

<https://eventos.utfpr.edu.br/sei/sei2018>

Efeito do uso de antioxidante em associação com fungicida nos componentes de rendimento e produtividade da soja

Effect of antioxidant use in association with fungicide on yield components and yield of soybean

Gelson Geraldo

dino140713@outlook.com
Bolsista da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná,
Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Eliane Poltronieri dos Santos

eliansantos@alunos.utfpr.edu.br
Bolsista da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná,
Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Carlos André Bahry

carlosandrebahry@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná,
Brasil

Anelise Tessari Perboni

aneliseperboni@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná,
Brasil

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito do ácido ascórbico, em aplicação conjunta com fungicida, nos componentes de rendimento e produtividade de cultivar de soja. O experimento foi conduzido na área experimental da UTFPR/Câmpus Dois Vizinhos, utilizando-se a cultivar NA 5909 RG, semeada no campo. Os tratamentos consistiram em quatro doses de ácido ascórbico (0, 200, 400, 600 mg L⁻¹), aplicadas em conjunto com fungicida trifloxistrobina + prothioconazol (0,4 L ha⁻¹) e o adjuvante éster metílico de óleo de soja (0,5 L ha⁻¹), ambos recomendados para o controle da ferrugem asiática da soja. A pulverização dos tratamentos foi realizada em dois momentos, no estágio R5.1 (grão perceptíveis ao tato a 10% de granação) e no estágio R5.4 (maioria das vagens com 50-75% de granação). No estágio de maturação para colheita, foram avaliados os componentes de rendimento (altura de planta, altura de inserção da primeira vagem na haste principal, número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem e massa de mil grãos) e a produtividade de grãos. A aplicação foliar de ácido ascórbico associada ao uso de fungicida, nas doses e condições testadas, promoveu aumento da massa de mil grãos e produtividade da soja. Por sua vez, a inserção da primeira vagem na haste principal, número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem não foram afetados pelas doses de ácido ascórbico.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*. Ácido ascórbico. Fitotoxicidade. Estresse abiótico.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the ascorbic effect, in a joint application with fungicide, on soybean yield and yield components. The experiment was conducted in the UTFPR/âmpus Dois Vizinhos experimental area, using a cultivar NA 5909 RG, sown in the field. The treatments consisted of four doses of ascorbic acid (0, 200, 400, 600 mg L⁻¹) applied together with fungicide trifloxystrobin + prothioconazole (0.4 L ha⁻¹) and soybean oil methyl ester adjuvant (0.5 L ha⁻¹), both recommended for the control of Asian soybean rust. The treatments were sprayed at two stages, at stage R5.1 (grain perceptible at 10% granulation) and at stage R5.4 (most pods with 50-75% granulation). In the maturation stage, the yield components (plant height, height of insertion of the first pod in the main stem, number of pods per plant, number of grains per plant, number of grains per pod and mass of one thousand grains) and grain yield were evaluated. The foliar application of ascorbic acid associated to the use of fungicide, in the doses and conditions tested, promoted an increase of a thousand grain mass and soybean yield. Insertion of the first pod on the main stem, number of pods per plant, number of grains per plant and number of grains per pod were not affected by doses of ascorbic acid.

KEYWORDS: *Glycine max*. Ascorbic acid. Phytotoxicity. Abiotic Stress

Recebido: 31 ago. 2018

Aprovado: 12 set. 2018

Direito autorial:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine Max* L. (Merrill)) é o principal grão produzido no Brasil e o produto mais expressivo no que diz respeito às exportações, assumindo um papel de grande relevância econômica no cenário agrícola nacional e mundial. Contudo, a produtividade da cultura pode ser limitada por uma série de fatores abióticos e bióticos, como as doenças foliares ocasionadas por microrganismos. A ferrugem asiática é, atualmente, a principal doença foliar que tem preocupado os produtores de soja de todas as regiões do país (NASCIMENTO et al., 2018).

Causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, a ferrugem asiática se dissemina rapidamente nas lavouras e pode causar amarelecimento e queda prematura de folhas, prejudicando a plena formação dos grãos (SOARES et al., 2004). A aplicação de fungicidas é a prática predominante para o controle da doença, sendo indispensável, inclusive, em lavouras estabelecidas com sementes de cultivares resistentes ou tolerantes ao fungo. Segundo a EMBRAPA (2011), misturas comerciais de triazóis com estrobilurinas são muito eficientes no controle da ferrugem e amplamente utilizadas. Além disso, as carboxamidas também vêm ganhando espaço, contribuindo para maior diversidade de grupos químicos empregados contra a doença.

Embora o controle químico seja indispensável para a manutenção da sanidade das plantas de soja, vem sendo observado ao longo das safras, que alguns fungicidas registrados para a cultura e empregados no controle da ferrugem asiática têm ocasionado fitotoxicidade nos tecidos foliares (GASSEN, 2014). Segundo Forcelini et al. (2014), algumas condições climáticas podem acentuar os sintomas de toxicidade dos fungicidas, como temperaturas elevadas e déficit hídrico.

Condições de estresses em vegetais induzem o acúmulo de espécies reativas de oxigênio. Dessa forma, ocorrem incrementos na presença de superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), oxigênio singlete (1O_2) e hidroxila (OH^\cdot), que são responsáveis por promover oxidação de lipídeos, desnaturação de biomoléculas, diminuição da fotossíntese e morte celular (APEL; HIRT, 2004).

As plantas possuem um sistema de defesa antioxidante formado por componentes enzimáticos e não-enzimáticos, que permitem a detoxificação das espécies reativas de oxigênio. Dentre os componentes não enzimáticos, o ácido ascórbico é um dos principais agentes antioxidantes. Esta vitamina pode reagir diretamente com os radicais OH^\cdot , O_2^- e 1O_2 , atuar na redução de H_2O_2 em água via reação catalisada pela enzima ascorbato peroxidase e regenerar α -tocoferol, reduzindo sua forma oxidada (SMIRNOFF, 2000; FOYER; NOCTOR, 2011).

Com base no exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do ácido ascórbico, em aplicação conjunta com fungicida, nos componentes de rendimento e produtividade de cultivar de soja.

MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, na safra 2017/2018. O mesmo foi conduzido seguindo delineamento de blocos ao acaso, com cinco

repetições. Foi utilizada a cultivar NA 5909 RG (grupo de maturação de 6.2) de hábito de crescimento indeterminado e arquitetura favorável ao controle de doenças. Antes da semeadura, as sementes foram inoculadas com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum* (100 mL 50 Kg⁻¹ de sementes), a fim de estimular a fixação biológica de nitrogênio.

Na semeadura, foram dispostas 14,5 sementes por metro linear, com espaçamento de 0,45 cm entre linhas. O manejo e controle de plantas daninhas foi realizado com o princípio ativo glifosato, na dose de 3 L ha⁻¹, com aplicação tratorizada aos 20 dias após a semeadura.

Durante o ciclo de cultivo, o manejo e controle de insetos ocorreram por meio de monitoramento constante, sendo realizada uma aplicação de inseticida à base de cipermetrina (200 mL ha⁻¹) na fase vegetativa, para controle de vaquinha (*Diabrotica speciosa*). Para o controle de lagartas e percevejos foram utilizados os inseticidas beta-ciflutrina 12,5 g L⁻¹ + 100 g L⁻¹ imidacloprido (1000 mL ha⁻¹), beta-ciflutrina 50 g L⁻¹ (60 mL ha⁻¹) e espiromesifeno 240 g L⁻¹ (600 mL ha⁻¹), em três aplicações espaçadas em 15 dias, após o florescimento.

Os tratamentos consistiram em quatro doses de ácido ascórbico (0, 200, 400, 600 mg L⁻¹) aplicadas em conjunto com fungicida trifloxistrobina 150 g L⁻¹ + proclonazol 175 g L⁻¹ (0,4 L ha⁻¹) e o adjuvante éster metílico de óleo de soja (0,5 L ha⁻¹), recomendados para o controle da ferrugem asiática da soja.

A aplicação dos tratamentos foi realizada com um pulverizador costal em dois momentos, no estágio R5.1 (grão perceptíveis ao tato a 10% de granação) e no estágio R5.4 (maioria das vagens com 50-75% de granação).

Ao final do experimento, a colheita das plantas de cada parcela foi realizada de forma manual, sendo a área útil da parcela formada por dois metros lineares das três linhas centrais (área útil 2,70 m²), descartando-se as linhas de bordadura de cada lado, além de meio metro do início e fim de cada linha central, considerados também comobordadura.

No momento da colheita foram coletadas cinco plantas de cada tratamento, aleatoriamente, as quais foram levadas ao Laboratório de Culturas Anuais para avaliação dos componentes de rendimento: altura de planta, altura de inserção da primeira vagem na haste principal, número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem e massa de mil grãos. Os números de vagens e grãos foram obtidos por contagem direta e as medidas de altura foram feitas com auxílio de régua milimétrica.

Da área útil, procedeu-se a trilha mecanizada de cada parcela. Após esta etapa, foi realizada a limpeza dos grãos por meio de peneiras, retirando-se impurezas. Na sequência, foi feita a pesagem dos grãos em balança digital, determinação de umidade com medidor eletrônico e correção da umidade para 12%, extrapolando-se para kg ha⁻¹ para obtenção da produtividade. Adicionalmente, foi aferida a massa de mil grãos, utilizando-se oito repetições de 100 grãos, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, após verificada significância para os tratamentos, foram submetidos à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar, por meio da análise de variância apresentada na tabela 1, que a inserção da primeira vagem na haste principal, o número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem não foram afetados pelas doses de ácido ascórbico. Os valores médios obtidos para estas variáveis foram 16,32 cm de inserção da primeira vagem na haste principal, 32,03 vagens por planta, 63,23 grãos por planta e 2,01 grãos por vagem.

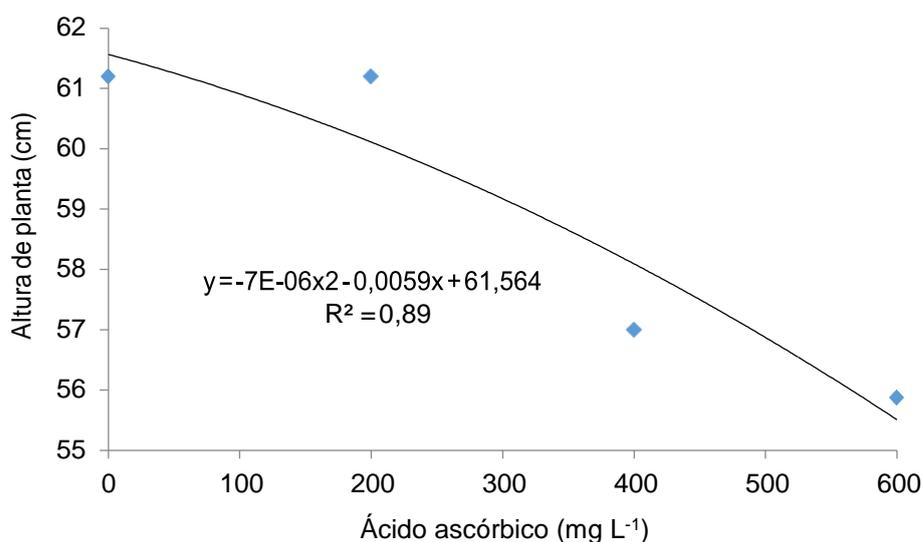
Tabela 1 - Resumo da análise de variância da altura de planta (AP), inserção da primeira vagem (IV), número de vagens (NV), número de grãos (NG) e grãos por vagem (GV) de plantas de soja da cultivar NA 5909 RG, tratadas com ácido ascórbico.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio				
		AP (cm)	IV (cm)	NV	NG	GV
Tratamentos	3	40,0350**	13,6483 ^{ns}	154,3084 ^{ns}	374,1914 ^{ns}	0,3393 ^{ns}
Resíduo	16	7,1550	4,6721	63,8727	239,2775	0,1531
CV (%)		4,56	12,58	25,10	24,95	19,28

GL - Graus de liberdade; CV - coeficiente de variação; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); ^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$). Fonte: Autoria própria (2018).

Para a variável altura de planta foi observada significância estatística em função dos tratamentos (Tabela 1). A variação desta característica em resposta às doses de ácido ascórbico é apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Altura de plantas de soja da cultivar NA 5909 RG, tratadas com ácido ascórbico no estágio reprodutivo.



Fonte: Autoria própria (2018).

É possível visualizar que a altura das plantas de soja foi reduzida nas doses de 400 e 600 mg L⁻¹ de ácido ascórbico, não ocorrendo alteração da mesma quando utilizou-se 200 mg L⁻¹ ha em comparação com a ausência da vitamina.

Dessa forma, pode-se inferir que a pulverização de ácido ascórbico não foi efetiva para estimular o crescimento frente ao estresse ocasionado nos tecidos foliares pelo fungicida. Em estudo realizado por Khan et al. (2006) em trigo, foi observado que a pulverização de ácido ascórbico (50 a 100 mg L⁻¹) não foi capaz de aumentar o acúmulo de biomassa da parte aérea e raízes de plantas submetidas a estresse salino, em comparação testemunha.

Quanto as variáveis massa de mil grãos e produtividade (tabela 2), verificou-se que houve significância estatística em relação ao efeito dos tratamentos.

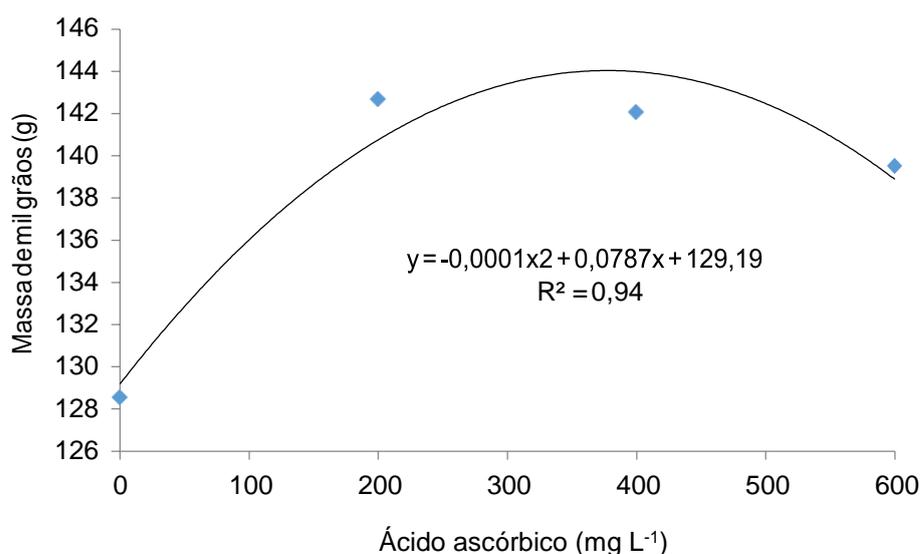
Tabela 2 - Resumo da análise de variância da massa de mil grãos e produtividade de plantas de soja da cultivar NA 5909 RG, tratadas com ácido ascórbico.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio	
		Massa de mil grãos (g)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
Tratamentos	3	245,1782**	562469,7933**
Resíduo	16	34,2592	32922,2495
CV (%)		4,24	9,11

GL - Graus de liberdade; CV - coeficiente de variação; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01). Fonte: Autoria própria (2018).

Todas as doses de ácido ascórbico utilizadas resultaram no aumento na massa de mil grãos, destacando-se a dose de 200 mg L⁻¹, que promoveu o maior incremento (Figura 2).

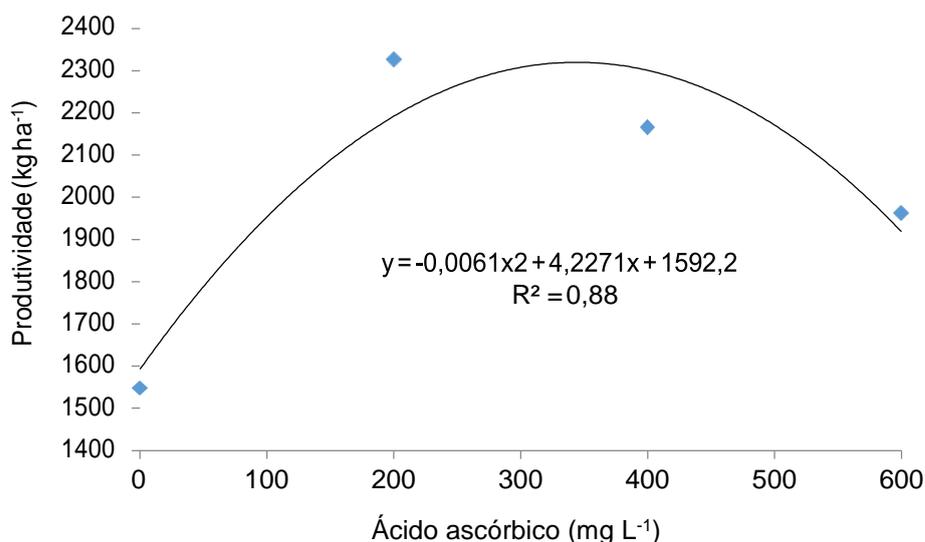
Figura 2 - Massa de mil grãos de plantas de soja da cultivar NA 5909 RG, tratadas com ácido ascórbico no estágio reprodutivo.



Fonte: autoria própria (2018)

Já, para a produtividade, observou-se comportamento semelhante ao ocorrido na massa de mil grãos, sendo que o tratamento correspondente a dose de 200 mg L⁻¹ resultou no maior valor desta variável, 2.326,34 Kg de grãos ha⁻¹ (Figura 3).

Figura 3 - Produtividade de grãos de plantas de soja da cultivar NA 5909 RG, tratadas com ácido ascórbico no estágio reprodutivo.



Fonte: Autoria própria (2018).

Por ser prontamente absorvido após a aplicação exógena nas folhas e mover-se no interior da planta, o ácido ascórbico tem sido empregado em diversos estudos para reduzir os efeitos negativos de estresse abióticos em vegetais. Em trabalho realizado com trigo por Hafez e Gharib (2016), foi observado que os efeitos adversos do estresse por falta de água nos componentes de rendimento, estado hídrico das folhas, teor de clorofila e absorção de nitrogênio foram substancialmente reduzidos com a pulverização de ácido ascórbico.

Por sua vez, Kamal et al. (2007) verificaram que a aplicação foliar de 40 mg L⁻¹ reduziu as lesões ocasionadas por estresse por calor em plantas de algodão. Além disso, a pulverização incrementou alguns componentes de rendimento, como o número e massa de capulhos por planta, e a produtividade de sementes, em comparação as plantas que não foram tratadas com a vitamina.

Dessa forma, verifica-se que uma série de respostas bioquímicas e fisiológicas têm sido vinculadas à pulverização de ácido ascórbico em culturas de importância agrícola, sendo necessário realizar maior investigação quanto aos mecanismos específicos que podem estar ligados aos resultados positivos na produção de grãos de soja, encontrados no presente estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação foliar de ácido ascórbico associada ao uso de fungicida, nas doses e condições testadas, promoveu aumento da massa de mil grãos e produtividade da soja. A inserção da primeira vagem na haste principal, número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem não foram afetados pelas doses de ácido ascórbico.

Mais estudos precisam ser realizados para identificar os processos bioquímicos e fisiológicos estimulados pelo ácido ascórbico em plantas de soja. Além disso, pretende-se conduzir novamente o experimento para visualização dos resultados em outra safra produtiva, com condições ambientais contrastantes às da safra 2017/2018.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por disponibilizar os recursos necessários para implantação e condução do experimento, bem como, pela concessão de bolsas de estudos aos alunos Gelson Geraldo e Eliane Poltronieri dos Santos

REFERÊNCIAS

APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual Review of Plant Biology**, v. 55, p. 373-379, 2004.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério de Saúde, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Doenças e medidas de controle**. In: Tecnologias de produção de soja-região central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa soja, 2011. 261 p.

FOYER, C.H.; NOCTOR, G. Ascorbate and glutathione: The heart of the redox hub. **Plant Physiology**, v. 155, p. 2-18, 2011.

FORCELINI, C. A.; ZUCHELLI, E.; FERRI, G.; MAUREN, L.; ZANON, R.; RIZZARDI, M. **Fitotoxicidade de fungicida em plantas**. Revista Plantio Direto, edição 139, jan/fev 2014.

GASEN, D. N. Cooperativa dos agricultores do plantio direto. **Folha carijó e a fitotoxicidade de fungicidas em soja**. Informativo 095, p. 1-2, 2014. Disponível em:
<<http://www.setapulverizacao.com.br/artigos/folhacarijofitotoxicidadefungicidassoja.ppd>>. Acessado em: 19 de junho de 2017.

HAFEZ, E.M.; GHARIB, H.S. Effect of exogenous application of ascorbic acid on physiological and biochemical characteristics of wheat under water stress. **International Journal of Plant Production**, v. 10, n. 4, p. 579-596, 2016.

KAMAL, M. A.; SALEEM, M. F.; WAHID, M. A.; SHAKEEL, A. Effects of ascorbic acid on membrane stability and yield of heatstressed bt cotton. **The Journal of Animal & Plant Science**, v. 27, n. 1, p. 192-199, 2017.

KHAN, A.; MUHAMMAD, S. A. A.; HABIB-URREHMAN, A.; MUHAMMAD, A. Interactive effect of foliarly applied ascorbic acid and salt stress on wheat (*Triticum aestivum* L.) at the seedling stage. **Pakistan Journal of Botany**, v. 38, n. 5, p. 1407-1414, 2006.

NASCIMENTO, J. K.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; OLIVEIRA, J. L.; LABORDE, M. C.; PONTIM, B. C. A.; MENDES, M. P. Manejo da ferrugem asiática da soja com aplicações de fungicidas iniciadas na detecção do patógeno ou posteriores. **Revista Agrarian**, v. 11, n. 39, p. 42-49, 2018.

SMIRNOFF, N. Ascorbic acid: metabolism and functions of a multifaceted molecule. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 3, p. 229-235, 2000.

SOARES, R. M.; RUBIN, S. A. L.; WIELEWICKI, A. P.; OZELAME, J. G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.