

EFEITO DO SILÍCIO NO CRESCIMENTO E CONTEÚDO DE PIGMENTOS EM GENÓTIPOS DE BATATA CULTIVADOS SOB ESTRESSE DE ALUMÍNIO.¹

Aline Soares Pereira², Athos Odin Severo Dorneles³, Victória Martini Sasso⁴, Gessieli Possibom⁵, Liana Veronica Rossato⁶, Luciane Almeri Tabaldi⁷.

¹ Dissertação de Mestrado em Agrobiologia da UFSM

² Bióloga, mestranda em Agrobiologia UFSM. Bolsista CAPES, lyne_asp@hotmail.com

³ Biólogo, Msc. em Agrobiologia/UFSM. athos_odin@hotmail.com

⁴ Bolsista FAPERGS, aluno do Curso de Graduação em Engenharia Florestal da UFSM. vicksasso@yahoo.com.br

⁵ Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Florestal da UFSM. gessielip@gmail.com

⁶ Pós Doc. do Departamento de Biologia, UFSM. liana.rossato@gmail.com

⁷ Prof. Dr^a do Departamento de Biologia, UFSM. lutabaldi@yahoo.com.br

O alumínio (Al) é o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre, e o metal mais abundante, compondo cerca de 7,5% dos elementos na crosta terrestre. Apesar de sua abundância, o Al não apresenta essencialidade conhecida para o homem e para os vegetais. Na biologia, medicina e agricultura, o Al é reconhecido como sendo altamente citotóxico aos vegetais e animais. A alongação radicular é altamente sensível à toxicidade do Al e este parâmetro tem sido utilizado para estabelecer diferenças varietais quanto a sua tolerância. Mesmo em concentrações baixas (<56 µM), o Al pode inibir o crescimento da raiz dentro de minutos ou horas. Nesse sentido, o Si é um elemento benéfico para algumas plantas, mostrando assim um potencial para ser utilizado na amenização do estresse causado por Al. A presença do Al em solos ácidos, comuns das regiões tropicais como o Brasil, pode interferir no desempenho da produção de várias culturas, inclusive da batata. A batata (*Solanum tuberosum* L.) é um dos principais alimentos para a humanidade, consumida por mais de um bilhão de pessoas em todo mundo, devido à sua composição, versatilidade gastronômica e tecnológica, assim como pelo baixo preço de comercialização dos tubérculos. A batata cultivada (*S. tuberosum* subsp. *tuberosum*) é muito sensível a estresses abióticos como seca, frio, salinidade e alta irradiação. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos da interação entre o Si e o Al sobre o crescimento e conteúdo de pigmentos em genótipos de batata com distinta sensibilidade ao Al (SMIJ319-7, sensível ao Al, e SIMF212-3, tolerante ao Al). Os ensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Biotecnologia Vegetal, Laboratório de Bioquímica de Plantas e nas casas de vegetação pertencentes ao Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria. Foram usados dois genótipos de batata, SMIJ319-7 (sensível ao Al) e SIMF212-3 (tolerante ao Al) (ROSSATO, 2014), os quais foram propagados in vitro por 25 dias em meio de cultivo MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose, 0,1 g L⁻¹ de mio inositol e 6 g L⁻¹ de ágar. Após esse período, as plantas foram transferidas para bandejas plásticas com capacidade de 17 L contendo solução nutritiva completa, objetivando a aclimatização. Cada bandeja suportou 30 plantas. As plantas foram expostas a uma solução nutritiva completa por três dias. A solução nutritiva teve a seguinte composição (em µM):

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XX Jornada de Pesquisa

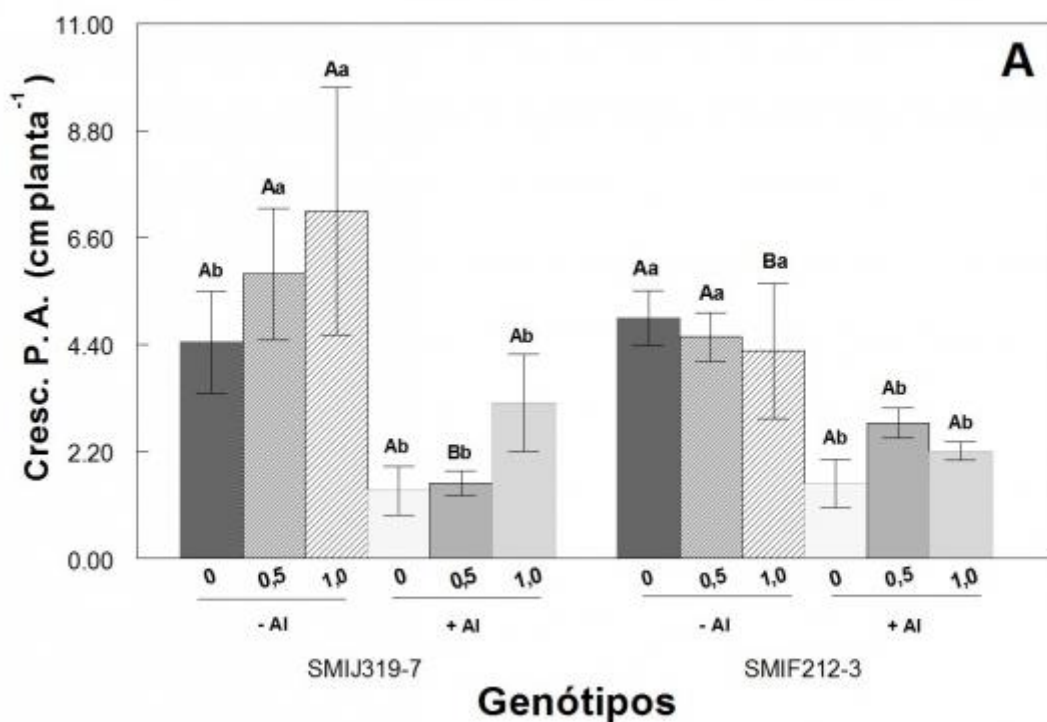
6090,5 de N; 974,3 de Mg; 4986,76 de Cl; 2679,2 de K; 2436,2 de Ca; 359,9 de S; 243,592 de P; 0,47 de Cu; 2,00 de Mn; 1,99 de Zn; 0,17 de Ni; 24,97 de B; 0,52 de Mo; 47,99 de Fe (FeSO₄/Na-EDTA). Após este período de aclimação, as plantas foram cultivadas por quatorze dias em uma nova solução nutritiva (sem fósforo e pH 4,5±0,1) expostas a combinações de duas concentrações de Al (0 e 50 mg L⁻¹ (AlCl₃)) e três concentrações de Si (0; 0,5 e 1,0 mM (Na₂SiO₃)). Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento e quinze plantas por repetição, para cada genótipo. A solução nutritiva com os tratamentos foi substituída a cada sete dias e o pH foi ajustado diariamente.

Após quatorze dias de exposição aos diferentes tratamentos, folhas e raízes de plantas dos dois genótipos de batata foram coletadas para determinação do crescimento de raízes e parte aérea. Antes da aplicação dos tratamentos, o comprimento da raiz principal e da parte aérea foi medido, utilizando régua graduada em milímetros. Após isso, as plantas retornaram para a solução nutritiva, onde aplicou-se os tratamentos. No final do experimento, o comprimento da raiz principal e da parte aérea foi medido novamente. A avaliação do crescimento das plantas durante a exposição aos tratamentos foi realizada através da diferença entre o comprimento final, tanto da parte aérea como da raiz, pelo comprimento inicial de ambos.

Para determinação do conteúdo de pigmentos (clorofilas a, b e carotenóides), discos foliares foram retirados utilizando um furador de papel comum. Imediatamente, estas amostras foram colocadas em tubos de reação (eppendorff) e congeladas em nitrogênio líquido para serem analisadas posteriormente. As clorofilas a e b e os carotenóides foram extraídos segundo o método de Hiscox; Israelstam (1979) e estimados usando a equação de Lichtenthaler (1987). As absorbâncias da solução foram medidas em espectrofotômetro a 663, 645 e 470 nm para clorofila a, clorofila b e carotenóides, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Após quatorze dias de exposição aos tratamentos foi observado um aumento no crescimento da parte aérea com o aumento da dose de Si em plantas não expostas ao Al no genótipo sensível ao Al (SMIJ319-7) (Fig. 1), enquanto para o genótipo tolerante (SMIF212-3) esse efeito não foi observado. Assim, para o genótipo sensível ao Al, o Si se mostrou benéfico para o crescimento da parte aérea na ausência do Al. Ambos os genótipos apresentaram inibição do crescimento tanto da parte aérea quanto da raiz na presença do Al, comparado com o controle. Não houve diferença significativa entre os genótipos na maioria dos tratamentos para crescimento da parte aérea (Fig. 1A), exceto para a maior concentração de Si (1,0 mM), na qual o genótipo SMIJ319-7 apresentou maior crescimento de parte aérea comparado com o SMIF212-3, evidenciando que este genótipo pode ser responsivo ao Si, enquanto na concentração de 0,5 mM de Si na presença de Al o genótipo SMIF212-3 apresentou maior crescimento da parte aérea, comparado com o genótipo SMIJ319-7.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XX Jornada de Pesquisa

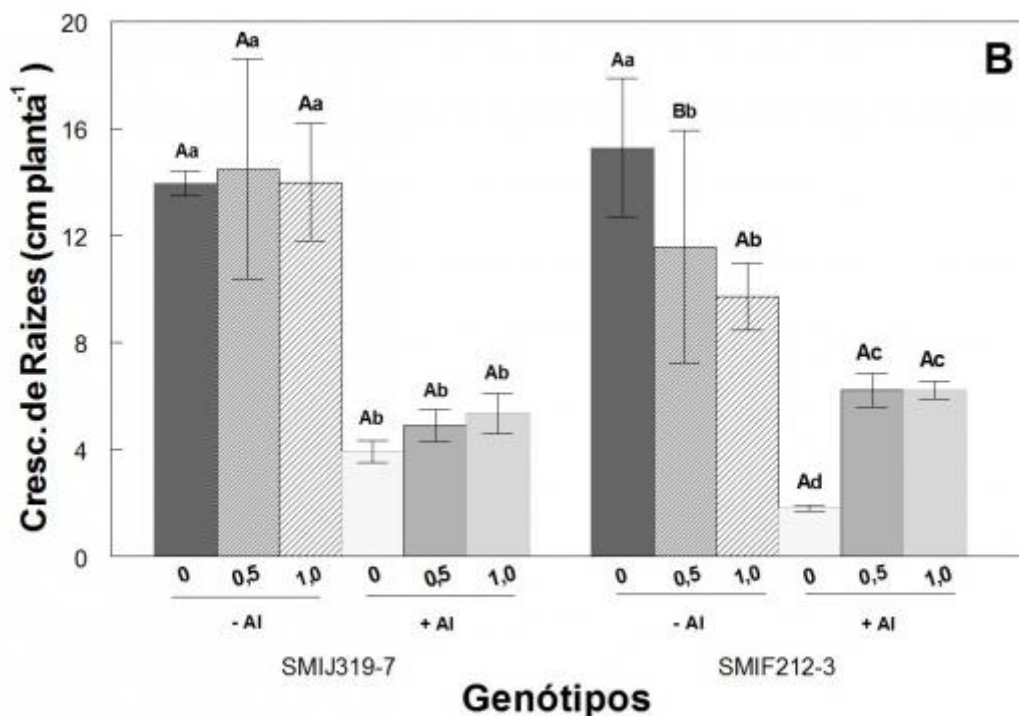


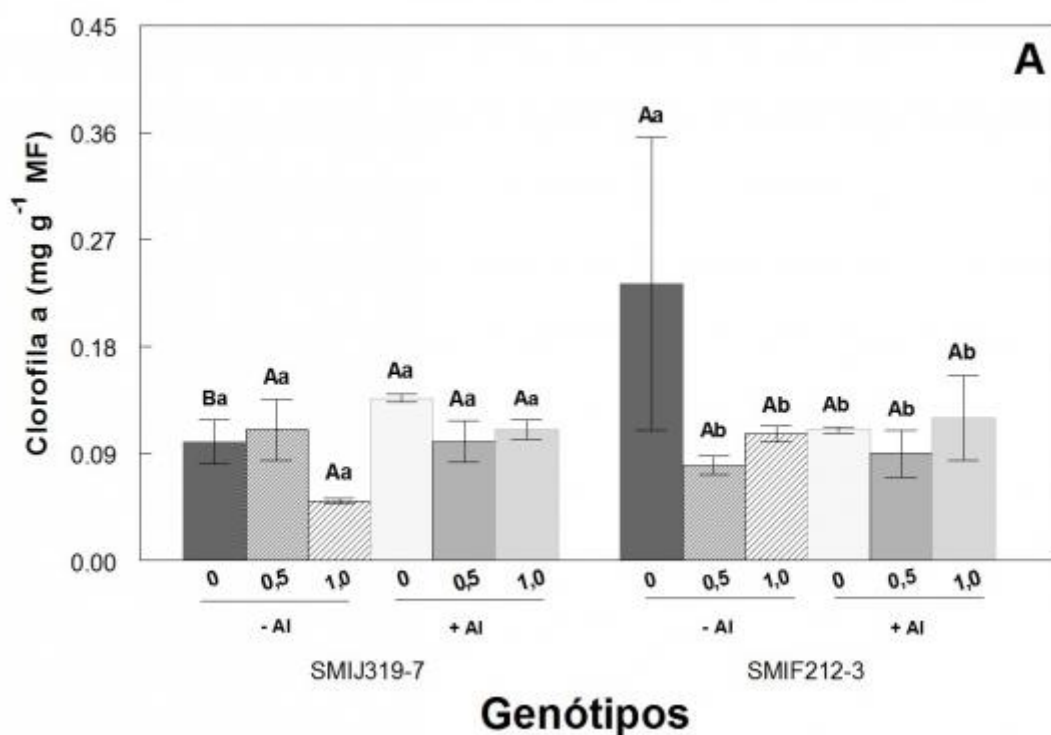
Figura 1 – Efeito de concentrações de silício (0; 0,5 e 1,0 mM) sobre o crescimento da parte aérea (P.A.) (A) e da raiz (B) em dois genótipos de batata, SMIJ319-7 (sensível ao Al) e SMIF212-3 (tolerante ao Al) cultivados na presença (+Al, 50 mg L⁻¹) e na ausência (-Al, 0 mg L⁻¹) de Al. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre genótipos dentro do mesmo tratamento. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos dentro do genótipo.

No tratamento controle, sem Al ou Si, o genótipo SMIF212-3 (tolerante ao Al), apresentou maior concentração de clorofila a (Fig. 2A) em comparação ao SMIJ319-7 (sensível ao Al). Essa maior concentração de clorofila pode proporcionar a esse genótipo uma maior absorção de energia luminosa, podendo haver como consequência uma maior produção de biomassa. O genótipo tolerante ao Al (SMIF212-3), apresentou menor conteúdo de clorofila a em ambas as concentrações de Si na ausência ou presença de Al, comparado com o controle. Portanto, o Si não promoveu respostas favoráveis para este parâmetro, tanto na presença como na ausência de Al no SMIF212-3. No genótipo sensível ao Al, não houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, a clorofila a não apresentou sensibilidade ao Al nesse genótipo. Para o teor de clorofila b (Fig. 2B), o tratamento com 1,0 mM de Si promoveu um aumento no conteúdo deste pigmento no genótipo SMIF212-3, comparado com o controle. Já para o SMIJ319-7, o tratamento com 1,0 mM de Si sem

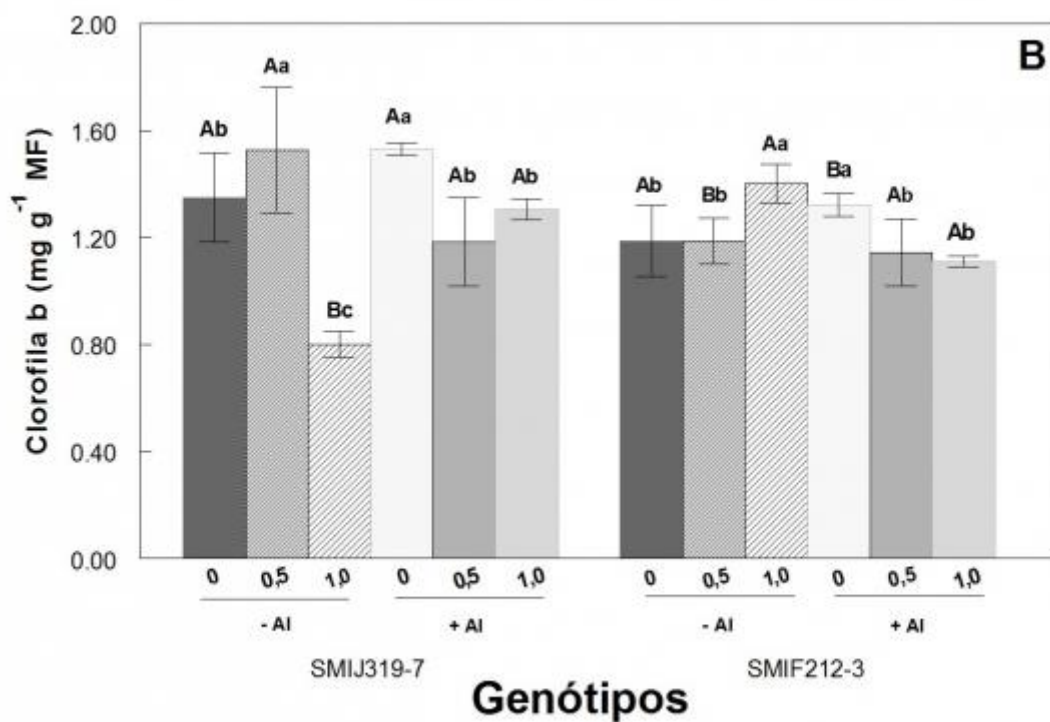
Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XX Jornada de Pesquisa

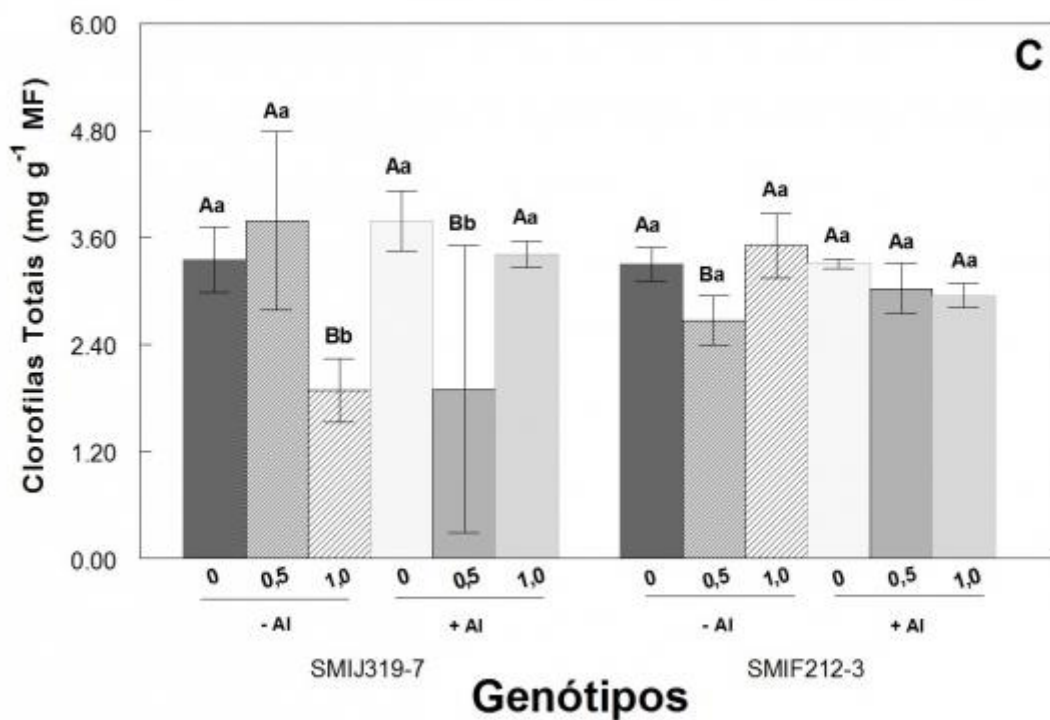
Al promoveu uma redução no conteúdo de clorofila b, comparado com o controle, enquanto que o tratamento com 0,5 mM de Si promoveu um aumento no conteúdo deste pigmento. Nos tratamentos em que estavam presentes Si + Al os níveis de clorofila b foram estatisticamente iguais ao controle e diferentes do tratamento onde somente o Al estava presente, em ambos os genótipos.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

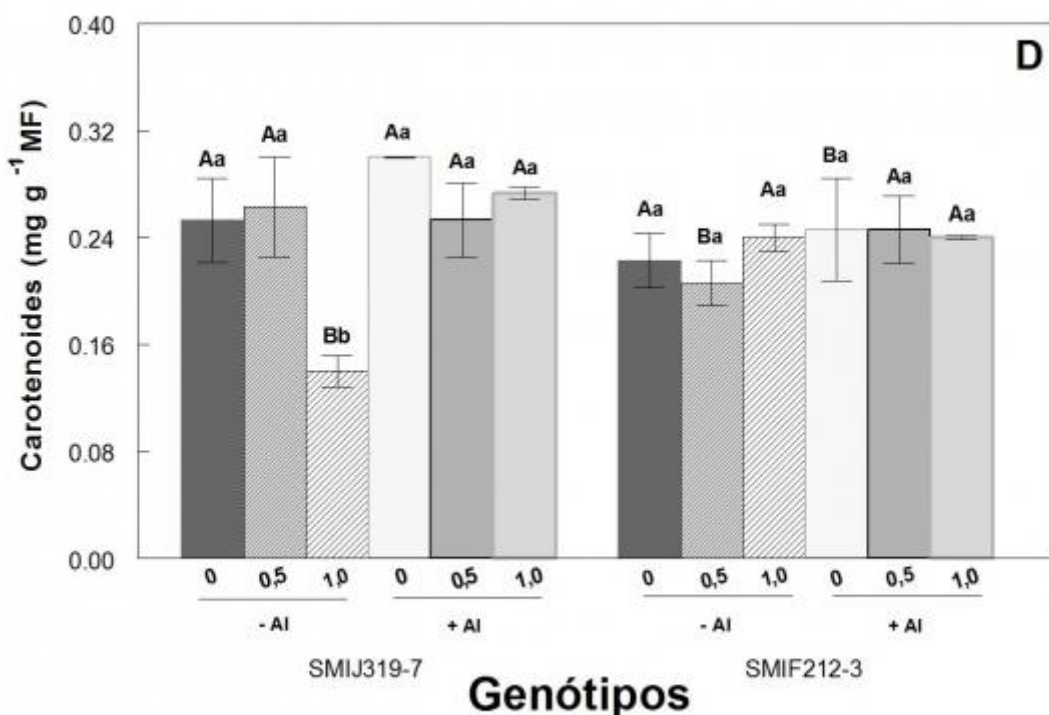


Figura 2 – Efeito do silício (0; 0,5 e 1,0 mM) sobre o conteúdo de clorofila a (A), clorofila b (B), clorofilas totais (C) e carotenóides (D) em dois genótipos de batata, SMIJ319-7 (sensível ao Al) e SMIF212-3 (tolerante ao Al) cultivados na presença (+Al; 50mg L⁻¹) ou ausência de Al (-Al). Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre genótipos dentro do mesmo tratamento. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos dentro do genótipo.

Para o conteúdo de clorofilas totais (Fig. 2C), houve diferença significativa entre os tratamentos somente no genótipo sensível ao Al (SMIJ319-7), onde os tratamentos com 1,0 mM de Si e 0,5 mM de Si + Al promoveram uma redução no conteúdo de clorofilas totais. No comparativo entre os genótipos, o SMIJ319-7 apresentou menor conteúdo de clorofilas totais nos tratamentos com 1,0 mM de Si sem Al e 0,5 mM de Si com Al, comparado com o genótipo SMIF212-3. No entanto, o tratamento com 0,5 mM de Si promoveu uma redução no conteúdo de clorofilas totais no SMIF212-3 quando comparado com SMIJ319-7. Não houve diferença significativa nos teores de carotenóides entre os tratamentos para o SMIF212-3. Por outro lado, a redução na concentração de clorofila b, clorofilas totais e carotenóides no genótipo sensível (SMIJ319-7) exposto a maior dose de Si na ausência de Al pode ser devido a um efeito de diluição. Nesse genótipo foi observado um aumento

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XX Jornada de Pesquisa

do crescimento da parte aérea (Fig. 1A) quando as plantas foram expostas a 1,0 mM Si, o que sugere uma redução na concentração dos pigmentos com o aumento da massa foliar.

O Si demonstrou potencial em amenizar os efeitos do Al para os parâmetros de crescimento. No entanto, esse efeito não foi evidente para o conteúdo de pigmentos em ambos os genótipos de batata. Nos tratamentos com Si + Al as plantas obtiveram maior crescimento de parte aérea na maior concentração de Si e de raízes em ambas as doses, em comparação aos tratamentos com apenas Al. Assim fica evidente o efeito amenizador do Si sobre os efeitos tóxicos do Al em plantas de batata.

Palavras-chave: Extresse oxidativo. Toxidez de Al. Atividade enzimática.

Referencias

HISCOX, J. D.; ISRAELSTAM, G. F. Method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne De Botanique, v.57, n.12, p.1332-1334, 1979.

LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and Carotenoids - pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, v.148, p.350-382, 1987.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Plant Physiology, v.6, n.15, p.473-497, 1962.

ROSSATO, L. V. Respostas fisiológicas e Bioquímicas ao estresse de alumínio e fósforo em genótipos de batata (*Solanum tuberosum*). Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, p.151, 2014.