



Ozônio reduz resíduos de fungicidas em uvas Cabernet Franc

Giovani Furini | giovani.furini@ifsc.edu.br¹
Fernanda Vieira Muniz | fernandavieiramuniz7@gmail.com²
Juliana Reinehr | julireinehr@gmail.com³
Renato Zanella | renato.zanella@ufsm.br⁴
Osmar Damian Prestes | osmar.prestes@ufsm.br⁴
Rogerio de Oliveira Anese | rogerio.anese@ifsc.edu.br⁵

Edital 05/2025/URP Programa de Apoio À Pesquisa Do Câmpus Urupema
Trabalho de Pesquisa

DT 4 - Inovação Tecnológica, Processos Produtivos e Futuro das Tecnologias

Resumo:

A aplicação de fungicidas na viticultura, bem como a presença de seus resíduos, constitui uma preocupação relevante. Nesse contexto, o ozônio tem se destacado por sua capacidade de degradar esses compostos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de ozônio e formas de aplicação na degradação dos fungicidas azoxistrobina e piraclostrobina em uvas da cultivar Cabernet Franc. Os tratamentos consistiram em: T1 - Testemunha (Sem aplicação de ozônio); T2 - Aplicação de ozônio fumigados na concentração de 15 mg L⁻¹ por 5 minutos; T3 - Aplicação de ozônio fumigados na concentração de 30 mg L⁻¹ por 5 minutos; T4 - Imersão em água destilada; T5 - Imersão em água ozonizada a 3 mg L⁻¹ por 15 minutos. As análises foram realizadas por meio do método QuEChERS combinado com a análise por cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massa em série (LC-MS/MS). O Ozônio gasoso na concentração de 30 mg L⁻¹ reduziu mais de 35% os resíduos de azoxistrobina e 47% de piraclostrobina em uvas cultivar Cabernet Franc.

Palavras-chave: pesticidas; doenças fúngicas; vinificação; fermentação; cromatografia

Introdução

A viticultura enfrenta grandes desafios relacionados à ocorrência de doenças fúngicas, o que demanda consideráveis quantidades de fungicidas ao longo de todo o ciclo vegetativo da videira. Apesar de ser um processo essencial para uma boa produção, pode

¹Técnico de laboratório área Viticultura e Enologia do IFSC Urupema e Doutorando em Produção Vegetal da UDESC.

²Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia do IFSC Urupema.

³Doutoranda em Produção Vegetal da UDESC

⁴Professor Lab. Análises de resíduos de Pesticidas (LARP)- UFSM

⁵Professor e Coordenador do CST em Viticultura e Enologia do IFSC Urupema

resultar na presença de resíduos nos cachos, trazendo riscos à saúde dos consumidores e possíveis interferências no processo fermentativo de uvas destinadas à vinificação.

As doenças que causam podridões de cachos exigem aplicações de fungicidas no período de maturação das uvas. Em alguns anos, devido a condições climáticas desfavoráveis, pode haver necessidade de colheitas precoces, favorecendo a presença elevada de resíduos. Diante desse problema, torna-se necessária a busca por alternativas para reduzir esses resíduos. O ozônio se destaca como uma tecnologia eficiente, de baixo custo e segura, com potencial para aplicação pós-colheita.

Assim, o estudo tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de ozônio e formas de aplicação na degradação dos fungicidas azoxistrobina e piraclostrobina em uvas da cultivar Cabernet Franc.

De forma complementar busca-se integrar ensino, pesquisa e extensão. Os discentes do curso de Viticultura e Enologia compreendem a importância do controle das doenças da videira, bem como os fatores que influenciam a condução da fermentação alcoólica. Assim, desenvolvem uma visão abrangente que contempla desde o manejo no campo até o processamento das uvas na vinícola. Paralelamente, a participação em pesquisas voltadas à solução de problemas contribui para o avanço da viticultura nacional, por meio da divulgação de resultados, além de estimular o desenvolvimento de uma postura crítica entre os estudantes.

Fundamentação teórica

O ozônio tem sido amplamente estudado e aplicado em diferentes áreas, sendo considerado uma tecnologia ecologicamente sustentável e economicamente viável (Cavalcante; Lima, 2023). O'Donnell *et al.*, (2012) destacam que o ozônio é uma ferramenta eficiente de desinfecção, promovendo a inativação de microrganismos patogênicos e deteriorantes, o que contribui para a extensão da vida útil dos produtos frescos. Além disso, o tratamento com ozônio permite a degradação de resíduos de pesticidas e outros compostos químicos, aumentando a segurança alimentar (Antos *et al.*, 2018).

Pelo alto efeito oxidativo o ozônio também tem demonstrado potencial para degradar resíduos de fungicidas em frutas. Alguns estudos na Europa reportam que a aplicação de água ozonizada no vinhedo é uma tecnologia promissora para reduzir o uso de produtos

químicos (Modesti *et al.*, 2019). Entretanto, pouco se conhece a respeito de fatores como dose, número de aplicações e efeitos tanto positivos quanto negativos na videira, na uva e no vinho, sobretudo em cultivos no Brasil. Em videira ‘Bobal’ o O₃ afetou a qualidade da uva, entretanto o efeito depende do número de aplicações (Campayo *et al.*, 2019). Campayo *et al.*, (2020) encontraram no vinho aumento no teor de compostos fenólicos em um ano e redução no teor de antocianinas e precursores de aroma em outro. O ozônio pode ser usado com os objetivos de controle de doenças e aumento da qualidade da uva (Campayo *et al.*, 2020). Em experimentos de vinificação com adição de fungicidas e leveduras *Saccharomyces cerevisiae* obtiveram um aumento de acetato de etila e acetato de isoamila o que provocou uma diminuição na qualidade sensorial do vinho (Garcia *et al.*, 2004).

Procedimentos metodológicos

O experimento foi conduzido em vinhedo comercial com idade de 3 anos, localizado no município de Lages-SC, conduzido em sistema espaldeira. Foram utilizados dois fungicidas com indicações para controle de podridões de cachos na uva com princípios ativos: Piraclostrobina e Azoxistrobina.

A pulverização foi realizada em toda a copa vegetativa da planta, seguindo a recomendação de doses das bulas dos produtos. Após três dias da aplicação, as uvas foram colhidas e os tratamentos aplicados foram: T1 - Testemunha (Sem aplicação de ozônio); T2 - Aplicação de ozônio fumigados na concentração de 15 mg L⁻¹ por 5 minutos; T3 - Aplicação de ozônio fumigados na concentração de 30 mg L⁻¹ por 5 minutos; T4 - Imersão em água destilada por 15 minutos; T5 - Imersão em água ozonizada a 3 mg L⁻¹ por 15 minutos.

Após os tratamentos, as amostras foram congeladas e analisadas para determinar o grau de degradação dos fungicidas pelo ozônio. As análises foram realizadas pelo laboratório de análises de pesticida da Universidade Federal de Santa Maria – Larp / UFSM por meio do empregando do método QuEChERS modificado, combinado com a análise por cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massa em série (LC-MS/MS), seguindo metodologia já descrita para cada tipo de princípio ativo. Os dados, foram analisados

quanto a análise de variância e teste de comparação de médias (Tukey - 5% de probabilidade de erro), usando o programa Sisvar.

Resultados e discussões

O ozônio mostrou-se promissor na redução de resíduos de fungicidas utilizados na cultura da videira. Observou-se que a fumigação de uvas Cabernet Franc, em pós-colheita, com 30 mg L⁻¹ de ozônio por 5 minutos, proporcionou redução significativa de 35 % e 47 % dos princípios ativos azoxistrobina e piraclostrobina, respectivamente (Tabela 1).

Estudos conduzidos por Li *et al.*, (2024) e Medina *et al.*, (2025), envolvendo aplicações de ozônio para a degradação de resíduos de pesticidas, também evidenciam o potencial dessa tecnologia para esse fim.

Os tratamentos com água destilada e água ozonizada também resultaram em redução significativa dos princípios ativos. Entretanto, cabe destacar que uvas destinadas à vinificação não devem ser molhadas após a colheita, o que inviabiliza a aplicação desses tratamentos.

Tabela 1 – Resíduos de fungicidas em uvas Cabernet Franc submetidas a aplicação de ozônio (O₃).

Tratamento	Princípio ativo (mg/kg)			
	Azoxistrobina		Piraclostrobina	
T1 - Testemunha	0,1020	a	0,0450	a
T2 - Fumigação: 15 mg L ⁻¹ O ₃	0,0980	a	0,0415	a
T3 - Fumigação: 30 mg L ⁻¹ O ₃	0,0655	b	0,0235	b
T4 - Água destilada / 15 min	0,0565	b	0,0245	b
T5 - Água ozonizada 3 mg L ⁻¹ O ₃ / 15 min	0,0710	ab	0,0255	b
<i>p-valor</i>	0,0074		0,0016	
CV	10,1		9,06	

Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.
Fonte: Elaborada pelos autores

Considerações finais

O ozônio demonstra ser uma opção tecnológica eficiente para degradar resíduos de fungicidas na uva. Novos estudos devem ser conduzidos para investigar seu impacto na qualidade da fruta para processamento.

Referência ao fomento recebido

Edital 05/2025/URP Programa de Apoio À Pesquisa Do Câmpus Urupema

Referências

ANTOS, Piotr; PIECHOWICZ, Bartosz; GORZELANY, Józef; MATŁOK, Natalia; MIGUT, Dagmara; JÓZEFCZYK, Radosław; BALAJEJDER, Maciej. (2018). Efeito do ozônio na qualidade da fruta e na degradação de resíduos de fungicidas em maçãs durante o armazenamento refrigerado. **Ozone: Science & Engineering** , 40 (6), 482–486. <https://doi.org/10.1080/01919512.2018.1471389>

CAMPAYO Ana; CEBRIÁN-TARANCÓN Cristina; GARCÍA-MARTÍNEZ Maria Mercedes; SALINAS Maria Rosário; ALONSO Gonzalo L.; SERRANO DE LA HOZ Kortes; Estudos preliminares sobre a aplicação baseada em endoterapia de água ozonizada em videiras de Bobal: efeito na qualidade do vinho. **Moléculas**. 12 de agosto de 2022; 27(16):5155. DOI: 10.3390/molecules27165155. PMID: 36014392; PMCID: PMC9412851.

CAVALCANTE, Maria Leidiane; LIMA, Jorgiane Da Silva Severino. A utilização do ozônio como sanitizante na indústria de alimentos: uma revisão narrativa. **Nutrivisa Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 10, n. 1, p. e12097-e12097, 2023.

GARCIA, Maria Angeles; OLIVA, José; BARBA, Álbero; CAMARA, Miguel Ángel; PARDO, Francisco; DIAZ-PLAZA, Eva Maria. Effect of fungicide residues on the aromatic composition of white wine inoculated with three *Saccharomyces cerevisiae* strains. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 52, n. 5, p. 1241-1247, 2004

LI, Xiaohan; LIU, Chengcheng; LIU, Fengmao; ZHANG, Xianzhao; CHEN, Xuehui; PENG, Qingrong; WU Ge; ZHAOB, Zhanping. (2024). Substantial removal of four pesticide residues in three fruits with ozone microbubbles. **Food Chemistry**, 441, 138293.



MEDINA, Maria Belén; ROMERO BERNAL, Angela Rocio; POK, Paula Sol; WILLIMAN, Celia; RESNIK, Silvia Liliana; MUNITZ, Martín Sebastián (2025). Comparison of pesticide reduction in grape juice using ozone and UV-C light treatments. **Journal of Food Science and Technology**, 62(11), 2109-2119.