

AÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS SOBRE A FISIOLOGIA E A ANATOMIA DE OLERÍCOLAS PRODUZIDAS NO LESTE E AGRESTE ALAGOANOS

Data de aceite: 02/05/2023

Eduarda Mendes de Almeida,

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação
Análise de Sistemas Ambientais, Cesmac;

Jairo Lizandro Schmitt,

Professor permanente do Programa de
Pós-Graduação Análise de Sistemas
Ambientais, Cesmac.

Paulo Rogério Barbosa de Miranda,

Professor permanente do Programa de
Pós-Graduação Análise de Sistemas
Ambientais, Cesmac.

Jessé Marques da Silva Júnior Pavão,

Professor permanente do Programa de
Pós-Graduação Análise de Sistemas
Ambientais, Cesmac.

RESUMO: A aplicação excessiva de agrotóxicos tem causado alterações no meio ambiente. As plantas, por serem organismos fixos, adaptam-se ao ambiente, gerando mudanças anatômicas e fisiológicas nem sempre positivas. Este estudo avaliou os efeitos dos agrotóxicos na fisiologia e anatomia de hortaliças cultivadas, comparando os sistemas convencional e orgânico. A produção em sistema orgânico apresentou melhores resultados em

todas as análises, e muitos produtores do sistema convencional utilizam produtos inadequados para as culturas, causando estresse e intoxicação nas plantas. O cultivo orgânico mostrou-se tão produtivo quanto o convencional, além de trazer benefícios ecológicos, na qualidade do alimento e na saúde do agricultor e consumidor.

PALAVRAS-CHAVE: Agrotóxicos. APL. Cultivo orgânico.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande consumidor de agrotóxicos devido a práticas de plantio de monoculturas em latifúndios, o país adotou métodos de aplicação que aumentam a dispersão, causando impactos ambientais e para a saúde. Mais de 80% dos agricultores brasileiros usam agrotóxicos para combater pragas e doenças e aumentar a produtividade (PEDLOWSKI et al., 2012; FERREIRA, 2017; FRIEDRICH et al., 2018).

No entanto, os resíduos de agrotóxicos no solo podem resultar em sintomas de intoxicação nas plantas e alterações celulares. Por isso, a análise

micromorfológica, micromorfométrica e morfoanatômica é uma ferramenta essencial para avaliar danos causados por fatores bióticos e abióticos (FERREIRA, 2017). O uso de agrotóxicos também pode limitar o crescimento vegetal e, conseqüentemente, a produtividade de culturas. Contudo, em resposta a essas alterações, há a produção de radicais livres e a síntese de agentes antioxidantes, como a catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD) e peroxidase (POD), que ajudam a eliminar os radicais livres (NUNES; VIANA; NETO, 2015; KOKSAL et al., 2018).

O acúmulo de prolina nas folhas também é observado em resposta ao estresse extrínseco, causado pela aplicação de inseticidas (YILDIZTEKIN et al., 2019). É importante considerar os impactos ambientais e de saúde ao utilizar agrotóxicos, bem como avaliar os danos causados às plantas e à vida selvagem.

Esta pesquisa ressalta a importância da análise anatômica e dos parâmetros bioquímicos para avaliar a influência dos agrotóxicos nas plantas e sua produtividade.

Avaliar a ação dos agrotóxicos na fisiologia, anatomia e bioquímica de plantas produzidas no Arranjo Produtivo Local (horticultura) na região de Arapiraca-AL, comparando os sistemas convencional e orgânico.

METODOLOGIA

As coletas das amostras foram efetuadas no APL Horticultura e subdivididas em duas áreas: Mesorregião do Agreste Alagoano – sistema convencional, com uso de agrotóxicos – Pé-Leve (Arapiraca), Limoeiro de Anadia e São Sebastião; e cultivo orgânico, na Mesorregião do Leste Alagoano: Sítio Flexeiras, Santana do Mundaú e Branquinha.

As análises das amostras vegetais foram realizadas no Laboratório Multidisciplinar de Pesquisa Científica, localizado no *Campus I*, Prof. Eduardo Almeida, e no Laboratório de Anatomia e Fisiologia Vegetal ambos pertencentes ao Centro Universitário Cesmac.

Para comparação entre as hortaliças cultivadas no sistema convencional e orgânico, quanto às análises anatômicas e fisiológicas, foram selecionadas duas áreas: Limoeiro de Anadia (cultivo convencional) e Sítio Flexeiras (cultivo orgânico).

Procedimentos

Análise da fitotoxicidade em vegetais

A fitotoxicidade foi avaliada aos 7, 14, 21 e 28 dias depois da aplicação do agrotóxico, analisada via escala do *European Weed Research Council* (EWRC), que varia de 1 a 9 (CAMARGO, 1972). A nota foi baseada usando grau de coloração das folhas (1 para verde e 9 para amarelas) comparado à testemunha nota 1. Peso seco das plantas analisado em estufa a 70 °C.

Trocas gasosas, crescimento e análise do índice de área foliar (IAF)

Trocas gasosas das hortaliças foram medidas com um Analisador de Gás por Radiação Infravermelha (IRGA (BRITO et al., 2012). As medidas foram realizadas no período das 7 às 9 horas da manhã, em todas as plantas, numa folha madura e completamente expandida, usando-se fonte de luz artificial com intensidade de $1.200 \text{ MJ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e CO_2 obtido da atmosfera a uma altura de 2,5 m. O IAF foi calculado usando um método não destrutivo (SCHONS et al., 2009).

Amostras e análise da atividade enzimática das hortaliças

As amostras de folhas foram coletadas em campo, cerca de 1 g de cada cultura de dez plantas diferentes, totalizando 10 g por espécie. As amostras foram imediatamente paralisadas em nitrogênio líquido para análises enzimáticas do sistema antioxidante.

A atividade da Prolina (**E.C.** 5.1.1.4) foi avaliada conforme proposto por Bates, Waldren e Teare (1973), com modificações. A atividade da SOD (**E.C.** 5.1.1.4) foi avaliada pela sua capacidade de inibir a fotorredução do azul de nitrotetrazólio (NBT), conforme proposto por Giannopolitis e Ries (1977), com modificações. A atividade da enzima CAT (**E.C.** 1.11.1.6) foi avaliada segundo Havir e Mchale (1987), com modificações. A atividade da enzima POD (**E.C.** 1.11.1.7) foi avaliada segundo Nakano & Asada (1981), com modificações.

Anatomia das hortaliças

Amostras da lâmina e do pecíolo de folhas foram coletadas e fixadas em F.A.A._{70%}. As amostras foram incluídas em metacrilato e seções transversais e longitudinais foram obtidas em micrótomo. As seções foram coradas com azul de toluidina 0,5% em tampão fosfato 0,1M, (JOHANSEN, 1940; O'BRIEN & MCCULLY, 1981).

Análises estatísticas

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e teste de Scott-Knott para comparação de médias, ambos com $p < 0,05$. Além disso, foi realizado o teste F ($p < 0,05$) utilizando o programa Sisvar (FERREIRA, 2019). Todos os dados brutos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo que o valor de “p” foi maior que o nível de significância

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fitotoxicidade nos cultivos de hortaliças convencionais e orgânicos

Nas áreas de cultivo convencional, a escala de notas EWRC apresentou valores elevados (nota 7), Figura 1, em comparação ao cultivo orgânico (nota 1), Figura 2, evidenciando a presença de danos significativos. A fitotoxicidade foi observada mesmo quando o agrotóxico era aplicado de acordo com as recomendações da bula. A clorose

causada pelo herbicida reduz a fotossíntese em cerca de 70%, levando à diminuição do crescimento e, por fim, da produtividade.

Figura 1. Plantas das hortícolas cultivadas nas regiões de Arapiraca (Limoeiro de Anadia, São Sebastião e Pé-Leve). Cultivo convencional em que se utilizam agrotóxicos (herbicidas, fungicidas, acaricidas e nematocidas). A: planta de alface cultivada em São Sebastião com a aplicação de Cyprtrin®. B: Plantas de pimenta cultivadas na região de Pé-Leve e submetidas à aplicação de Confidor®, Ampligo®, Nativo®, Amistar® e Orthene®. C: Folhas de goiabeira cultivadas na região de Limoeiro de Anadia, submetida à aplicação de Gramoxone®.

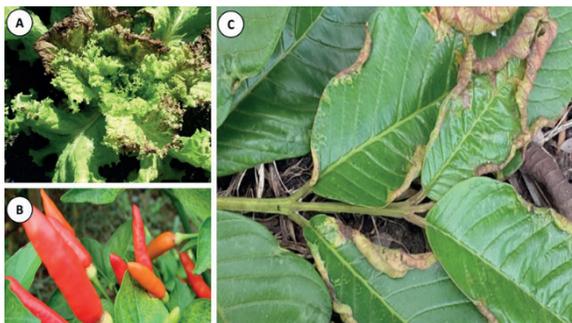


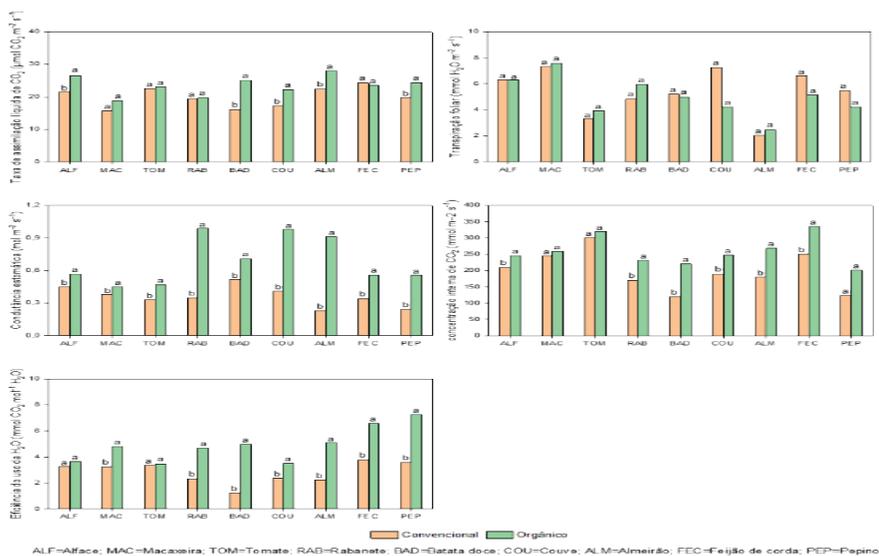
Figura 2. Plantas cultivadas de forma orgânica na região de Arapiraca (Sítio Flexeirias). A: Plantas de cebolinha exibindo crescimento e coloração normais. B: Planta de couve-manteiga com excelente crescimento e coloração das folhas natural. C: Planta de alface em excelente estado fitossanitário e nutricional.



Crescimento e trocas gasosas comparando cultivos de hortaliças convencionais e orgânicos

O sistema orgânico apresentou melhores resultados nas variáveis analisadas, incluindo a taxa fotossintética, que foi mais eficiente no sistema orgânico em comparação com o convencional. A maior concentração interna de CO_2 foi encontrada nas hortaliças cultivadas em sistema orgânico, o que é importante para a produtividade das plantas. Concentrações mais altas de CO_2 sustentam taxas fotossintéticas elevadas (Figura 3).

Figura 3. Taxa de assimilação líquida CO₂, transpiração foliar, condutância estomática, concentração interna de CO₂ e eficiência do uso da água em função dos sistemas de produção de hortaliças (convencional e orgânico) aos quarenta dias após a aplicação dos agrotóxicos (herbicidas, fungicidas e inseticidas) e aplicações com extratos de plantas. Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada espécie, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knot.



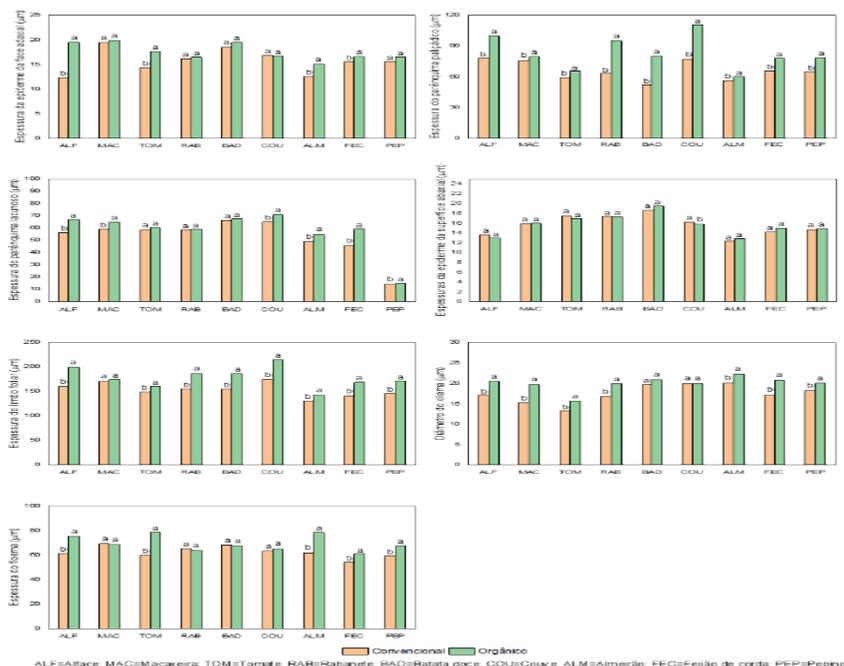
Análise do sistema antioxidante de diferentes hortaliças

Analisando o sistema enzimático das diferentes hortaliças cultivadas nos dois sistemas (orgânico e convencional), observou-se que as hortaliças no sistema convencional se apresentaram com sinais de estresse em todas as enzimas analisadas, uma vez que, mostraram valores mais elevados que no sistema orgânico.

Análise anatômica de folha de diferentes hortaliças cultivadas em dois sistemas (orgânico e convencional)

No cultivo orgânico, as hortaliças apresentam menos estresse que afeta o metabolismo fotossintético, resultando em taxas de fotossíntese e crescimento relativo superiores às do cultivo convencional (TUFFI SANTOS et al., 2005; TUFFI SANTOS et al., 2009). É possível observar as diferenças teciduais na Figura 4.

Figura 4. Análise anatômica dos tecidos de diferentes hortaliças produzidas em função dos sistemas de produção convencional e orgânico, aos quarenta dias após a aplicação dos agrotóxicos (herbicidas, fungicidas e inseticidas) e aplicações com extratos de plantas. Medidas dos tecidos em μm (micrômetro). Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada espécie, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



CONCLUSÕES

A produtividade agrícola é frequentemente justificada como razão para o aumento do uso de agrotóxicos, mas a qualidade dos produtos e a saúde e segurança na prática agrícola são sacrificadas. O uso inadequado de agrotóxicos, doses excessivas e combinação indiscriminada em culturas não recomendadas são fatores que afetam negativamente o meio ambiente e a saúde humana. O sistema de produção orgânica apresentou melhores resultados em todos os aspectos analisados, mesmo quando os agrotóxicos foram aplicados corretamente no cultivo convencional. As plantas no cultivo orgânico estão menos sujeitas a estresses e o cultivo demonstrou uma produtividade semelhante ou superior ao convencional, garantindo a qualidade do alimento e a saúde do agricultor e do consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, n. 1, p. 205-207, 1973.

BRITO, M.E.B. et al.. Comportamento fisiológico de combinações copa/portaenxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 857-865, 2012.

CAMARGO, P. N. **Controle químico de plantas daninhas**. 4.ed. Piracicaba: ESALQ, 421p. 1972.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: **A computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Date accessed: 10 feb. 2020. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

FERREIRA, M. G. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em solo contaminado com auxinas sintéticas**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2017.

FRIEDRICH, K. et al. AGROTÓXICOS : mais venenos em tempos de retrocessos de direitos. **OKARA: Geografia em debate**, v. 12, n. 2, p. 326-347, 2018.

HAVIR, E. A.; MCHALE, N. A. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. **Plant physiology**, v. 84, n. 2, p. 450-455, 1987.

JOHANSEN, D. **Plant microtechnique**. New York. McGraw-Hill, 1940

KOKSAL, Z. et al. Inhibitory effects of selected pesticides on peroxidases purified by affinity chromatography. **International Journal of Food Properties**, p. 1-29, 2018.

NAKANO, Y. ASADA, K. Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts. **Plant and Cell Physiology**. V.22, n. 5, p.867-880. 1981.

NUNES, R. C. A.; VIANA, R. S.; NETO, N. B. M. Atividade enzimática da superóxido dismutase em resposta aos fitorreguladores em *Gerbera jamensonii*. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 83-89, 2015.

O'BRIEN, T. P.; MCCULLY, M. E. The study of plant structure: principles and selected methods. *Thermacarphi*, 1981.

PEDLOWSKI, M. A. et al. Modes of pesticides utilization by Brazilian smallholders and their implications for human health and the environment. **Crop Protection**, v. 31, n. 1, p. 113-118, 2012.

SCHONS, A. et al. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, v. 68, p. 155-167, 2009.

TUFFI SANTOS, et al. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.

TUFFI SANTOS, et al. Micromorfologia foliar na análise da fitotoxidez. **Planta daninha**. v. 27, n. 4. Viçosa, 2009.

YILDIZTEKIN, M. et al. Investigations on the effects of commonly used pesticides on tomato plant growth. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 28, n. 1, p. 376-382, 2019.