



I SEMINÁRIO DE BIODIVERSIDADE AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

Alta Floresta-MT, 23 e 24 de setembro de 2013

INFLUÊNCIA DO SILÍCIO NA MORFOANATOMIA, DENSIDADE E ÍNDICE ESTOMÁTICO DE *Glycine max* (L) Merrill var. Monsoy 9144 RR.

INFLUENCE OF SILICON IN MORPHOANATOMY, DENSITY AND STOMATAL
INDEX OF *Glycine max* (L.) Merrill var. Monsoy 9144 RR.

EBURNEO, Lígia¹; SILVA, Ivone Vieira²; RIBEIRO JUNIOR, Norberto Gomes¹;
ALVES, Silvana Kety⁴; SILVA, Guilherme Carpi Pires⁵.

¹Biólogos - Mestrandos em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos- UNEMAT-Campus
Universitário de Alta Floresta –MT. e-mail: ligia_eburneo@hotmail.com

²Docente na Área de Botânica- UNEMAT- Campus Universitário de Alta Floresta –MT.

⁴Acadêmica do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas. Bolsista de Extensão. UNEMAT-
Campus Universitário de Alta Floresta –MT

⁵Acadêmico de Agronomia- UNEMAT- Campus Universitário de Alta Floresta –MT.

Resumo - Na sojicultura brasileira, para alta produtividade são utilizadas sementes geneticamente modificadas e agrotóxicos, que contaminam o ambiente. Esse trabalho avaliou se o controle alternativo com a aplicação de diferentes dosagens de silício influencia na morfoanatomia, no índice e densidade estomática. Os tratamentos constaram da aplicação de silício (Si) de rocha (Serpentinito) sendo T-1=1000 Kg ha⁻¹; T-2 = 500 Kg ha⁻¹; T-3- 250 Kg ha⁻¹; T-4= 125 Kg ha⁻¹ e T-5 =0 Kg ha⁻¹(Testemunha). Igualmente foi realizada adubação foliar com silicato de potássio nas doses T-1= 28,8mL⁻¹, T-2= 24,0 mL⁻¹, T-3= 19,2 mL⁻¹, T-4= 14,4 mL⁻¹ e na Testemunha(T-5) água. A utilização de silício não alteram o índice e densidade estomática de *Glycine Max*. Porém propiciou um aumento na espessura da folha principalmente na nervura mediana no tratamento 1 e 4. Nos tratamento com silício pode-se observar acúmulo de cristais de sílica nos tecidos foliares, próximos à nervura central.

Palavras-Chave: Soja; Controle alternativo; Anatomia vegetal; Silicato de potássio.

Abstract - In Brazilian soybean production, for high productivity are used genetically modified seeds and pesticides, which contaminate the environment. This study evaluated whether alternative control to the application of different dosages of silicon influences the morfoanatomy, index and stomatal density. The treatments consisted of silicon (Si) rock (Serpentinito) being T-1=1000 Kg ha⁻¹; T-2 = 500 Kg ha⁻¹; T-3- 250 Kg ha⁻¹; T-4= 125 Kg ha⁻¹ and T-5 =0 Kg ha⁻¹ (control). It was also held foliar fertilization with potassium silicate doses T-1= 28,8mL⁻¹, T-2= 24,0 mL⁻¹, T-3= 19,2 mL⁻¹, T-4= 14,4 mL⁻¹ and control (T-5) water. The use of silicon does not change the index and stomatal density of *Glycine max* however provided an increase in the thickness of the leaf midrib mainly in the treatment 1 and 4. In the silicon treatment can be observed accumulation of silica particles in leaf tissues near the midrib.

Keywords: Alternative control; plant anatomy; Potassium silicate; Soy.

INTRODUÇÃO

A sojicultura brasileira segundo os prospectos do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e Embrapa (Brasil Projeções do Agronegócio 2010-11 a 2020-21) poderá aumentar ainda mais a sua participação no mercado internacional,



I SEMINÁRIO DE BIODIVERSIDADE AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

Alta Floresta-MT, 23 e 24 de setembro de 2013

tendo em vista que entre os grandes produtores mundiais desta oleaginosa o Brasil é o único que tem áreas disponíveis para aumentar a produção. O Brasil deverá aumentar até 2021 cerca de 5,3 milhões de hectares na área plantada com soja. Isso ocorrerá principalmente mediante a conversão de pastagens degradadas em áreas agrícolas. De acordo com a CONAB na safra de 2010/11, a produtividade média da soja brasileira foi de 3047 kg/ha⁻¹, se destacando como a maior média mundial entre todos os países produtores. O controle alternativo de patógenos tem sido uma das prerrogativas para diminuir os impactos ambientais causados pelos métodos convencionais do cultivo da soja.

O silicato de potássio tem sido utilizado com o intuito de induzir maior resistência às plantas, propiciando melhor conformação estrutural, histológica e fisiológica, agindo como defesa natural contra o ataque de patógenos. Segundo Dayanandam et al. (1983) a deposição de sílica na parede das células torna as plantas mais resistentes à ação de fungos e insetos. O Si ocorre frequentemente na epiderme foliar junto às células-guarda dos estômatos e outras células epidérmicas. Esses depósitos promovem a redução na taxa de respiração.

Este trabalho teve como objetivo avaliar se o controle alternativo com a aplicação de diferentes dosagens de silício influencia na morfoanatomia, no índice e densidade estomática da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O material botânico utilizado nessa pesquisa foi coletado em um experimento conduzido no campo experimental da UNEMAT- *Campus* Universitário de Alta Floresta-MT, localizado na Avenida Perimetral Rogério Silva. Pela Classificação de Kopeen a região apresenta clima tropical chuvoso, com duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca. Apresenta precipitação anual podendo chegar a 2700 mm, com média de 2243 mm. Quanto à temperatura, a média anual é de 26°C, aproximadamente. O solo foi classificado como um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (LvAd) (MOREIRA e VASCONCELOS, 2007).

A área utilizada foi de 320 m². Foram utilizadas sementes de *Glycine max* cv Monsoy 9144 RR. A semeadura foi no dia 15/11/2012. Foram realizados cinco tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos constaram da aplicação de silício (Si) proveniente de rocha (Serpentinito) sendo T-1=1000 Kg ha⁻¹; T-2 = 500 Kg ha⁻¹; T-3- 250 Kg ha⁻¹; T-4= 125 Kg ha⁻¹ e T-5 =0 Kg ha⁻¹(Testemunha). Também foi realizada adubação foliar com silicato de potássio nas doses T-1= 28,8mL⁻¹, T-2= 24,0 mL⁻¹, T-3= 19,2 mL⁻¹, T-4= 14,4 mL⁻¹ e na Testemunha(T-5) foi aplicado somente água. Totalizando três aplicações nos meses de janeiro e fevereiro com intervalo de quinze dias. No dia 28 de fevereiro de 2013, ao final da tarde (<32 °C), as folhas completamente expandidas foram colhidas de plantas no estágio fenológico 8R, na altura do terço médio da planta, totalizando três folíolos de cada tratamento.

Em cada folíolo, foram realizados quatro cortes para análise estomática através da diafanização, onde seguiu-se a metodologia usual com modificações (KRAUS e ARDUIN, 1997). Foram fotografados 10 campos de cada folíolo, da parte abaxial e adaxial com objetiva de 20X de aumento obtidas por meio do capturador de imagens, acoplado ao fotomicroscópio Leica DMLB, com o auxílio do programa

Leica IM50 ®. Cortes transversais e longitudinais tangenciais de materiais fixados foram obtidos à mão livre com lâmina de barbear. As lâminas foram coradas com dupla coloração, azul de astra e fucsina básica (ROESER, 1962) e montadas em gelatina glicerizada. Foram fotomicrografados em objetiva de 20 e 40 x, com o auxílio do programa Leica IM50 ®.

As análises das imagens foram feitas por meio do programa Anati Quant 2® UFV. O cálculo do índice estomático foi feito de acordo com a fórmula de Cutter (1986): índice estomático (IE) = $[NE/(CE + NE)] \times 100$, em que NE é o número de estômatos e CE o número de células epidérmicas propriamente ditas.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A epiderme de *Glycine max* var Monsoy 9144 RR apresentam células de paredes sinuosas em ambas as faces (Fig.1a), são anfiestomáticas, com maior número de estômatos na face abaxial (Tabela 1). Os estômatos na maioria são paracíticos (Fig.1a), porém estômatos anisocíticos também estão presentes (Fig. 1a), fator não discorrido por outros autores consultados (LOURENÇO et al., 2011; MUSSURY et al., 2007). Estômatos geminados podem ser observados na face abaxial e adaxial (Fig. 1a e 1b).

Foram evidenciados tricomas tectores unisseriados (Fig.1b) e glandulares (Fig. 1d) nas duas faces epidérmicas, com maior densidade na face abaxial. Os tricomas são importantes mecanismos de defesa da planta, funcionando como uma barreira mecânica contra a infestação de patógenos (KUNWART et al., 1985).

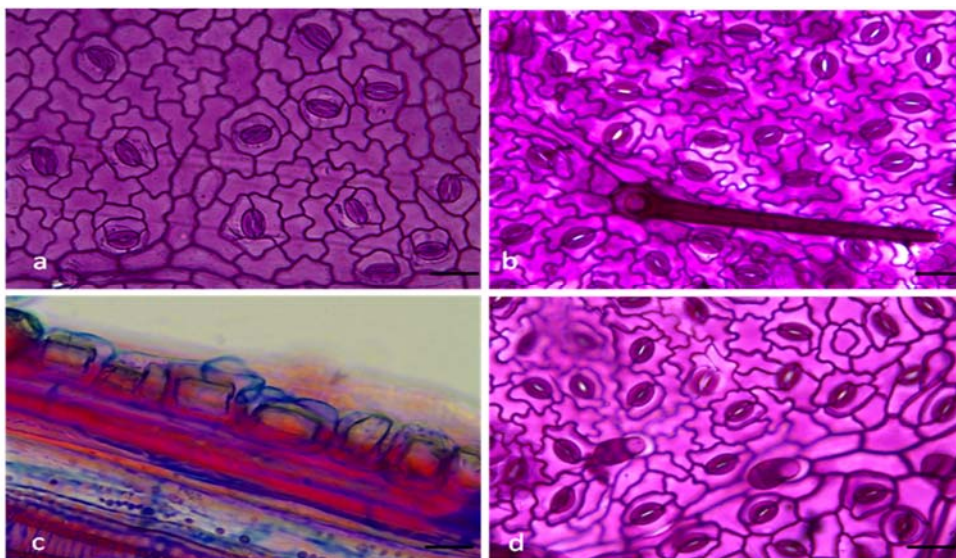


Figura 01a-d. Caracterização anatômica foliar de *Glycine max*. a. Face adaxial. b, d. Face abaxial. c. Cristais de sílica.d.Face abaxial tricomas glandulares.



I SEMINÁRIO DE BIODIVERSIDADE AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

Alta Floresta-MT, 23 e 24 de setembro de 2013

De acordo com Jiménez-Díaz (1996), observa-se que quando a planta hospedeira apresenta densa pilosidade, as hifas fúngicas permanecem na superfície da folha enoveladas nos tricomas, demonstrando uma relação entre a densidade de tricomas e a resistência à doença. A alta densidade de tricomas também pode interferir na permanência de água sobre a superfície da folha, dificultando a germinação dos esporos e multiplicação de bactérias (SILVA et al., 2005).

Conforme observado na figura 1c ocorre maior acúmulo de cristais de sílica no parênquima, próximo aos feixes vasculares nos tratamentos 1 e 4, porém houve acúmulo em menor quantidade nos tratamentos 2 (500kg Kg ha⁻¹) e 3 (250Kg Kg ha⁻¹), diferindo da testemunha que não apresenta cristais de sílica nos tecidos. O Si está envolvido ativamente no metabolismo e atividades fisiológicas das plantas, associado a sua principal característica, estrutural, por ser depositado nas paredes celulares, conferindo uma barreira física a ação de doenças e pragas e redução na transpiração nos tecidos foliares (MA e YAMAJI, 2008).

Tabela 01. Médias de Índice estomático e Densidade estomática da face adaxial e da face abaxial dos tratamentos de Soja:

Tratamentos	Índice estomático abaxial (%)	Índice estomático adaxial (%)	Densidade estomática abaxial (mm ²)	Densidade estomática adaxial (mm ²)
1	21,143 a	7,08 a	241,272 a	75 a
2	19,787 a	8,005 a	237,578 a	86,6 a
3	18,69 a	8,182 a	238,152 a	84,648 a
4	20,222 a	8,044 a	276,054 a	92,515 a
5	20,781 a	9,32 a	256,88 a	99,205 a
CV (%)	12,22	23,27	11,24	26,62

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

As análises quantitativas para densidade e índice estomáticos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos conforme demonstração na Tabela 01. O número de estômatos por área pode sofrer influência ambiental, sendo variável entre diferentes cultivares. Em um estudo realizado por Leal Costa et al. (2008), entre as cultivares foi registrado redução na densidade de estômatos na face adaxial a partir de baixos níveis de luz azul, aliados a altas irradiâncias, indicando diferentes vias regulatórias envolvidas na formação dos estômatos nas duas faces foliares. Outros autores já concluíram que modificações na quantidade e no tamanho dos estômatos são influenciadas pelo estado nutricional do vegetal (SANTANA et al., 2008), e quantidade de água disponível (KOLB et al., 1998; JUSTO et al., 2005).

A nervura central, em secção transversal para o tratamento 1 e 4 apresentam contorno côncavo, com células epidérmicas unisseriadas, cubóides e achatadas em ambas as faces (Fig.2a-e). Abaixo da epiderme, observam-se três camadas de colênquima lacunar (Fig. 2a-e) e apenas no tratamento 2 apresenta-se de forma lamelar (Fig.2b), apresentando células pequenas decorrente do espessamento das paredes. Mais internamente, quatro camadas de células parenquimáticas com heterogeneidade de tamanhos ocorrem junto ao feixe. O tecido vascular é formado

por um feixe vascular grande colateral (Fig.2a-e), algumas vezes subdividido em dois feixes menores (Fig.2d), circundados por fibras. Sempre ocorre um feixe vascular menor com um cordão de fibras voltado para a face adaxial.

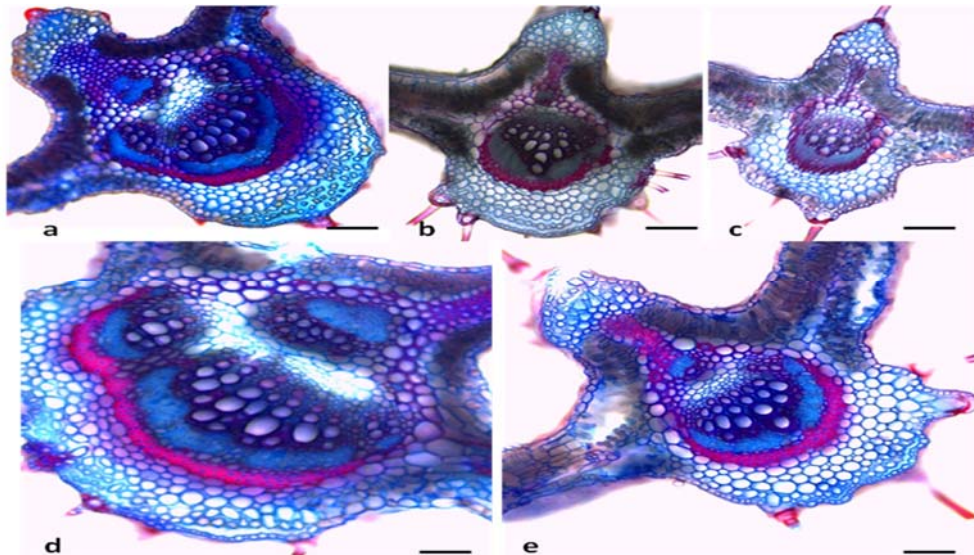


Figura 2a-e. Secção transversal da folha de *Glycine max*, com aplicação de diferentes doses de silício. Região da nervura mediana dos seguintes tratamentos: a. T-1; b. T-2; c. T-3, d. T-4; e. T-5.

Nos tratamentos 2 e 3 observa-se uma diminuição no número de camadas de células colenquimáticas de três para duas (Fig.2b e c). No tratamento 2 o tecido vascular apresenta-se subdividido em dois feixes vasculares colaterais com camadas de fibras descontínuas (Fig.2b). Já no tratamento 3 aparece somente um feixe vascular com calota de fibras contínuas (Fig.2c). Todos os tratamentos apresentam voltados para a face adaxial duas camadas de parênquima paliçádico (Fig.2a-e), sendo variável a altura das células. O tratamento 5 apresenta duas camadas de células colênquimáticas, quatro camadas de parênquima lacunoso tendo o tecido vascular somente um feixe colateral circundado por células parenquimáticas justapostas de tamanhos diferentes (Fig. 2e). Verifica-se que a aplicação de silício nas dosagens de $1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $125 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, não apresenta diferenciação, pois as mesmas dosagens propiciaram um aumento no número de camadas de células para os dois tratamentos quando comparados com a testemunha e aos demais tratamentos.

CONCLUSÕES

Diferentes aplicações de doses de silício não alteram o índice e densidade estomática de *Glycine max*. A adubação com silício propiciou um aumento na espessura da folha principalmente na nervura mediana no tratamento 1 e 4 com doses de $T-1=1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $T-4= 125 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e adubação foliar de silicato de potássio nas doses $T-1= 28,8\text{mL}^{-1}$, $T-4= 14,4 \text{ mL}^{-1}$, o que pode indicar plasticidade fenotípica. Nos tratamento com silício pode-se observar acúmulo de cristais de sílica nos tecidos foliares, próximos à nervura central.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2009/2010 a 2019/2020, Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília, p.76. 2010.
- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, Quarto levantamento, janeiro 2011 / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : **Conab**, 2011.
- DAYANANDAM, P.; KAUFMAN, P. B.; FRAKIN, C.I. Detection of sílica in plants. **American Journal of Botany**, v.70, p.1079-1084. 1983.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41. 2008.
- JIMÉNEZ-DIAZ, R.M. Interacciones planta-hongos: mecanismos de infección, patogénesis, y resistencia. In: LLÁCER, G.; LOPEZ, M.M.; TRAPERO, A.; BELLO, A. *Patologia Vegetal*. Valencia: **Phytoma**. p.739-769. 1996.
- JUSTO, C.F.; SOARES, A.M.; GAVILANES, M.I.; CASTRO, E.M. Plasticidade anatômica das folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). **Acta Botânica Brasília**, v.19, n.1, p.111-123. 2005.
- KRAUS, J.E. & ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro. Ed. Universidade Rural. p.107. 1997.
- KOLB, R.M. et al.; Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, n.3, p.305-312, 1998.
- KUNWART, I.J.; SINGH, T.; SINCLAIR, J.B. Histopathology of mixed infection by *Colletotrichum truncatum*, *Phomopsis* spp. And *Cercospora sojinia* in soybean seeds. **Phytopathology**, v.75, p.489-492. 1995.
- LEAL-COSTA, M.V.; ARAGÃO, F.J.L.; REINERT, F.; TAVARES, E.S. Anatomia foliar de plantas transgênicas e não transgênicas de *Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae). **Revista Biociências**, v.14. p.23-31, 2008.
- LOURENÇO, H.A.O; VASCONCELOS, F.S.C.; VASCONCELOS, J.M.; CAMPOS, H.D.; Anatomia Foliar de Diferentes Cultivares de soja e sua relação com incidência e severidade de doenças. **Global Science and Thecnology**, vol 4, n3, p-37-47, 2011.
- MA, J.F.; YAMAJI, N. Functions and transport of silicon in plants. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v.65, p.3049-3057. 2008.
- MOREIRA, M.L.C.; VASCONCELOS, T.N.N. Mato Grosso: solos e paisagens. Cuiabá/MT: Entrelinhas. 2007.
- MUSSURY, R.M.; BETONI, R.; SILVA, M.A.; DECIAN, V.S. QUINTÃO, S.P.; BARBOSA, E. LIMA.. Morfoanatomia de *Glycine Max* (L.) Merrill infectadas por *Phakopsora pachyrhise* H. Sydow & Sydow- **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v-5, Supl.1, p.459-461. 2007.
- ROESER, K.R. Die nadel der Schwarzkiefer-masenprodukt und Keinstwert der Natur. **Microkosmos**, v.61, p.33-36. 1962.
- SANTANA, J.R.F.; PAIVA, R.; RESENDE, R. K. S.; CASTRO, E.M.; PEREIRA, F.D.; OLIVEIRA, L. M.. Estímulo do comportamento fotoautotrófico durante o enraizamento *in vitro* de *Annona glabra* L. Aspectos da anatomia da folha antes da aclimatização. **Ciência agrotécnica**, v.32, n.2, p.640-4. 2008.



I SEMINÁRIO DE BIODIVERSIDADE AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

Alta Floresta-MT, 23 e 24 de setembro de 2013

SILVA, L.M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V.J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botânica Brasílica**, v.19, p.183-194. 2005.