

(STERNE, 1981), mas de ocorrência esporádica (PNITHALINGAM, 1968). O sintoma característico da ferrugem tropical são pústulas de aspecto ferruginoso. Os sintomas aparecem primeiramente nas folhas, principalmente das mais velhas para as mais novas, podendo causar desfolha prematura, caracterizam-se por pequenos pontos, de coloração vermelho-arroxeados, localizados na epiderme abaxial, as pústulas rompem a epiderme e com o decorrer do tempo liberam uma massa pulverulenta de uredósporos (BENEDO, 1995; STERNE, 1981; SUASSUNA et al., 2006). O silício (Si), apesar de não ser considerado elemento essencial, proporciona benefícios a várias espécies vegetais, incluindo redução da severidade de doenças em inúmeras culturas (BOWEN et al., 1992; DATNOFF et al., 1997; LIANG et al., 2005; POZZA et al., 2004). O Si pode elevar os concentrações de hemicelulose e lignina aumentando ainda mais a rigidez da parede celular (ADATIA; BESFORD, 1986). O Si atua no controle de importantes doenças fúngicas em culturas economicamente importantes. Em arroz, a brusone, a mancha parda, a podridão do colmo, a escaldadura, a queima das bainhas e a descoloração dos grãos tiveram suas intensidades significativamente reduzidas após a aplicação de Si no solo (DATNOFF et al., 1997; DATNOFF; RODRIGUES, 2005; RODRIGUES et al., 2001, 2003; SAVANT et al., 1997). Estão registrados os efeitos do Si no controle de doenças fúngicas em dicotiledôneas, tais como abóbora, pepino, videira e roseira. Muitos desses estudos com silício e doenças de plantas foram realizados em solução nutritiva, sendo a primeira etapa para o entendimento dos processos fisiológicos envolvidos na relação patógeno hospedeiro (BOWEN et al., 1992; CHÉRIF et al., 1992; MENZIES et al., 1992). Nessas condições, foi possível isolar o efeito de outros fatores e com isso tornar evidente a contribuição do silício na redução da intensidade da doença. Assim, o cultivo de algodão nessas condições, utilizando fonte solúvel como silicato de potássio, possibilitou o estudo dessa interação.

O conhecimento do efeito do Si sobre a suscetibilidade do algodão à ferrugem pode contribuir no manejo dessa doença. Entretanto, ainda é pequeno o conhecimento do efeito do Si na ferrugem tropical e seu metabolismo na cultura do algodão. Diante das evidências da literatura acerca dos efeitos benéficos do Si no controle de doenças de plantas, objetivou-se estudar seus efeitos sobre alguns componentes de resistência do algodoeiro à ferrugem.

METODOLOGIA

Plantas de algodão das cultivares BRS Buriti e FM 993 foram crescidas em solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) modificada constituída de: 6,0 mmol L⁻¹ KNO₃; 1,0 mmol L⁻¹ NH₄H₂PO₄; 2,0 mmol L⁻¹ MgSO₄.7H₂O; 4,0 mmol L⁻¹ Ca(NO₃)₂; 0,3 µmol L⁻¹ CuSO₄.5H₂O; 1,3 µmol L⁻¹ ZnSO₄.7H₂O; 46 µmol L⁻¹ H₃BO₃; 12,6 µmol L⁻¹ MnCl₂.4H₂O; 0,1 µmol L⁻¹ (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O; 45 µmol L⁻¹ FeSO₄.7H₂O e 45 µmol L⁻¹ EDTA bissódico. O ácido monossilícico, obtido pela passagem do silicato de

potássio através de uma coluna contendo resina trocadora de cátions (Amberlite IRA 410) (MA et al., 2002) foi adicionado à solução nutritiva nas concentrações de 0 (-Si) ou 2 mmol Si L⁻¹ (+Si). As plantas foram crescidas em casa de vegetação do Depto. de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa.

As sementes foram lavadas em solução de hipoclorito de sódio (10%) e germinadas em leito de areia lavada e autoclavada. Dez dias após a germinação, as plântulas foram transplantadas para solução nutritiva uma força iônica onde permanecerão até o final do experimento, sendo que a solução nutritiva era trocada a cada quatro dias e o pH verificado diariamente e mantido entre 5,5 e 6,0. A inoculação com *Phakopsora gossypii* foi realizada quando as plantas de algodoeiro estavam no estádio V₄ (30 dias após transplântio) (MARUR; RUANO, 2001) com um atomizador. As plantas de cada vaso foram pulverizadas com aproximadamente 30 ml da suspensão de uredosporos obtidos de plantas doentes obtidas na Unidade Experimental de Coimbra pertencente a UFV. O inóculo foi preparado através da lavagem das folhas infectadas em água destilada com auxílio de um pincel para uma melhor retirada dos uredosporos e, posteriormente, a suspensão obtida foi filtrada em gazes para a retirada de impurezas. A suspensão resultante foi homogeneizada e ajustada para a concentração de 2,5 × 10⁵ uredosporos.ml⁻¹. Gelatina foi adicionada na suspensão (1% p/v) para aumentar a aderência dos esporos na superfície foliar. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara de nevoeiro a 25 ± 2°C com fluxo contínuo de luz por 24h e em seguida transferidas para câmara de crescimento com fornecimento de umidade até o final das avaliações.

Os seguintes componentes de resistência foram avaliados: período de incubação (PI), período latente (PL₆₀), número de pústulas (NP), número de urédias (NU), severidade, área abaixo da curva do progresso da ferrugem (AACPF). Foram marcadas três folhas de cada planta e usadas para avaliar os componentes de resistência mencionados anteriormente. O PI foi acompanhado diariamente para marcar o aparecimento dos sintomas através do exame das folhas marcadas a cada 24 h partir do 5º dia após a inoculação (quinto dai). Dez urédias sobre cada folha marcada foram selecionadas aleatoriamente e examinadas a cada 24 h com uma lupa de bolso (30 x) para determinar o início da esporulação das urédias. O PL₆₀ foi marcado quando 60% das urédias marcadas e examinadas apresentavam uredosporos. A severidade foi avaliada a partir do 15º dai e depois a cada 5 dias até o 35º dai. A Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem (AACPF) para cada folha em cada planta foi calculada usando a integração trapezoidal da curva de progresso da doença obtida com os valores de severidade ao longo do tempo, seguindo a fórmula proposta por Shaner e Finney (1977). Ao 35º dai as folhas marcadas foram coletadas e com uma lupa, numa área de 1 cm², foram contados o número de urédias e de pústulas, foram realizadas duas contagens, uma de cada lado da folha e retirada a

média. As mesmas folhas foram secas em estufa e moídas em moinho, para determinação da concentração foliar de Si conforme proposto por Korndörfer et al. (2004).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, constando de duas cultivares (BRS Buriti e FM 993) e duas doses de Si [0 (-Si) ou 2 mmol Si L⁻¹ (+Si)] arranjados aleatoriamente com seis repetições. Cada repetição era composta por três plantas mantidas em vaso plástico contendo 5 litros de solução nutritiva. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e os fatores foram comparados pelo teste-*t* ($P \leq 0,05$) utilizando o SAS (SAS Institute, Inc., Cary, NC). O concentração de Si nos tecidos foliares foi correlacionado com os componentes de resistência do hospedeiro avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fator doses de Si foi significativo ($P \leq 0,05$) para PI, PL₆₀, AACPF e concentração de Si nos tecidos foliares. O fator cultivares não foi significativo ($P > 0,05$) para nenhum dos componentes de resistência estudados (Tabela 1). Houve um aumento de 9% e 14,3% no PI e PL₆₀ respectivamente, quando comparou-se o tratamento +Si com o controle (Tabela 1). A AACPF reduziu 70% quando comparado o tratamento +Si com o controle (Tabela 1). A concentração de silício nos tecidos foliares aumentou 85% para o tratamento +Si quando comparado com o controle (Tabela 1).

A interação doses de silício x cultivares foi significativa ($P \leq 0,05$) para NU e NP (Tabela 2). O componente NP reduziu significativamente ($P \leq 0,05$), 70 e 30% para as cultivares BRS Buriti e FM 993, respectivamente, quando comparou-se o tratamento +Si com o controle (Tabela 2). Para o componente NU houve uma redução de 40,3 e 19,5% para as cultivares BRS Buriti e FM 993, respectivamente, quando comparou-se o tratamento +Si com o controle (Tabela 2).

A curva de progresso da doença mostra que só houve início da manifestação da severidade a parti do 15° dai tanto para a cultivar BRS Buriti (Fig. 1A) quanto para a FM 993 (Fig. 1B) quando comparou-se o tratamento +Si com o controle. Houve progresso na severidade da doença ao longo do tempo, porém para o tratamento +Si este foi menor que o controle para ambas as cultivares (Fig. 1A, B). A partir do 30° dai ocorreu um aumento mais acentuado na severidade da ferrugem em ambas as cultivares, entretanto, quando supridas com silício (+Si) o aumento é inferior ao controle (Fig. 1A, B).

A correlação entre concentração de Si nos tecidos foliares e PI e PL₆₀ positivamente significativa ($r = 0,42$ e $0,71$; $P \leq 0,01$), e negativamente significativa para ($P \leq 0,01$) para NP, NU e AACPF ($r = -0,69$; $-0,83$ e $-0,46$ respectivamente).

O patossistema algodão-*P. gossypii* não foi estudado em relação a possível controle pela aplicação de Si. Entretanto, este estudo prova com estas informações como o Si afeta ferrugem tropical em algodão. Cultivares de algodão BRS Buriti e FM 993 apresentaram uma capacidade fisiológica de absorver Si da solução nutritiva e impactar negativamente o progresso da ferrugem.

Todos os componentes de resistência avaliados em ambas as cultivares foram afetados pelo Si. Silício contribuiu para aumentar o PI e PL60. Qualquer aumento no PI pode reduzir a taxa da epidemia, que conseqüentemente, decresce o número de ciclos secundários do patógeno (ZADOKS, 1971). Resende et al. (2009) mostraram a importância da aplicação de Si em cultivares de sorgo induzindo resistência a antracnose, evidenciando que o Si aumentou o PI e reduziu a área abaixo da curva de progresso do índice da doença, área abaixo da curva da eficiência relativa de infecção e severidade final da antracnose.

Em soja, foi observada redução da área abaixo da curva do número de lesões/cm² de área foliar com aumento das doses de silício na solução nutritiva (LIMA et al., 2010). Em videira, foi observada redução da severidade do oídio devido à formação de barreira física que dificultando a penetração das hifas (BOWEN et al., 1992). O Si pode favorecer o acúmulo de lignina, importante componente na resistência das plantas aos patógenos (MALAVOLTA, 2006). Além da formação de barreira física, o Si pode ativar mecanismos de defesa da planta (CHÉRIF et al., 1994; MENZIES et al., 1995). Para plantas de soja cultivadas em solução nutritiva com 40 mg/L de silício, ocorreu redução na intensidade do cancro da haste [*Diaporthe phaseolorum* (Cke & Ell. Sacc.) var. *meridionalis* (Morgan-Jones)] reduzindo o número de lesões em até 90% (LIANG et al., 2005). Samuels et al. (1991) encontraram resultados promissores no controle do oídio [*Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.:Fr) Poll.] em plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.), cultivadas em solução nutritiva, suplementada com 100 mg/L de silicato de potássio. Esses autores observaram redução no crescimento das colônias de oídio nas folhas das plantas tratadas, atribuída a presença de silício ao redor das hifas.

A redução na AACPF, NP, NU e curva de progresso da ferrugem pelo Si sugerem que pode ocorrer alguma interferência no acesso do patógeno aos tecidos do hospedeiro, podendo afetar a colonização. O mecanismo de ação do Si na redução desta doença ainda não é totalmente conhecido, mas, pode-se inferir que seu efeito pode ser devido a formação de barreiras (química e físicas) nas folhas despertando mecanismos de resistência.

CONCLUSÃO

A maior concentração de Si nas folhas das plantas de algodoeiro supridas com esse elemento aumentando o PI e o PL₆₀ e reduziu o NP, NU e AACPF. Houve efeito das cultivares sobre o NP e NU, onde as duas cultivares na presença de Si apresentaram menor NP e NU, e a cultivar FM 993 suprida com silício mostrou melhores resultados do que a BRS Buriti recebendo a mesma dose de Si.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADATIA, M. H.; BESFORD, R. T. The effects of silicon in cucumber plants grown in recirculation nutrient solution. **Annals of Botany**, London, v. 58, n. 3, p. 343-351, 1986.

BENEDO, I. P. Ferrugens. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, p. 872-880.

BOWEN, P.; MENZIES, J. G.; EHRET, D.L. Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 6, p. 906-912, 1992.

CHÉRIF, M.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R. R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. **Phytopathology**, St. Paul, v. 84, n. 3, p. 236-242, 1994.

DATNOFF, L. E.; DEREN, C. W.; SNYDER, G. H. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. **Crop Protection**, London, v. 16, n. 6, p. 525-531, 1997.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soil. **Cal agric. Exp. Sta. Cir.** v. 32, 1950.

KORDNÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício, solo planta e fertilizante**. Uberlândia MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2004. 24 p. (Boletim Técnico).

LIANG, Y. C.; SUN, W. C.; SI, J.; ROMHELD, V. Effects of foliar and root-applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in *Cucumis sativus*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 54, n. 5, p. 678-685, 2005.

LIMA, L. M.; POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; FONSECA, T. A. P. S.; CARVALHO, J. G. Quantificação da ferrugem asiática e aspectos nutricionais de soja suprida com silício em solução nutritiva. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 36, n. 1, p. 51-56, 2010.

MA, J.; TAKAHASHI, E. **Soil, fertilizer and plant silicon research in Japan**. Amsterdam: Elsevier. 2002.

MALAGUTI, G; PINTO, O. L.; ALFONZO, M. La Roya por *Phakopsora gossypii* em siembras comerciais de algodón. **Rev. Fac. Agron.** (Maracay). v. 6, p. 89-95. 1972.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 2006. 638 p.

MENZIES, J. G.; EHRET, D. L.; GLASS, A. D. M.; HELMER, T.; KOCH, C.; SEYWERD, F. The influence of silicon on cytological interactions between *Sphaerotheca fuliginea* and *Cucumis sativus*. **Physiology Molecular Plant Pathology**, London, v. 39, n. 6, p. 403-414, 1992.

PNITHALINGAM, E. *Phakopsora gossypii*. C.M.I. Descript. **Pathog. Fungi Bact.** v. 172, p. 1-2. 1968.

STERNE, R. Tropical rust. In: WATKINS, G. M. (Ed.). **Compendium of cotton disease**. [S.l.]:American Phytopathological Society. 1981. 39 p.

POZZA, A. A. A.; POZZA, E. A.; BOTELHO, D. M. S. O silício no controle de doenças de plantas. **Revisão anual de patologia de plantas**, Passo Fundo, v. 12, p. 373-402, 2004.

SAMUELS, A. L.; GLASS, A. D. M.; EHRET, D. L.; MENZIES, J. G. Mobility and deposition of silicon in cucumber plants. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 14, n. 5, p. 485-492, 1991.

RESENDE, R. R.; RODRIGUES, F. A.; SOARES, J. M.; CASELA, C. R. Influence of silicon on some components of resistance to anthracnose in susceptible and resistant sorghum lines. **Eur. J. Plant Pathol.**, v. 124, p. 533-541, 2009.

RODRIGUES, F. A.; DUARTE, H. S. S.; DOMICIANO, G. P.; SOUZA, C. A.; KORNDÖRFER, G. H.; ZAMBOLIM, L. Foliar application of potassium silicate on the control of soybean rust. **Australasian Plant Pathology** v. 38, p.366-372, 2009.

RODRIGUES, F. Á.; MCNALLY, D. J.; DATNOFF, L. E.; JONES, J. B.; LABBÉ, C.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. **Phytopathology**, v. 94, n. 177-183. 2005.

RODRIGUES, F. A. et al. Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon-mediated rice blast resistance. **Phytopathology**, v. 93, p. 535-546, 2003.

RODRIGUES, F. Á.; KORNDÖRFER, G. H.; CORRÊA, G. F.; BUKI, G. B.; SILVA, O. A. ; DATNOFF, L. E. Response of six Gramineae species to application of calcium metasilicate. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in Agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. 378 p. (Studies in Plant Science, vol. 8).

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 70, p.1183-1186, 1977.

SAVANT, N. K.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. Depletion of plant available silicon in soils: a possible cause of declining rice yields. **Communications Soil Science in Plant Analysis**, v. 28, n. 13/14, p. 1245-1252, 1997.

SUASSUNA, N. D.; ARAÚJO, A. E. **Ferrugem “Tropical” do Algodoeiro**. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão. 2003. 17 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 114).

SUASSUNA, N. D.; CHITARRA, L. G.; ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M. **Manejo de doenças do algodoeiro**. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão. 2006. 24 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 97)

ZADOKS, J. C. Systems analysis and the dynamics of epidemics. **Phytopathology**, v. 61 p. 600-610, 1971.

Tabela 1 - Período de incubação (PI), período latente (PL₆₀), área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF) e concentração de Si em folhas de plantas de algodoeiro das cultivares BRS Buriti e FM 993 crescidas em solução nutritiva na presença de silício (+Si) e sem (-Si) a presença de silício e inoculadas com *Phakopsora gossypii* após infecção.

Fatores	Componentes de resistência			
	PI (dias)	PL ₆₀ (dias)	AACPF	Concentração de Si nos tecidos foliares (%)
-Si	11,52	19,98 b	95,76	0,09
+Si	12,54	22,83	61,20	0,59
Teste- <i>t</i>	0,72*	0,73*	25,79*	0,09*
Cultivares				
BRS Buriti	11,35	21,53	87,69	0,36
FM 993	11,70	21,29	69,27	0,31
Teste- <i>t</i>	0,82 ^{ns}	1,45 ^{ns}	28,85 ^{ns}	0,24 ^{ns}
CV (%)	7,03	4,17	37,35	30,44

CV: coeficiente de variação; ns: não significativo; * P ≤ 0,05: significativo a 5% de probabilidade pelo teste-*t*.

Tabela 2 - Número de pústulas (NP) e número de urédias (NU) por cm² das folhas de plantas de algodoeiro das cultivares BRS Buriti e FM 993 crescidas em solução nutritiva na presença de silício (+Si) e sem (-Si) após infecção com *Phakopsora gossypii*.

Cultivares	NP		NU	
	-Si	+Si	-Si	+Si
BRS Buriti	8,17Ba	5,73 Ab	35,53 Ba	14,33 Ab
FM 993	15,22 Aa	4,58 Bb	56,18 Aa	10,98 Bb
CV (%)	9,00		4,68	

Para NP e NU, médias na mesma coluna seguidas de letra maiúscula ou médias na mesma linha seguidas de letra minúscula são estatisticamente diferentes (P ≤ 0,05) de acordo com o teste-*t*.

CV: coeficiente de variação

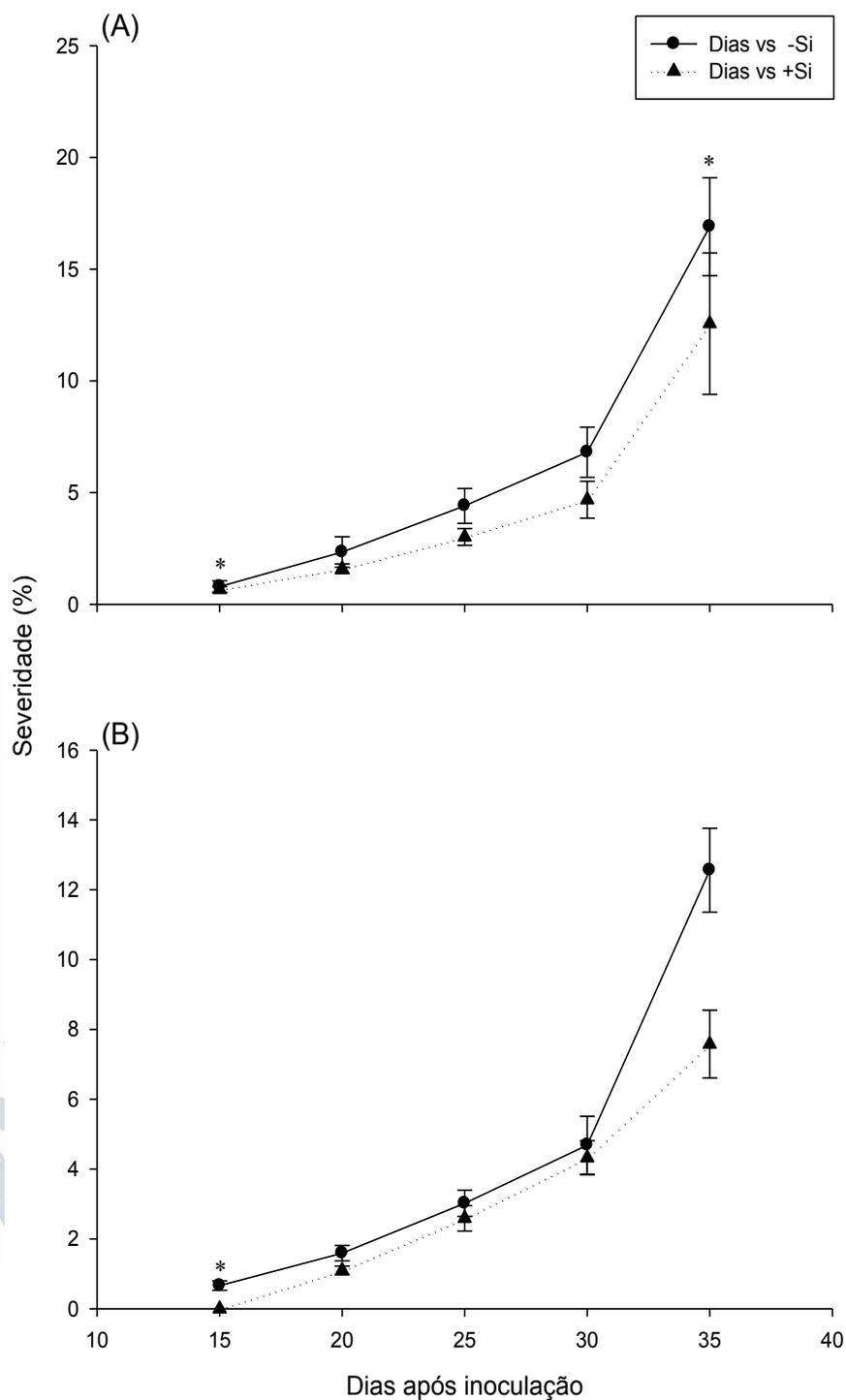


Figura 1 - Curvas de progresso da ferrugem nas folhas de planta de algodoeiro das cultivares BRS Buriti (A) e FM 993 (B) crescidas em solução nutritiva com (+Si) e sem (-Si) a presença de silício (Si). Cada ponto representa a média de seis repetições. Barras de erros representam desvio padrão das médias. Médias dos tratamentos -Si e +Si seguidas de asterisco são diferentes ($P \leq 0,05$) pelo teste-t.