

SILÍCIO COMO INDUTOR DE RESISTÊNCIA À *BREMIA LACTUCAE* NA CULTURA DA ALFACE

Rita de Cassia Alves¹
Maria Fernanda dos Santos Zucco²
Mirela Vantini Checchio³
Priscila Lupino Gratão⁴

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa*) é uma planta herbácea, pertencente à família Asteraceae, originária de clima temperado. A planta cresce em forma de roseta podendo ser cultivada em condições a campo ou em solução nutritiva (hidropônia). Apresenta-se como a hortaliça folhosa mais importante no mundo, sendo consumida principalmente, *in natura* na forma de saladas (Sala e Costa, 2012), sendo rica, principalmente, em vitaminas A e C, e minerais como o ferro e o fósforo (Filgueira, 2000).

Sabe-se que existe uma grande diversidade de cultivares de alface. As cultivares do grupo Lisa foram as mais cultivadas até a década de 1990. Após uma mudança na preferência do mercado consumidor as cultivares pertencentes ao grupo Crespa passaram a ser produzidas em larga escala correspondendo ao principal segmento de alface cultivado no Brasil (Ferreira, 2016).

As cultivares de alface, em geral, desenvolvem-se bem em temperaturas amenas, entre 18 a 25°C, e clima temperado. Temperaturas mais elevadas estimulam o pendoamento (Ryder, 1999). No entanto, as estações mais propícias ao desenvolvimento da cultura, são as mesmas em que a cultura pode ser afetada por doenças fúngicas. As doenças causadas por fungos, que atingem a região foliar desta cultura podem afetar drasticamente. O míldio, causado pelo oomiceto *Bremia lactucae*, está entre as principais ameaças a essa cultura, podendo causar perdas superiores a 80% na produção (Töfoli et al., 2014).

Buscando a redução da severidade da doença, na tentativa de conciliar menores danos para o ambiente e segurança para o consumidor, tem-se utilizado indutores de resistência que

¹ Pesquisadora Bolsista do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) - PB, rita.alves@insa.gov.br;

² Graduada pelo Curso de Biologia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal - SP, mafezucco@gmail.com;

³ Mestranda do Curso de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal - SP, mirelavantini2@hotmail.com;

⁴ Professor orientador: Doutora, Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal - SP, pl.gratão@unesp.com.br

envolvem a ativação de mecanismos de defesa existentes nas plantas. O silício (Si) que, além de ser associado a diversos efeitos benéficos como, o baixo coeficiente de transpiração, com melhor aproveitamento da água; o maior teor de clorofila e a maior rigidez estrutural dos tecidos, tem se mostrado importante na ativação de mecanismos de defesa existentes nas plantas (Lima et al., 2011).

Diante do exposto o trabalho teve como objetivo analisar o efeito do Si como indutor de resistência a *Bremia lactucae* em plântulas de alface avaliando a incidência da doença e respostas fisiológicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP-Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal – SP. Sementes da cultivar Solaris do tipo crespa foram utilizadas para o desenvolvimento do trabalho. Esta cultivar apresenta suscetibilidade a todas as raças de míldio identificadas até o momento, o que a caracteriza como a cultivar recomendada para avaliar a provável indução de resistência através do Si.

A caracterização das respostas fisiológicas na cultura da alface foi realizada em plântulas submetidas à inoculação da raça de míldio SPBI:01, a de maior ocorrência no estado de São Paulo. Os tratamentos foram formados pela combinação de um inóculo (suspensão de esporos à concentração de 5×10^4 esporos ml^{-1}), e uma concentração de silicato de cálcio (CaSiO_3) (100 $\mu\text{mol/L}$). O experimento foi realizado, utilizando o delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 5 repetições para cada tratamento, sendo uma repetição composta por 50 plântulas. Os tratamentos foram divididos em: Controle, Inoculado e Inoculado + Si.

Sementes da cultivar Solaris foram esterilizadas em solução de hipoclorito de sódio (5%), enxaguadas três vezes e após o pré-tratamento das sementes com as concentrações de Si (0 e 100 $\mu\text{mol/L}$) durante 1 hora foram colocadas para germinar em caixa acrílica transparente do tipo gerbox (11 x 11 x 4 cm), sendo cada repetição representadas por 50 sementes da cultivar Solaris sobre uma folha de papel germitest (10,5 x 10,5 cm) umedecida com 10 mL de água deionizada. As caixas gerbox foram dispostas em germinador de ambiente controlado, com uma temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h/12 h antes.

Após 15 dias da germinação, foi realizada a inoculação dos esporângios nas plântulas mediante borrifamento de suspensão de esporos de SPBI:01, à concentração de 5×10^4 esporos ml^{-1} até o ponto de escorrimento, conforme metodologia de Van-Ettekoven e Van-Der-Arend

(1999). Feito isso se esperou mais 10 dias para que fosse feita a análise de incidência e porcentagem de incidência da doença nas plântulas, sendo este o período que leva ao início da esporulação. Foram realizadas análises fisiológicas de crescimento e pigmentos fotossintéticos.

As plântulas foram avaliadas individualmente, realizando a contagem diária de plântulas com incidência da doença durante 6 dias. Este total de dias foram estabelecidos de acordo com o grau de severidade da doença do tratamento apenas inoculado. Após isso foi feita a porcentagem de incidência da doença para assim ter-se um comparativo entre os tratamentos.

Para realização da quantificação dos teores de clorofilas e carotenóides, foram pesados 0,025 g das folhas e mensurados seguindo metodologia de Lichtenthaler (1987).

Para o crescimento de plântulas a avaliação ocorreu aos 31 dias após germinação, utilizando-se uma amostra representativa de 10 plântulas de cada repetição, mantidas em estufa por 72 h a 70 °C, sendo o crescimento determinado através da massa seca total pesando-se em balança analítica com precisão de 0,0001 g e resultados expressos em g plântula⁻¹.

A análise de variância pelo teste F foi realizada e as variáveis que apresentarem resposta significativa aos tratamentos foram analisadas estatisticamente por meio por meio de teste de média Tukey ao nível de significância de 5%, pelo programa computacional SISVAR 5.3 (Ferreira, 2011).

DESENVOLVIMENTO

Os danos causados por raças de míldio em alface é um problema sério, pois o seu controle torna-se cada vez mais difícil diante do amplo número de raças que podem se manifestar, o que conduz a necessidade de manejos diferenciados, principalmente estratégias que venham a apresentar baixo custo. O manejo mais adotado pelos produtores é o uso de produtos fitossanitários que apresentam uma série de inconvenientes, como custos elevados, baixa eficiência e elevada pressão de seleção sobre o patógeno, propiciando o surgimento de raças resistentes aos fungicidas e resíduos dos mesmos na cultura.

Devido a esta problemática, a busca por estratégias de manejo diferenciadas que venha a controlar esta doença, torna-se de fundamental importância. Segundo a literatura disponível, o uso de indutores de resistência envolve a ativação de mecanismos de defesa existentes nas plantas como resposta aos diversos estresses bióticos e abióticos, o que funciona como uma estratégia de controle para esta doença.

De acordo com Sivanesan et al. (2013), o Si pode restabelecer a atividade do aparelho fotossintético através da redução das ERO e ativação do sistema de defesa antioxidante. Além

disso, por se tratar de uma doença que ocorre através da penetração dos zoósporos nas células da epiderme, o silício pode atuar como barreira mecânica, já que o mesmo tem como característica, a formação de uma dupla camada de sílica abaixo da epiderme. No entanto a falta de informações na literatura do uso do Si como tecnologia para a resistência do míldio na alface ainda é algo escasso, havendo a necessidade de estudos voltados para esta temática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos resultados, a incidência da doença ocorreu de forma mais severa nas plântulas onde não teve pré-tratamento das sementes com Si (100 μmol). No primeiro dia após a esporulação, plântulas do tratamento inoculado, já apresentavam 42% de incidência da doença, sendo que no tratamento inoculado + Si apenas 10% de incidência estava sendo observada nas plântulas. Ainda pôde-se observar que no quinto dia após a esporulação, plântulas do tratamento inoculado apresentaram 100% de incidência da doença nas plântulas, enquanto as plântulas correspondentes ao tratamento inoculado + Si apresentaram 72% de incidência da doença nas plântulas.

Para os resultados de clorofila total e carotenóides, um efeito significativo foi observado para o pré-tratamento das sementes Si (100 μmol). Quando se comparou os tratamentos o teor de clorofila total foi reduzido nas plântulas inoculadas e inoculadas + Si em comparação com o tratamento controle. No entanto, no tratamento (inoculado + Si), o teor de clorofila total foi maior que o observado no tratamento apenas inoculado, apresentando um aumento de 37,98%. Já para a o teor de carotenóides, ambos os tratamentos (inoculado, inoculado + Si) não tiveram diferenças significativas.

Para o crescimento de plântulas, foi observado o efeito significativo do pré-tratamento das sementes com Si (100 μmol). Plântulas do tratamento inoculado + Si apresentaram crescimento semelhante ao controle (0,011 g planta⁻¹), sendo que as plântulas do tratamento apenas inoculado apresentaram crescimento reduzido com relação ao controle e ao tratamento inoculado + Si (0,080 g planta⁻¹).

A incidência da doença uma vez manifestada pode levar a redução de mais de 80% da produção e ocorre em qualquer fase da cultura, sendo altamente limitante para o cultivo da alface (Töfoli et al., 2014). De acordo com os resultados observados, o pré-tratamento das sementes com Si reduziu a incidência da doença, ao qual pode estar relacionado a silicificação nas células da epiderme da planta, gerando maior rigidez nos tecidos e atuando como barreira física contra a penetração de hifas (Silva e Bohnen, 2001).

A maior incidência da doença provoca redução nos pigmentos fotossintéticos que pode estar relacionada aos danos causados pelo estresse no aparato fotossintético, alterando a biossíntese das clorofilas que são responsáveis pela conversão de radiação luminosa em energia química e dos carotenóides, pigmentos acessórios que atuam na proteção da clorofila (Silva et al., 2018). No entanto, o pré-tratamento das sementes com Si mostrou ser benéfico, pois aumentou os teores de clorofila total que pode estar relacionado ao processo de silicificação o que torna as folhas mais eretas, beneficiando a incidência de luz, maior absorção de CO₂ e redução nas taxas de transpiração, com consequente aumento da taxa fotossintética (Savant et al., 1997). Assim, a redução das taxas fotossintéticas pode refletir diretamente na redução de crescimento das plantas (Ashraf e Harris, 2013), sendo portanto, essencial que as plantas apresentem rendimentos fotossintéticos favoráveis desde a fase inicial do seu crescimento.

Diante dos nossos resultados, o pré-tratamento das sementes com Si manteve o crescimento das plântulas, mesmo com a incidência da doença. O Si pode estar envolvido no acúmulo de fitomassa em plantas, devido as alterações estruturais, o que possibilita a melhor captação de energia solar e crescimento normal (Epstein e Bloom, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do pré-tratamento com silício conferiu resistência para a raça de míldio SPBI:01 na cultura da alface, por meio da redução da incidência da doença e manutenção do crescimento das plântulas.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*; controle de doenças; míldio.

REFERÊNCIAS

- ASHRAF, MHPJC; HARRIS, P. J. C. Photosynthesis under stressful environments: an overview. *Photosynthetica*, v. 51, p. 163-190, 2013.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas**. 2ª Ed. Londrina, Planta, 2006. 403p.
- FERREIRA, R. L. C. **Biofortificação e toxicidade de selênio na cultura da alface em solução nutritiva**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, São Paulo, 37 p, 2016.

- FILGUEIRA, F. A. R. **Asteráceas – alface e outras hortaliças herbáceas**. In: Filgueira, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, v.1, p.289-295, 2000.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids; pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology** v.148, p. 350-382, 1987.
- LIMA, M. A.; CASTRO, V. F.; VIDAL, J. B.; FILHO J. E. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 398-403, 2011.
- RYDER, E. J. **Lettuce, endive e chicory**. Cambridge: University Press, v. 36, 208 p, 1999.
- Sala, F. C.; Costa, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 187-194, 2012.
- SAVANT, N. K.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, v. 58, p. 151-199, 1997.
- SILVA, L. S.; BOHNEN, H. Rendimento e acúmulo de nutrientes pelo arroz em solução nutritiva com e sem a adição de silício. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 771-777, 2001.
- SILVA, M. I. L.; NASCIMENTO, W. G.; RODRIGUES, C. R., SILVA, M. A. V.; SOARES, G. S. C. Silicon as an attenuator of salt stress in *Brachiaria brizantha* 'MG5'. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, p. 130-140, 2018.
- SIVANESAN, I.; SON, M. S.; LIM, C. S.; JEONG, B. R. Effect of soaking of seeds in potassium silicate and uniconazole on germination and seedling growth of tomato cultivars, Seogeon and Seokwang. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 6743-6749, 2013.
- TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.; FERRARI, J. T. Míldio e mofo branco da alface: doenças típicas de inverno. São Paulo: Divulgação técnica. **Biológico**, v. 76, p. 19-24, 2014.
- VAN-ETTEKOVEN, K; VAN-DER-AREND, A. **Identification and denomination of "new" races of *Bremialactuae***. **Proceedings of Eucarpia Meeting on Leafy Vegetables Genetics and Breeding**. Olomuc: Czech Republic, p. 105-107, 1999.