



**Politécnico
de Viseu**

**Escola Superior
Agrária de Viseu**

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOFARMACÊUTICOS COM DRONE, NUMA VINHA TRADICIONAL DO
DOURO VINHATEIRO**

José Fernando Gomes Pereira

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Orientador: Professor Doutor Hélder Viana

Coorientador: Engenheiro António Pinto

Dissertação Final

Mestrado em Engenharia Agrónómica

Viseu, 2026



**Politécnico
de Viseu**

Escola Superior
Agrária de Viseu

**AValiação da aplicação de produtos fitofarmacêuticos com drone, numa vinha tradicional do
Douro Vinhateiro**

José Fernando Gomes Pereira

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Orientador: Professor Doutor Hélder Viana

Coorientador: Engenheiro António Pinto

Dissertação Final

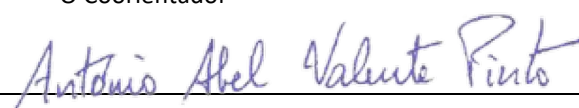
Mestrado em Engenharia Agronómica

Viseu, 2026

O Orientador

Prof. Doutor Hélder Viana

O Coorientador



Eng.º António Pinto

“As doutrinas expressas são da exclusiva responsabilidade do autor”

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Hélder Viana, meu orientador, expresso o meu profundo agradecimento pelo acompanhamento permanente, disponibilidade, orientação científica e incentivo ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho.

Um agradecimento muito especial ao Eng.º António Pinto, da ADVID, meu coorientador, pela total disponibilidade demonstrada desde o primeiro momento. A sua reconhecida competência técnica, aliada a um profundo conhecimento teórico e prático da viticultura, constituiu um contributo inestimável para a realização deste trabalho. Acompanhou presencialmente todos os ensaios realizados, colaborando ativamente na recolha e avaliação dos dados, nomeadamente através da observação da incidência de míldio e oídio nas folhas e nos cachos. O seu rigor técnico, experiência de campo e permanente disponibilidade foram fundamentais para garantir a qualidade dos dados obtidos e para sustentar cientificamente os resultados apresentados nesta investigação.

Um agradecimento muito especial à Eng.ª Susana Ribeiro, da BASF, cujo contributo foi determinante para a concretização deste estudo. A sua vasta experiência na condução de ensaios com produtos fitofarmacêuticos, o apoio técnico prestado na área dos tratamentos fitossanitários, o valioso contributo no tratamento e análise estatística dos dados, bem como a permanente disponibilidade demonstrada desde o início do projeto, foram fundamentais para o desenvolvimento e a qualidade científica deste trabalho.

Agradeço igualmente aos técnicos especialistas da VISUDRONES — Rafael, Ricardo, Nelson, Gilberto e Licínio — pela competência demonstrada na operação dos drones e pela colaboração prestada durante a realização dos diversos ensaios de campo.

Ao Eng.º Álvaro Martinho, da Real Companhia Velha, manifesto o meu sincero reconhecimento e agradecimento pela disponibilização da parcela experimental na Quinta das Carvalhas, no Pinhão, tornando possível a realização deste estudo.

Expresso igualmente o meu agradecimento aos colaboradores Sr. António e Sr. Arcindo, pela disponibilidade, dedicação e vasta experiência demonstradas na execução dos ensaios de pulverização manual. Os seus conhecimentos práticos e o seu empenho foram imprescindíveis para a correta realização dos ensaios, constituindo um contributo essencial para a concretização deste trabalho.

À BASF e à SELECTIS, agradeço a cedência dos produtos fitofarmacêuticos utilizados na realização dos ensaios experimentais.

Por fim, mas em primeiro lugar pela relevância do seu contributo, expresso um agradecimento muito especial à Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV), em particular à Eng.ª Bárbara Oliveira e aos restantes técnicos envolvidos, pela autorização concedida para a realização deste estudo, bem como pela disponibilidade e acompanhamento técnico prestados ao longo do seu desenvolvimento, nomeadamente através da visita técnica realizada durante os ensaios.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a concretização deste trabalho, deixo o meu mais profundo reconhecimento e gratidão.

Declaração sobre a utilização de inteligência artificial

Na preparação da presente dissertação foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial generativa exclusivamente como apoio à revisão linguística e estilística do texto e à edição gráfica de algumas figuras. Estas ferramentas não foram utilizadas na produção dos resultados científicos, na análise dos dados, na interpretação dos resultados nem na formulação das conclusões, sendo todo o conteúdo revisto e validado pelo autor, que assume integral responsabilidade pelo trabalho apresentado.

RESUMO

A aplicação de produtos fitofarmacêuticos com drones representa uma tecnologia emergente com elevado potencial para a viticultura de montanha, particularmente em vinhas tradicionais do Douro, onde a mecanização é limitada pelo relevo e a pulverização manual continua a ser a prática dominante. Contudo, a utilização desta tecnologia em Portugal permanece condicionada pelo atual enquadramento legal, tornando necessária a produção de evidência científica sobre a sua eficácia, segurança e viabilidade operacional.

O presente trabalho teve como objetivo comparar a aplicação de fungicidas por drone e por pulverização manual no controlo do míldio (*Plasmopara viticola*) e do oídio (*Erysiphe necator*) numa vinha tradicional da Região Demarcada do Douro. O ensaio foi conduzido durante o ciclo vegetativo 2025, em conformidade com as orientações da norma EPPO PP 1/152 (4) – Design and analysis of efficacy evaluation trials (EPPO, 2012) e das normas específicas para a avaliação da eficácia de fungicidas no controlo do míldio e do oídio da videira (EPPO, 2021a, 2021b). O delineamento experimental compreendeu parcelas tratadas por aplicação com drone, parcelas tratadas por pulverização manual e parcelas testemunha não tratadas. Foram avaliadas a eficácia fitossanitária dos tratamentos, a qualidade da deposição da calda, o potencial de deriva, o tempo de execução das aplicações e os custos operacionais associados a cada método de aplicação.

Os resultados demonstraram que os tratamentos realizados por drone e por pulverização manual apresentaram eficácia equivalente no controlo do míldio e do oídio, não se verificando diferenças estatisticamente significativas entre ambas as modalidades, enquanto as parcelas testemunha evidenciaram níveis significativamente superiores de infeção. A avaliação da deposição da calda confirmou uma cobertura adequada da vegetação em ambos os métodos, e a análise da deriva indicou reduzido risco de dispersão quando respeitados os parâmetros de calibração e as condições meteorológicas recomendadas. Não foram observados sintomas de fitotoxicidade em nenhuma das modalidades de aplicação.

Do ponto de vista operacional, a aplicação por drone permitiu tratar aproximadamente 1 ha/h, enquanto a pulverização manual exigiu, em média, 6,5 h/ha, representando um aumento muito significativo da produtividade. Em termos económicos, o custo da prestação de serviços com drone variou entre 45 e 190 €/ha, dependendo da dimensão da parcela e das condições operacionais, enquanto a pulverização manual apresentou um custo médio estimado de 62,5 €/ha.

Concluiu-se que a aplicação de produtos fitofarmacêuticos por drone constitui uma alternativa tecnicamente viável para a proteção fitossanitária da vinha, em particular nas vinhas tradicionais do Douro, assegurando níveis de eficácia equivalentes aos da pulverização manual e proporcionando vantagens significativas ao nível da rapidez de execução, da redução da penosidade do trabalho e da diminuição da exposição dos operadores aos produtos fitofarmacêuticos. Os resultados obtidos contribuem para o conhecimento científico nesta área e fornecem informação relevante para futuras avaliações do enquadramento regulamentar da utilização de drones na aplicação de produtos fitofarmacêuticos em Portugal.

PALAVRAS-CHAVE: UAV, produtos Fitofarmacêuticos, Pulverização, Míldio, Oídio, Douro

ABSTRACT

The application of plant protection products with drones represents an emerging technology with high potential for mountain viticulture, particularly in traditional Douro vineyards, where mechanization is limited by the terrain and manual spraying remains the dominant practice. However, the use of this technology in Portugal remains conditioned by the current legal framework, making it necessary to produce scientific evidence on its effectiveness, safety and operational feasibility.

This study aimed to compare the application of fungicides by drone and by manual spraying in the control of downy mildew (*Plasmopara viticola*) and powdery mildew (*Erysiphe necator*) in a traditional vineyard in the Douro Demarcated Region. The trial was conducted during the 2025 growing season, in accordance with the guidelines of EPPO PP 1/152 (4) – Design and analysis of efficacy evaluation trials (EPPO, 2012) and the specific standards for evaluating the efficacy of fungicides in controlling downy mildew and powdery mildew in grapevines (EPPO, 2021a, 2021b). The experimental design comprised plots treated by drone application, plots treated by manual spraying and untreated control plots. The phytosanitary efficacy of the treatments, the quality of spray deposition, the drift potential, the application time and the operational costs associated with each application method were evaluated.

The results demonstrated that treatments performed by drone and manual spraying showed equivalent efficacy in controlling downy mildew and powdery mildew, with no statistically significant differences between the two methods, while the control plots showed significantly higher levels of infection. The evaluation of spray deposition confirmed adequate vegetation coverage in both methods, and the drift analysis indicated a reduced risk of dispersion when calibration parameters and recommended meteorological conditions were respected. No symptoms of phytotoxicity were observed in either application method.

From an operational point of view, drone application allowed for the treatment of approximately 1 ha/h, while manual spraying required an average of 6.5 h/ha, representing a very significant increase in productivity. In economic terms, the cost of drone services ranged from €45 to €190/ha, depending on the size of the plot and operational conditions, while manual spraying had an estimated average cost of €62.5/ha.

It was concluded that the application of plant protection products by drone constitutes a technically viable alternative for the phytosanitary protection of vineyards, particularly in the traditional vineyards of the Douro, ensuring levels of effectiveness equivalent to those of manual spraying and providing significant advantages in terms of speed of execution, reduction of labor arduousness and reduction of operator exposure to plant protection products. The results obtained contribute to scientific knowledge in this area and provide relevant information for future assessments of the regulatory framework for the use of drones in the application of plant protection products in Portugal.

KEYWORDS: UAV, Plant protection products, Spraying, Downy mildew, Powdery mildew, Vineyard

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	IV
RESUMO	VI
ABSTRACT	VIII
ÍNDICE GERAL	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABELAS	XIV
1. INTRODUÇÃO	16
2. PROTEÇÃO FITOSSANITÁRIA	19
2.1. Proteção e produção integrada.....	19
3. As doenças da videira: oídio e míldio	21
3.1. Oídio da Videira	21
3.1.1. Epidemiologia e sintomatologia do oídio.....	22
3.1.2. Estratégias de proteção contra o oídio	24
3.2. Míldio da Videira	24
3.2.1. Epidemiologia e sintomatologia do míldio.....	25
3.2.2. Estratégias de proteção contra o míldio	26
4. AERONAVES TRIPULADAS REMOTAMENTE (DRONE) UTILIZADAS EM VITICULTURA.....	28
4.1. Classificação dos drones.....	28
4.1.1. Classificação dos drones quanto ao tipo de asa.....	28
4.1.2. Classificação de drones quanto à massa máxima à descolagem (MTOM).....	29
4.2. O potencial tecnológico e económico dos drones aplicadores	29
4.3. Enquadramento Legal do Uso de Drones na UE e em Portugal	29
4.3.1. O Quadro Regulamentar Europeu e as Categorias de Risco	30
4.3.2. Pilotagem de Drones Aplicadores: Requisitos da ANAC.....	31
4.3.3. Restrições para a aplicação de produtos fitofarmacêuticos com drone em Portugal ...	31
4.3.4. Aplicação por drone de nutrientes e outros usos	32
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
5.1. Localização do ensaio	33
5.2. Delineamento experimental.....	34
5.3. Metodologia de aplicação dos fungicidas	36
5.3.1. Preparação prévia às pulverizações	36
5.3.2. Seleção dos fungicidas utilizados	42
5.3.3. Equipamentos de Proteção Individual (EPI) / segurança	44
5.3.4. Características do drone usado na aplicação de fungicidas.....	46
5.3.5. Características e operação do Pulverizador manual	47
5.3.6. Manutenção e limpeza do equipamentos de aplicação.....	49

5.4. Metodologia para a avaliação da qualidade da pulverização na videira	49
5.5. Metodologia para a avaliação da Deriva da pulverização	51
5.6. Metodologia para a avaliação da eficácia dos fungicidas contra o míldio e o oídio	52
5.7. Metodologia para o cálculo da eficácia	55
5.8. Metodologia para a análise estatística	55
5.9. Recolha de dados meteorológicos	55
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
6.1. Relação entre a aplicação dos fungicidas com as condições climáticas observadas	57
6.2. Fungicidas e concentrações/doses usadas	59
6.3. Relação da mistura dos fungicidas anti-míldio e anti-oídio.....	61
6.4. Avaliação da eficácia dos fungicidas.....	63
6.4.1. Comparação dos métodos de aplicação de fungicidas por drone e manual.....	63
6.4.2. Avaliação da eficácia dos tratamentos contra o oídio	63
6.4.3. Avaliação da eficácia dos tratamentos contra o míldio	69
6.5. Avaliação da fitotoxicidade	73
6.6. Avaliação da Deriva	74
6.7. Avaliação e comparação dos volumes de calda com drone e manual	74
6.8. Avaliação e comparação dos tempos de operação com drone e manual	76
6.9. Avaliação e comparação dos custos médios com drone e manual	77
7. CONCLUSÃO	82
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS	XC
ANEXO I – Fichas de campo para avaliação do oídio e do míldio	XCII
ANEXO II – Dados das avaliações fitossanitárias e respetivos resultados (Assessment Data Summary)	
XCVI	
ANEXO III – Resultados da análise estatística (ANOVA e teste de Student-Newman-Keuls) do oídio (<i>Erysiphe necator</i>) e do míldio (<i>Plasmopara viticola</i>).....	CIV
ANEXO VI – Dados meteorológicos registados durante o ensaio	CXII

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista parcial da Quinta das Carvalhas, Pinhão.....	16
Figura 2. Ciclo biológico do oídio em videira (<i>Erysiphe necator</i>).....	22
Figura 3. Sintomatologia do oídio nos diferentes estádios vegetativos.....	23
Figura 4. Ciclo biológico do míldio em videira (<i>Plasmopara viticola</i>).....	25
Figura 5. Sintomatologia do míldio nos diferentes estádios vegetativos.....	26
Figura 6. Exemplos de Aeronaves Tripuladas Remotamente	28
Figura 7. Vista de satélite das parcelas de ensaio inseridas na Quinta das Carvalhas, Pinhão.	33
Figura 8. Esquema do delineamento experimental com a divisão das parcelas e respetivas repetições ..	34
Figura 9. Vista geral da parcela do ensaio.....	35
Figura 10. Exemplos usados nos ensaios.....	35
Figura 11. Comparação entre a superfície coberta, para o mesmo volume, com diferentes dimensões de gotas.	37
Figura 12. Pulverização com drone versus pulverização manual.	40
Figura 13. Esquema de calibração do pulverizador de dorso numa parcela de 100m ²	41
Figura 14. Teste do Drone	42
Figura 15. Equipamentos de Proteção Individual utilizados pelo operador na pulverização manual de fungicidas	45
Figura 16. Equipamento de Proteção Individual usados pelos operadores na preparação da calda e pelos pilotos do drone.	46
Figura 17. Drone DJI AGRAS T50 utilizado na aplicação dos fungicidas	47
Figura 18. Pulverizador de dorso utilizado na aplicação dos fungicidas.	48
Figura 19. Colocação dos papéis hidrossensíveis na copa das videiras para observação da qualidade da pulverização	49
Figura 20. Exemplo da avaliação da deposição das gotas nos papéis hidrossensíveis.....	50
Figura 21. Colocação dos papéis hidrossensíveis na copa das videiras para observação da deriva	52
Figura 22. percentagem da superfície da folha afetada.....	53
Figura 23. Escala fenológica BBCH da videira (<i>Vitis vinifera</i> L.), ilustrando os principais estados de desenvolvimento desde a rebentação até à maturação	54
Figura 24. Estação meteorológica da Quinta das Carvalhas.....	56
Figura 25. Data de aplicação dos tratamentos fitossanitários em função das condições meteorológicas ..	57
Figura 26. Ataque severo de míldio nas folhas e cachos da vinha, nas parcelas das testemunhas.	62
Figura 27. Valores médios da Intensidade (em cima) e da Frequência (em baixo) do oídio nas folhas e cachos.....	65
Figura 28. Evolução da eficácia dos tratamentos fitossanitários para o oídio, realizados por aplicação manual e por drone	67
Figura 29. Valores médios da Intensidade (em cima) e da Frequência (em baixo) do míldio nas folhas e cachos.....	70

Figura 30. Evolução da eficácia dos tratamentos fitossanitários para o míldio, realizados por aplicação manual e por drone.....	72
Figura 31. Relação do volume de calda aplicado (L/ha) entre a aplicação com drone e aplicação manual	75
Figura 32. Relação dos tempos de operação (h/ha) entre a aplicação com drone e aplicação manual	77
Figura 33. Comparação dos tempos médios de operação em vinha, a utilizar um volume de calda de 300L/ha, na modalidade prestador serviços drone e manual.....	80
Figura 34. Comparação dos custos médios de operação em vinha, a utilizar um volume de calda de 300L/ha, na modalidade prestador serviços drone e manual.....	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Resumo matriz das obrigações legais para drones aplicadores.....	32
Tabela 2. Esquema representativo da distribuição das parcelas e respetivas repetições	34
Tabela 3. Classificação do volume de calda para culturas arbustivas.	36
Tabela 4. Identificação dos produtos fitofarmacêuticos utilizados no ensaio para controlo do oídio	42
Tabela 5. Identificação dos produtos fitofarmacêuticos utilizados para controlo do míldio	43
Tabela 6. Características do Drone DJI AGRAS T50 utilizado no ensaio.	46
Tabela 7. Características do pulverizador manual utilizado no ensaio.	48
Tabela 8. Parâmetros gerais de observação dos papéis hidrossensíveis na copa.....	50
Tabela 9. Resumo das condições meteorológicas observadas nas datas de aplicação dos tratamentos ..	58
Tabela 10. Fungicidas anti-oídio e respetivas concentrações ajustadas com base no ensaio em branco .	59
Tabela 11. Fungicidas anti-míldio e respetivas concentrações/doses ajustadas com base no ensaio em branco.....	60
Tabela 12. Mistura dos fungicidas anti-míldio e anti-oídio e respetivas quantidades utilizadas	61
Tabela 13. Resultados médios obtidos da avaliação da eficácia de fungicidas contra o oídio.....	63
Tabela 14. Valores médios da Intensidade obtidos em cada observação, para o oídio.....	66
Tabela 15. Valores médios resultantes do cálculo da avaliação da eficácia, para o oídio	66
Tabela 16. Análise estatística dos resultados dos tratamentos para o oídio	68
Tabela 17. Resultados médios obtidos da avaliação da eficácia de fungicidas contra o míldio.....	69
Tabela 18. Valores médios da intensidade obtidos em cada ensaio, para o míldio.....	71
Tabela 19. Valores médios resultantes do cálculo da avaliação da eficácia, para o oídio	71
Tabela 20. Resultados do tratamento estatístico para o míldio.....	73
Tabela 21. Volume de calda gasto nas modalidades Drone e Manual.....	74
Tabela 22. Tempos de operação nas modalidades drone e manual	76
Tabela 23. Comparação dos custos e tempos médios de operação em vinha, a utilizar um volume de calda de 300L/ha na modalidade prestador serviços	79

1. INTRODUÇÃO

A viticultura europeia é amplamente reconhecida como um setor económico rural de elevado valor, com forte peso na criação de rendimento, emprego e exportações agrícolas, ao mesmo tempo que presta importantes serviços ao ecossistema e constitui um relevante património cultural e paisagístico. Para além da sua função produtiva, as paisagens vitícolas contribuem para a conservação do solo, a biodiversidade e a identidade cultural de numerosas regiões europeias. (Chen *et al.*, 2022). Segundo o mesmo autor, atualmente, o setor enfrenta desafios como fatores de gestão agrícola, a resistência aos fitofarmacêuticos e, com especial destaque, a escassez de mão-de-obra e o aumento dos custos de produção.

O setor vinícola está diretamente afetado pelas mudanças climáticas, com impactos que vão desde a geografia da produção até à composição final do vinho. A adaptação eficaz exigirá esforços coordenados de viticultores, enólogos, pesquisadores e formuladores de políticas, além de técnicas práticas no campo e na adega (Mozell. & Thach., 2014).

O Douro Vinhateiro é internacionalmente reconhecido pelos socalcos que modelam as encostas do vale do Douro, constituindo uma das paisagens vitícolas mais emblemáticas do mundo e a área nuclear de produção de vinho do Porto. O sistema tradicional de viticultura em socalcos, embora permita obter vinhos de elevada qualidade e forte tipicidade, é extremamente exigente em mão de obra e de difícil mecanização, o que coloca sérios desafios à sua sustentabilidade económica e social. A dificuldade em atrair e reter trabalhadores, aliada ao envelhecimento da população rural e à pressão sobre os custos de produção, torna a gestão destas vinhas históricas um ponto crítico no debate sobre o futuro das regiões vitícolas de montanha como o Douro (UNESCO, s.d.).

A Quinta das Carvalhas, propriedade da Real Companhia Velha e local onde decorreu o presente estudo, encontra-se parcialmente ilustrada na Figura 1. Destaca-se como uma das quintas mais emblemáticas do Alto Douro, pela sua beleza paisagística e valor histórico. A propriedade ocupa uma posição predominante na encosta da margem esquerda do rio Douro, virada ao Pinhão, cobrindo toda a colina sobranceira ao rio até à linha de cumeada e incluindo parte da encosta superior da margem direita do rio Torto (Quinta das Carvalhas, s.d.).



Figura 1. Vista parcial da Quinta das Carvalhas, Pinhão

Fonte: Adaptado de Quinta das Carvalhas (s.d.)

As vinhas tradicionais do Douro, sistematizadas em socalcos, apresentam compassos de plantação muito estreitos, estruturas de apoio baixas, elevada pedregosidade e declives acentuados, tornando a

mecanização praticamente inviável e forçando a execução manual da maioria das operações vitícolas. Esta configuração acentua a penosidade e os riscos das tarefas agronómicas, aumentando a suscetibilidade a acidentes graves e os desafios para a atração e retenção de mão de obra qualificada. Os tratamentos fitossanitários, bem como as restantes práticas culturais, dependem quase exclusivamente do esforço humano, sem alternativas mecanizadas viáveis.

A aplicação manual de produtos fitofarmacêuticos pode expor os operadores aos pesticidas, aumentando o risco de efeitos adversos para a saúde. A exposição ocupacional a estes produtos tem sido associada ao desenvolvimento de diversas patologias, incluindo alguns tipos de cancro, reações de hipersensibilidade e doenças respiratórias, constituindo um dos fatores que impulsionam o desenvolvimento de tecnologias de aplicação mais seguras, como os drones (Koç, 2017). Além disso, os métodos convencionais apresentam várias outras desvantagens, como o uso excessivo de produtos químicos, a escassez de mão-de-obra agrícola, a menor uniformidade da pulverização, a poluição ambiental e a menor cobertura da área. Estes métodos convencionais resultam num custo mais elevado de aplicação de fitofarmacêuticos e são menos eficazes no controlo de pragas e doenças (Hafeez *et al.*, 2023).

Neste cenário desafiante, a utilização de aeronaves remotamente pilotadas (Remotely Piloted Aircraft - RPA), vulgarmente designados por “Drones”, na aplicação de produtos fitofarmacêuticos, surge como uma solução promissora, inovadora e eficaz, já com provas dadas noutros países europeus, em condições específicas. A capacidade destas aeronaves operarem em terrenos de difícil acesso, com elevada precisão e menor risco para os operadores, representa um avanço significativo face aos métodos tradicionais, potenciando maior rapidez e eficácia na operação de pulverização (Faïçal *et al.*, 2014).

As melhorias na aplicação de produtos fitossanitários por pulverização aumentam a sustentabilidade agrícola, reduzindo a contaminação ambiental e aumentando a qualidade dos alimentos e a segurança humana (Biglia *et al.*, 2023). Este tipo de equipamento é amplamente utilizado para a pulverização de fitofarmacêuticos tendo vindo a despertar um crescente interesse por parte das empresas da área agrícola e florestal, em Portugal (Wang *et al.*, 2022).

Os drones apresentam uma tecnologia com elevado potencial transformador na agricultura e apresentam uma rápida proliferação e exploração na agricultura de precisão (Istiaq *et al.*, 2023). Apresentam inovações tecnológicas que trazem maior agilidade, autonomia, conectividade e integração aos processos produtivos e de gestão, sendo uma realidade concreta. Contudo, é imperativo que a sua utilização seja orientada por princípios de responsabilidade e sustentabilidade, salvaguardando a proteção do ambiente e a segurança alimentar.

Em Portugal, a utilização de veículos aéreos não tripulados (UAV) na viticultura iniciou-se sobretudo em aplicações de deteção remota, nomeadamente na caracterização e estratificação de parcelas de vinha na Região Demarcada do Douro (Aranha *et al.*, 2013), evoluindo posteriormente para aplicações relacionadas com a pulverização e a agricultura de precisão.

A Diretiva (CE) nº 2009/128/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de outubro estabelece várias linhas de ação sobre as quais os Estados Membros devem atuar com vista a dar cumprimento aos seus objetivos de promoção e reforço da proteção da saúde humana e do ambiente. Segundo esta Diretiva, a pulverização aérea deverá ser geralmente proibida, sendo admitidas derrogações apenas se apresentar vantagens claras, reduzindo os efeitos na saúde humana e no ambiente em comparação com outros métodos de pulverização, ou se não existirem alternativas viáveis, desde que se recorra à melhor tecnologia disponível para reduzir o arrastamento da pulverização.

Alguns países europeus, atualmente, já permitem a aplicação de produtos fitofarmacêuticos com recurso a drones, ainda que sujeita a um enquadramento legal específico e a condições rigorosas. A França constitui um dos exemplos mais relevantes, dispondo, desde 2025, de um regime jurídico que autoriza a

utilização desta tecnologia em contextos determinados. (<https://agriculture.gouv.fr/>. Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Souveraineté alimentaire).

Este enquadramento demonstra a crescente abertura de alguns Estados-Membros da União Europeia à utilização de drones na proteção fitossanitária, privilegiando uma implementação gradual, baseada na demonstração da segurança, da eficácia e da redução dos riscos para os operadores, para o ambiente e para a saúde humana.

Em Portugal, atualmente, a aplicação aérea de produtos fitofarmacêuticos é, em termos gerais, proibida em Portugal nas explorações agrícolas e florestais, admitindo-se apenas derrogações excecionais, nos termos do n.º 2 do artigo 15.º e do artigo 34.º da Lei n.º 26/2013, de 11 de abril. Esta lei, atualmente em vigor, regula as atividades de distribuição, venda e aplicação de produtos fitofarmacêuticos para uso profissional e transpõe para o ordenamento jurídico interno a Diretiva 2009/128/CE, de 21 de outubro, do Parlamento Europeu e do Conselho, que estabelece um quadro de ação comunitária para a utilização sustentável dos produtos fitofarmacêuticos (DGAV, 2025).

Na aplicação de produtos fitofarmacêuticos, observa-se uma procura constante por soluções que aliem eficácia e eficiência, através da redução dos volumes de calda, maior precisão e menor impacto ambiental. Paralelamente, procura-se uma redução significativa dos custos com mão de obra, especialmente em zonas onde, devido às condicionantes do relevo, a mecanização convencional é impraticável, tornando a aplicação manual a única alternativa disponível.

A Direção-Geral da Alimentação e Veterinária (DGAV), entidade reguladora nacional, tem demonstrado abertura para a realização de estudos e análise de resultados que demonstrem os benefícios potenciais desta tecnologia, com vista à sua eventual aprovação no futuro, mediante condições específicas e controladas. A evolução constante da tecnologia associada aos drones, nomeadamente ao nível da precisão e eficácia dos sistemas de aplicação, poderá vir a justificar uma revisão da legislação vigente.

A procura por soluções que conciliem precisão, segurança e respeito pelo meio ambiente exige fundamentação científica rigorosa. É neste contexto que se insere o presente trabalho, que visa contribuir com dados válidos e fiáveis para apoiar uma eventual revisão do enquadramento legal relativo à utilização de drones, para tratamentos fitossanitários.

Poderá este estudo contribuir para essa mudança?

2. PROTEÇÃO FITOSSANITÁRIA

A Quinta das Carvalhas adota um sistema de produção vitícola baseado no modo de Produção Integrada, aplicando, no âmbito da proteção fitossanitária, os princípios da proteção integrada estabelecidos na legislação nacional e europeia em vigor. Estes princípios visam a obtenção de frutos sãos, de boas características organoléticas e de conservação, de modo a respeitar as exigências das normas nacionais e internacionais relativas à qualidade do produto, segurança alimentar e rastreabilidade, assegurando, simultaneamente, o desenvolvimento fisiológico equilibrado das plantas e a preservação do ambiente (Félix & Cavaco, 2009).

Deste modo, cumpre a Lei n.º 26/2013, de 11 de abril, que transpõe a Diretiva n.º 2009/128/CE, conhecida como Diretiva-Quadro do Uso Sustentável de Pesticidas, a qual estabelece um quadro de ação a nível comunitário para a utilização sustentável dos pesticidas, através da redução dos riscos e dos efeitos da sua aplicação na saúde humana e no ambiente, promovendo o recurso à Proteção Integrada e a abordagens ou técnicas alternativas, nomeadamente alternativas não químicas aos produtos fitofarmacêuticos (Candeias *et al.*, 2023).

2.1. PROTEÇÃO E PRODUÇÃO INTEGRADA

A Proteção integrada é a avaliação ponderada de todos os métodos disponíveis de proteção das culturas e a subsequente integração de medidas adequadas para diminuir o desenvolvimento de populações de organismos nocivos e manter a utilização dos produtos fitofarmacêuticos e outras formas de intervenção a níveis económico e ecologicamente justificáveis, reduzindo ou minimizando os riscos para a saúde humana e o ambiente. Privilegia o desenvolvimento de culturas saudáveis com a menor perturbação possível dos ecossistemas agrícolas e incentiva mecanismos naturais de luta contra os inimigos das culturas (DGAV, 2020). A adoção dos princípios da proteção integrada, aliada à utilização de tecnologias de aplicação de precisão, constitui atualmente uma das principais estratégias para promover uma agricultura mais eficiente, segura e sustentável (Amaro, 2008).

A produção integrada é um sistema agrícola de produção de alimentos de alta qualidade e de outros produtos utilizando os recursos naturais e os mecanismos de regulação natural em substituição de fatores de produção prejudiciais ao ambiente e de modo a assegurar, a longo prazo, uma agricultura viável (Amaro, 2003). Uma prática segura e eficiente contribui para a diminuição do risco da contaminação da água e do solo e favorece a biodiversidade das espécies autóctones (Candeias *et al.*, 2023). Segundo Costa *et al.* (2017), as explorações em proteção integrada apresentam melhores indicadores de biodiversidade e menor impacto ambiental quando comparadas com sistemas convencionais, evidenciando a importância da otimização das técnicas de aplicação. Neste contexto, a utilização de drones poderá constituir uma ferramenta complementar à proteção integrada, permitindo uma aplicação mais precisa, reduzindo perdas por deriva e aumentando a eficiência operacional, sem comprometer a eficácia do tratamento.

Atendendo a que o presente estudo incide sobre o controlo do míldio e do oídio na videira, a abordagem centra-se exclusivamente nos princípios da proteção integrada aplicáveis à gestão destas doenças.

De acordo com a Diretiva do uso sustentável de fitofarmacêuticos (Diretiva 2009/128/CE de 21 de outubro de 2009), os utilizadores profissionais devem aplicar, obrigatoriamente, os seguintes princípios gerais de proteção integrada:

1. aplicar medidas de prevenção e/ou o controlo dos inimigos das culturas;
2. utilizar métodos e instrumentos adequados de monitorização dos inimigos das culturas;
3. ter em consideração os resultados da monitorização e da estimativa do risco na tomada de decisão;

4. dar preferência aos meios de luta não químicos;
5. aplicar os produtos fitofarmacêuticos mais seletivos tendo em conta o alvo biológico em vista e com o mínimo de efeitos secundários para a saúde humana, os organismos não visados e o ambiente;
6. reduzir a utilização dos produtos fitofarmacêuticos e outras formas de intervenção ao mínimo necessário;
7. recorrer a estratégias antirresistência para manter a eficácia dos produtos, quando o risco de resistência do produto for conhecido;
8. verificar o êxito das medidas fitossanitárias aplicadas, com base nos registos efetuados no caderno de campo.

A aplicação destes princípios procura controlar os inimigos das culturas de forma económica, eficaz e com menores riscos para o Homem e o ambiente. Deste modo, recorre-se à utilização racional, equilibrada e integrada de todos os meios de luta disponíveis (genéticos, culturais, biológicos, biotécnicos e químicos) com o objetivo de manter as populações dos inimigos das culturas a níveis que não causem prejuízos (Oliveira *et al.*, 2014).

O exercício da proteção integrada, ao nível da determinação da necessidade de intervenção, tem por base os seguintes critérios:

- a) estimativa do risco;
- b) nível económico de ataque;
- c) seleção dos meios de proteção;
- d) tomada de decisão.

É necessário efetuar a observação da cultura e dos inimigos da cultura, avaliar o risco de ocorrência e comparar os resultados obtidos com o nível económico de ataque (NEA), de forma a fundamentar corretamente a tomada de decisão quanto à necessidade de intervenção fitossanitária.

A estimativa do risco consiste na avaliação da probabilidade de ocorrência e evolução de um inimigo da cultura (praga, doença ou infestante). Requer uma observação atenta e contínua da cultura, de modo a detetar os seus potenciais inimigos e avaliar, através da intensidade do seu ataque, os possíveis estragos ou prejuízos que possam causar (Oliveira *et al.*, 2014).

O NEA corresponde à intensidade de ataque de uma praga, doença ou infestante a partir da qual os prejuízos provocados na cultura justificam economicamente a realização de uma intervenção fitossanitária. Não se pretende erradicar totalmente o inimigo da cultura, mas sim tolerar a sua presença enquanto esta se mantiver abaixo de um determinado nível de referência - NEA. Assim, devem ser aplicadas medidas limitativas ou de combate sempre que exista o risco de os prejuízos causados na cultura ultrapassarem o custo das medidas de proteção a adotar, incluindo os possíveis efeitos indesejáveis dessas intervenções sobre a saúde humana, os auxiliares e o ambiente. (Oliveira *et al.*, 2014).

Com base na estimativa do risco e no nível económico de ataque, procede-se à tomada de decisão e à seleção dos meios de luta. A luta química é sempre considerada como último recurso (Cavaco & Calouro, 2006).

A monitorização do oídio e míldio é realizada com amostragens diretas por observação visual (para uma parcela até 4 ha as observações, em geral, incidem em 100 a 200 órgãos). Consiste em determinar periodicamente a intensidade de ataque num percurso ao longo da parcela, através da avaliação da presença de sintomas, adotando a seguinte escala (Oliveira *et al.*, 2014):

0. ausência;
1. até 10% do órgão atacado (folha ou cacho);

2. 10-25% do órgão atacado (folha ou cacho);
3. > 25% do órgão atacado (folha ou cacho).

Concluída a observação ao nível das cepas, determina-se a incidência da doença ao nível da parcela, adotando a seguinte escala:

0. ausência;
1. focos ou plantas isoladas (presença incipiente);
2. 25-50% da superfície da parcela atacada (ataque médio);
3. > 50% da superfície da parcela atacada (ataque intenso).

Importante referir que a Quinta das Carvalhas aplica escrupulosamente os princípios da Proteção e Produção Integrada.

3. AS DOENÇAS DA VIDEIRA: OÍDIO E MÍLDIO

O oídio e o míldio são as doenças causadas por fungos que maiores problemas colocam à viticultura portuguesa, existindo em todas as regiões e causando prejuízos avultados (Alves & Almeida, s.d.). Porém, é o oídio que, na Região Demarcada do Douro, se manifesta com maior agressividade (ADVID, 2012), tornando-se exigente em termos de proteção e contribuindo de forma significativa para o consumo de fungicidas efetuados na vinha (Calonnec *et al.*, 2006).

A densidade foliar é um dos fatores que mais influencia a eficácia da pulverização na vinha, uma vez que determina a capacidade de penetração da calda no interior da copa e a cobertura uniforme das superfícies foliares e dos cachos. À medida que a videira desenvolve uma maior área foliar, aumenta a interceção das gotas pelas folhas externas, reduzindo a deposição nas folhas internas e nos cachos, onde frequentemente se iniciam infeções por míldio e oídio. Segundo Reynier (2016), o aumento da densidade da estrutura foliar modifica o microclima da vinha, favorecendo uma menor circulação de ar, maior humidade relativa e períodos mais prolongados de molhamento das folhas. Estas condições aumentam o risco de desenvolvimento de doenças criptogâmicas e, simultaneamente, dificultam a penetração dos produtos fitofarmacêuticos no interior da copa.

3.1. OÍDIO DA VIDEIRA

O oídio (*Erysiphe necator* Schwein) é considerado a doença mais problemática das vinhas a nível mundial (Uyemoto *et al.*, 2015). Segundo Qiu, W., *et al.*, (2015), trata-se da doença economicamente mais importante para as videiras cultivadas em todo o mundo. Esta elevada importância económica deve-se à grande suscetibilidade geral da videira, ao alto potencial reprodutivo do fungo e ao facto de este não depender da precipitação para a sua propagação secundária.

O agente responsável por esta patologia é um fungo ectoparasita obrigatório. Isto significa que o seu micélio se desenvolve exclusivamente à superfície dos órgãos verdes da videira — nomeadamente folhas, pampas e cachos — dependendo inteiramente da planta hospedeira para sobreviver (MADRP/DGADR, 2009). O fungo desenvolve-se na superfície dos tecidos vegetais, formando um micélio pulverulento branco característico. Ao contrário do míldio, não necessita de água livre para infetar, sendo favorecido por temperaturas amenas a elevadas e humidade relativa elevada. A infeção pode comprometer o crescimento dos bagos, provocar fendilhamento e reduzir significativamente a qualidade enológica da produção (Nicholas *et al.*, 1994; Gadoury *et al.*, 2012).

Do ponto de vista taxonómico, o ciclo de vida do fungo (Figura 2) apresenta duas formas distintas:

- **Forma perfeita (Teleomorfo – fase sexuada):** identificada como *Erysiphe necator* Schwein (sinonímia *Uncinula necator*).
- **Forma imperfeita (Anamorfo – fase assexuada):** identificada como *Oidium tuckeri* Berk.

Os prejuízos causados pelo ataque deste fungo manifestam-se a dois níveis (ADVID, 2012; MADRP/DGADR, 2009):

- **Quantitativo:** pode originar quebras severas na produção devido aos danos severos nos tecidos da videira.
- **Qualitativo:** a presença do oídio nas uvas colhidas compromete gravemente as características organoléticas (aroma e sabor) dos vinhos resultantes.

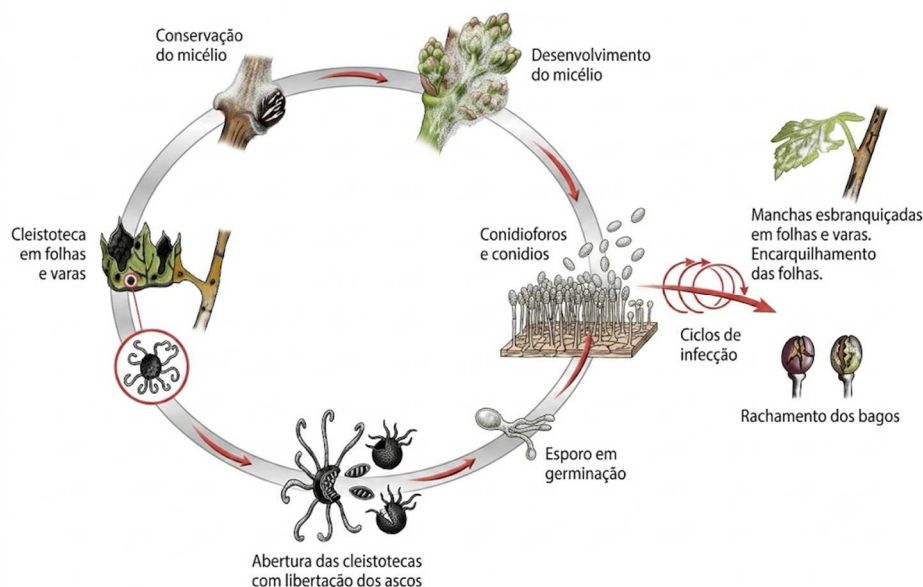


Figura 2. Ciclo biológico do oídio em videira (*Erysiphe necator*)

Fonte: Adaptado de Magalhães (2015). Edição gráfica do autor.

3.1.1. EPIDEMIOLOGIA E SINTOMATOLOGIA DO ÓIDIO

O ciclo biológico do oídio inicia-se a partir do micélio dormente contido no interior dos gomos (forma assexuada) ou das cleistotecas de origem sexuada que se formaram nos sarmentos infetados no ciclo anterior. Após o abrolhamento da videira, quando as condições climáticas se apresentam favoráveis (temperatura de 20°C a 30°C e humidade relativa mínima de 25%), o micélio contido nos gomos inicia o seu desenvolvimento, sobre os órgãos da videira, dando origem inicialmente a uma cobertura pulverulenta com aspeto aveludado e de cor branco-acinzentada que evolui para manchas necrosadas. Se se mantiverem as condições favoráveis, o micélio emite os conidióforos, não ramificados com conídeos (esporos assexuados) que engrossam e se desprendem, sucessivamente, e infetam outros órgãos da videira após terem sido transportados pelo vento - infecção primária. Se as condições climáticas forem favoráveis, os conídeos vão germinar, emitindo um micélio e continuar o seu desenvolvimento, dando origem a sucessivas infecções secundárias durante o ciclo vegetativo.

Na página superior da folha aparece um enfeltrado branco-acinzentado, que corresponde na página inferior a manchas acastanhadas. Em ataques muito intensos, as folhas podem apresentar-se crispadas nas margens. Nos pânpanos desenvolve-se, também, um revestimento pulverulento. Estes tornam-se frágeis, quebradiços, deformados, podendo verificar-se a paragem do seu crescimento.

Nos sarmentos aparecem manchas pardas. Quando o ataque surge antes do pintor, as inflorescências e os cachos revestem-se de poeira cinzenta, podendo ocorrer o ressecamento e o fendilhamento dos bagos. O fendilhamento vai servir de porta de entrada, quer ao próprio oídio, quer a fungos saprófitas, tais como o agente patogénico responsável pela podridão cinzenta. O principal fator limitante ao desenvolvimento do fungo é a temperatura, situando-se o ótimo entre 20º C e 27º C. O oídio não precisa de água para germinar, sendo a chuva prejudicial ao seu desenvolvimento. É suficiente a existência de humidade do ar para que ocorram as infeções. Dias nublados, com humidade relativa superior a 25 %, seguidos de períodos de céu descoberto, são favoráveis ao desenvolvimento da doença, sendo a esporulação mais favorecida quanto maior for a humidade relativa. A Figura 3 ilustra as diversas sintomatologias do oídio na videira ao longo do seu ciclo vegetativo.



Figura 3. Sintomatologia do oídio nos diferentes estádios vegetativos.

Fonte: Adaptado de ADVID (2012)

Legenda: do lado esquerdo para o direito, de cima para baixo:

1. Manchas de oídio na página superior da folha
2. Manchas acastanhadas na página inferior da folha
3. Lançamento atacado por oídio (bandeira)
4. Manchas difusas de oídio nos sarmentos
5. Inflorescências com oídio (micélio)
6. Bagos com oídio (micélio)
7. Cacho coberto de oídio
8. Rachamento do bago originado pelo oídio

Durante o inverno: dado que a hibernação do fungo ocorre quer sob a forma de micélio hibernante (forma assexuada) nas escamas dos gomos (“drapeaux”) quer como cleistotecas (forma sexuada) nas folhas, varas, ritidoma ou até no próprio solo, a deteção da doença deve ser efetuada através da observação visual de sintomas nas varas (presença de varas enegrecidas) e a presença ou não de cleistotecas nas folhas.

Na primavera/verão: observação visual de folhas, pânpanos e cachos, de modo a detetar o eventual aparecimento de focos da doença, no sentido de recomendar intervenções atempadas. A avaliação da intensidade de ataque deve ter início logo que se atinja o estado de “folhas livres”, devendo continuar até ao pintor, com particular incidência nos estados fenológicos de maior suscetibilidade (MADRP/DGADR, 2009).

3.1.2. ESTRATÉGIAS DE PROTEÇÃO CONTRA O OÍDIO

As estratégias de proteção contra o oídio sofreram uma evolução marcante desde o século passado (ADVID, 2012):

- Até à década de 1950, o controlo da doença baseava-se exclusivamente na aplicação de enxofre.
- A partir de meados dos anos 80, o desenvolvimento e introdução das primeiras moléculas químicas de síntese revolucionaram o setor, permitindo delinear novas estratégias integradas de combate.

Considerando que a principal fonte de inóculo na região provém das cleistotecas (fase sexuada), e que os modelos estudados até à data ainda não permitem prever, com segurança, a ocorrência das infeções, a estratégia de combate ao oídio deve ser estritamente preventiva e basear-se nos períodos de maior sensibilidade (início de floração até ao fecho dos cachos). Para as parcelas e castas mais sensíveis, este período do ciclo vegetativo deve estar protegido de forma contínua. Nos casos em que, ao fecho do cacho, a doença ainda persista, os tratamentos devem ser feitos até ao início do pintor.

A eficácia da estratégia dos tratamentos está fortemente ligada à qualidade da pulverização, aos modos de ação dos diferentes fungicidas e à oportunidade de aplicação. Além disso, o tratamento deve ser efetuado em ambas as faces, respeitando sempre os períodos de persistência de ação de cada produto. Em situações de ataques declarados deve encurtar-se o intervalo entre os tratamentos, e optar por técnicas de pulverização que permitam o tratamento preferencialmente dirigido ao cacho (ADVID, 2012).

Em termos práticos, consideram-se períodos de maior risco os estados fenológicos cacho visível, o período entre a pré-floração, a floração e a alimpa, bem como o estado de fecho do cacho (MAFDR; DRAP-N, 2004).

3.2. MÍLDIO DA VIDEIRA

O **míldio da videira**, causado por *Plasmopara viticola*, é uma das doenças mais importantes da viticultura, podendo afetar folhas, pânpanos, inflorescências e cachos. O seu desenvolvimento é favorecido por condições de elevada humidade e temperaturas moderadas, sendo necessárias folhas molhadas para a ocorrência da infeção. Em situações de elevada pressão da doença, podem verificar-se perdas significativas de produção e de qualidade das uvas (Nicholas *et al.*, 1994; Koledenkova *et al.*, 2022).

O agente causal do míldio está presente em Portugal desde 1881 e, na região do Douro, desde 1893. Na RDD, o míldio não se manifesta com igual intensidade todos os anos, mas quando as condições são favoráveis (chuvas primaveris, períodos húmidos e temperaturas amenas) pode causar ataques altamente prejudiciais em folhas, inflorescências e cachos, com quebras de produção muito elevadas, razão pela qual continua a ser a doença que mais preocupa os viticultores da região (ADVID, 2025).

A doença é particularmente favorecida por climas quentes e húmidos, durante a fase de crescimento vegetativo da videira. Períodos sucessivos de chuva, designados por “chuvas infeciosas”, estimulam o desenvolvimento dos pânpanos e promovem a infeção nos órgãos verdes (Magalhães, 2015). A Figura 4 ilustra o ciclo biológico do míldio na videira.

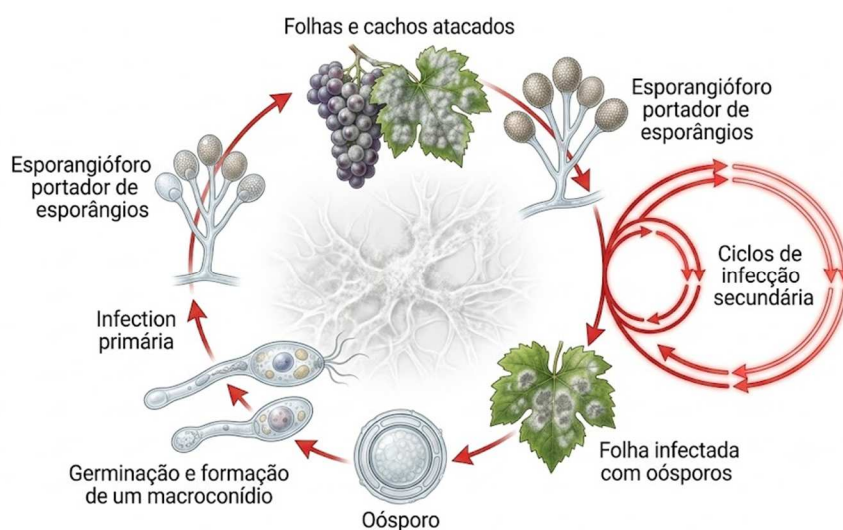


Figura 4. Ciclo biológico do míldio em videira (*Plasmopara viticola*)

Fonte: Adaptado de Magalhães (2015). Edição gráfica do autor.

3.2.1. EPIDEMIOLOGIA E SINTOMATOLOGIA DO MÍLDIO

Este fungo passa o inverno nas folhas caídas no solo, sobretudo sob a forma de oósporos (forma sexuada). Outonos e invernos com precipitação abundante favorecem a maturação dos oósporos (Gessler *et al.*, 2011). Na primavera, a germinação dos oósporos maduros ocorre se os lançamentos da videira tiverem cerca de 10 cm, se a temperatura mínima se situar nos 10°C e se a precipitação acumulada em 48 horas ultrapassar 10 mm.

Ao germinarem, os oósporos emitem um filamento na extremidade do qual se formam os macroconídeos/zoosporângios, que libertam pequenos esporos providos de cílios móveis, os zoósporos, os quais emitem um tubo germinativo, que penetra nas folhas através dos estomas – infecção primária.

O intervalo de tempo que medeia entre as infeções e o aparecimento dos primeiros sintomas (mancha de óleo) corresponde ao período de incubação da doença. A duração deste período depende da temperatura média ambiente. As manchas originadas pelas infeções primárias, na presença de condições favoráveis (folhas molhadas) ou com humidade relativa superior a 95%, escuridão e temperatura superior a 11°C, podem esporular e formar na página inferior esporangióforos com esporos (frutificação branca). Estes esporos transportados pelo vento e pela chuva dão origem a novas infeções - infeções secundárias. Os sintomas podem ser observados em pampas, cachos e folhas.

Nas folhas, são caracterizados pelo aparecimento da inconfundível mancha oleosa na página superior, de forma variável, com coloração verde azeitona ou amarelo-pálido a esverdeado. Apresenta aspeto oleoso e translúcido, que mais tarde se torna pardacento e seco. Na página inferior, na zona correspondente às manchas oleosas, aparece um enfeltrado branco que se desprende com facilidade.

Nos pampas, a contaminação provoca o aparecimento de manchas amarelo-lívidas que depois se tornam pardacentas. A Figura 5 ilustra as diversas sintomatologias do míldio na videira ao longo do seu ciclo vegetativo.



Figura 5. Sintomatologia do míldio nos diferentes estádios vegetativos.

Fonte: Adaptado de ADVID (2012)

Legenda: do lado esquerdo para o direito, de cima para baixo:

1. Sintomas de míldio na página superior (mancha de óleo)
2. Esporulações de míldio (página inferior)
3. Sintomas de infeções secundárias na página superior atacada
4. Esporulações na página inferior da folha
5. Míldio no sarmento (curvatura)
6. Esporulação à superfície de sarmento atacado
7. Forte ataque de míldio (fissuras na vara)
8. Inflorescência completamente
9. Destruição completa das inflorescências pelo míldio
10. Rot gris no cacho

O ataque nos cachos pode ocorrer quando o ráquis ainda se encontra no estado herbáceo, provocando a sua deformação. Se a doença ocorrer em cachos malformados, os bagos cessam o seu crescimento, adquirem uma coloração castanho-cinzenta e cobrem-se, frequentemente, de um enfeltrado branco (“rot gris”). Se o ataque ocorrer sobre bagos mais desenvolvidos, antes de atingido o pintor, a doença manifesta-se por acastanhamento da película e da polpa, não ocorrendo o aparecimento da pubescência branca (“rot brun”) (MADRP/DGADR, 2009).

3.2.2. ESTRATÉGIAS DE PROTEÇÃO CONTRA O MÍLDIO

A estratégia de proteção para o controlo do míldio deve ser preferencialmente preventiva tendo em consideração os períodos de maior risco e os diferentes fatores de nocividade em cada exploração/parcela (localização, casta, fenologia, p. ex.) (ADVID, 2025).

No Douro, tem-se constatado ao longo dos anos que a germinação dos oósporos se dá cedo, por vezes a partir de meados de março. Isto significa que, quando as videiras atingem o estado de desenvolvimento em que ficam recetivas ao míldio, já este está também pronto a infetar os jovens pâmpanos (infeções primárias). Assim, o primeiro tratamento contra o míldio é aconselhado quando se

reunirem três fatores – pântanos com comprimento aproximado de 10 cm (variável com a casta), precipitação acumulada de 10 mm de chuva, pelo menos durante um a dois dias e temperaturas mínimas iguais ou superiores a 10°C, regra conhecida como a dos “três 10”. Poderá ser feito um tratamento preventivo, antes do aparecimento das primeiras manchas, com fungicidas geralmente sistémicos ou penetrantes (mistura de substâncias ativas com diferentes modos de ação) (ADVID, 2025).

Outra opção é o chamado tratamento curativo ou erradicante, depois de serem observadas as primeiras manchas, utilizando fungicidas de ação curativa e/ou erradicante ou mista. A segunda opção obriga à observação cuidadosa da vinha para deteção das manchas primárias de míldio e a um bom conhecimento das parcelas de vinha e dos fungicidas e suas propriedades.

O tratamento contra as sucessivas infeções secundárias deve apoiar-se no aconselhamento da Estação de Avisos, mas também numa estimativa do risco baseada na observação da existência de manchas e de focos de míldio na vinha, no registo da ocorrência de períodos de chuva, de orvalhos e mesmo de nevoeiros matinais, no modo de ação do fungicida utilizado, no conhecimento da maior ou menor sensibilidade das castas ao míldio, no controlo do vigor das videiras, entre outros.

Em termos práticos, consideram-se períodos de maior risco os estados fenológicos cacho visível, o período entre a pré-floração, a floração e a alimpa, bem como o estado de fecho do cacho. (MAFDR; DRAP-N, 2004).

O controlo eficaz do oídio e do míldio na cultura da vinha assenta na oportunidade do tratamento e na uniformidade de cobertura da área foliar. No Douro Vinhateiro, este combate enfrenta desafios hercúleos devido à sua orografia singular, caracterizada por encostas com declives acentuados e patamares estreitos. Esta conformação geométrica e geográfica impede a entrada de tratores com pulverizadores de jato transportado e/ou pneumáticos em grande parte das parcelas, tornando a viticultura da região dependente de metodologias alternativas de aplicação de produtos fitofarmacêuticos.

Historicamente, o tratamento das vinhas de encosta no Douro, chamadas “vinhas velhas”, tem sido assegurado de forma manual, recorrendo a pulverizadores de dorso (atomizadores motorizados ou mochilas elétricas). Embora este método garanta uma aplicação direcionada, o atual contexto socioeconómico e operacional revela limitações críticas:

- **Aguda Escassez e Envelhecimento da Mão de Obra:** o setor vitivinícola duriense enfrenta uma crise sem precedentes na disponibilidade de trabalhadores agrícolas. A dureza física do trabalho nas encostas afasta as gerações mais jovens, resultando numa força de trabalho envelhecida e escassa.
- **Baixo Rendimento de Trabalho (Produtividade):** a aplicação manual é um processo lento. Em períodos de forte pressão de míldio ou oídio — em que as janelas temporais para o tratamento eficaz são muito curtas (após períodos de chuva ou picos de humidade) — a lentidão do método manual pode comprometer a calendarização dos tratamentos, levando a perdas irreparáveis na produção.
- **Elevado Risco para a Saúde Humana:** os operadores de pulverizadores de dorso trabalham em contacto direto com a névoa de pulverização dos fungicidas. Mesmo com o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), a exposição continuada e o esforço físico extremo sob temperaturas elevadas aumentam o risco de intoxicação e lesões musculoesqueléticas.

A Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022) fundamenta o papel da mecanização e da automação na resposta à escassez de mão de obra agrícola e ao aumento da eficiência.

4. AERONAVES TRIPULADAS REMOTAMENTE (DRONE) UTILIZADAS EM VITICULTURA

A utilização de drones na agricultura, e na viticultura em particular, abriu novos paradigmas na gestão fitossanitária mundial (Biglia *et al.*, 2023). Embora a tecnologia tenha entrado no setor agrícola associada a missões de diagnóstico e mapeamento através de sensores remotos, é na vertente de intervenção direta — nomeadamente na aplicação ultra-localizada de produtos fitofarmacêuticos, como os fungicidas — que se registam atualmente os maiores avanços técnicos e debates regulamentares.

Segundo Wang *et al.*, (2022), a utilização de drones aplicadores (dotados de sistemas de pulverização hidráulica ou centrífuga) permite realizar tratamentos de elevada precisão em focos iniciais de doença (*spot spraying*), aceder a parcelas com orografia complexa ou solos alagados e reduzir significativamente a exposição do operador humano aos produtos químicos, além de otimizar a pegada ambiental da exploração.

4.1. CLASSIFICAÇÃO DOS DRONES

A classificação das Aeronaves Tripuladas Remotamente pode ser efetuada segundo diferentes critérios técnicos e operacionais. No contexto da agricultura de precisão e da aplicação de produtos fitofarmacêuticos, utilizam-se as seguintes classificações.

4.1.1. CLASSIFICAÇÃO DOS DRONES QUANTO AO TIPO DE ASA

Aeronaves de asa fixa (Fixed-Wing): possuem asas que geram sustentação durante o voo, de forma semelhante às aeronaves convencionais. Apresentam elevada autonomia, maior velocidade de voo, cobertura de grandes áreas, maior eficiência energética. Não conseguem permanecer em voo estacionário. Podem ser utilizadas em cartografia, agricultura de precisão, monitorização ambiental, captura de fotos e vídeos, em particular, para mapeamentos.

Aeronaves de asa rotativa (Rotary-Wing): a sustentação é produzida por rotores, permitindo decolagem e aterragem vertical (VTOL). Subdividem-se em asa rotativa com rotor único (helicóptero) e asa rotativa com multirotor (multicóptero). Apresentam elevada precisão, voo estacionário, excelente manobrabilidade, ideais para pulverização agrícola.

Aeronaves híbridas (VTOL): combinam as vantagens das aeronaves de asa fixa e das aeronaves de asa rotativa. Permitem a decolagem vertical, transição automática para voo horizontal, elevada autonomia e boa capacidade de cobertura.



Figura 6. Exemplos de Aeronaves Tripuladas Remotamente

Fonte: Adaptado de UAV Crafts (s.d.).

Legenda: do lado esquerdo, para o direito:

1. Asa fixa
2. Asa rotativa Multirotor
3. Asa rotativa; Rotor único
4. Híbrido

4.1.2. CLASSIFICAÇÃO DE DRONES QUANTO À MASSA MÁXIMA À DESCOLAGEM (MTOM)

No que respeita à agricultura, predominam aeronaves capazes de transportar depósitos de pulverização entre aproximadamente 20 e 100 litros.

No contexto da aplicação de produtos fitofarmacêuticos na vinha, os parâmetros com maior influência no desempenho do drone são:

- precisão de navegação (RTK/GNSS);
- capacidade de carga útil;
- autonomia de voo;
- sistema de pulverização (débito, bicos e dimensão das gotas);
- estabilidade do voo;
- resistência ao vento;
- software de planeamento e execução automática das missões;
- sistemas de segurança e redundância.

Estes fatores determinam a qualidade da deposição da calda, a eficiência operacional, a redução da deriva e a sustentabilidade da aplicação, sendo determinantes para o sucesso da utilização de drones na proteção fitossanitária da vinha. Esta abordagem está alinhada com os princípios da agricultura de precisão e com os requisitos da Diretiva 2009/128/CE relativa ao uso sustentável dos pesticidas.

4.2. O POTENCIAL TECNOLÓGICO E ECONÓMICO DOS DRONES APLICADORES

O recurso a Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) para a aplicação de fitofármacos pode surgir como uma alternativa tecnologicamente viável e com elevado potencial económico, superando as debilidades do método manual. O uso de drones possibilita a aplicação mais precisa de produtos fitofarmacêuticos e uma melhor prevenção de pragas e doenças. Melhora a produtividade e a segurança (Ministro da Agricultura, DGAV, 2025).

No contexto da viticultura de montanha, como a Região Demarcada do Douro, a complementaridade entre a aplicação manual e a pulverização com drones encontra justificação na conjugação de fatores tecnológicos, económicos, sociais e de segurança ocupacional. Entre estes, destacam-se a crescente escassez de mão de obra agrícola, a necessidade de aumentar a capacidade operacional durante curtas janelas de tratamento, a redução da exposição dos operadores aos produtos fitofarmacêuticos e a aptidão dos drones para operar em parcelas inacessíveis aos equipamentos terrestres (FAO, 2022; Castaldo, 2023 6 & Lencsés *et al.*, 2026).

A deteção remota, associada à utilização de veículos aéreos não tripulados (UAV), tem assumido um papel cada vez mais relevante na agricultura de precisão, permitindo a aquisição rápida de informação espacial de elevada resolução para apoio à monitorização das culturas e à tomada de decisão. Os UAV possibilitam a obtenção de imagens multiespectrais, térmicas e RGB, facilitando a avaliação do vigor vegetativo, da variabilidade espacial, do estado hídrico e da ocorrência de problemas fitossanitários, contribuindo para uma gestão mais eficiente e sustentável das explorações agrícolas (Viana *et al.*, 2011).

4.3. ENQUADRAMENTO LEGAL DO USO DE DRONES NA UE E EM PORTUGAL

A utilização de aeronaves não tripuladas na União Europeia é regulada pelo Regulamento de Execução (UE) 2019/947, que estabelece as regras e os procedimentos aplicáveis à operação de sistemas de aeronaves não tripuladas. Este regulamento, desenvolvido pela Agência da União Europeia para a Segurança da Aviação, define três categorias operacionais, em função do nível de risco associado à

operação: Categoria Aberta (Open), Categoria Específica (Specific) e Categoria Certificada (Certified) (ANAC, 2026).

A Categoria Aberta destina-se a operações de baixo risco, sujeitas a requisitos operacionais e limitações previamente definidos, dispensando autorização operacional prévia da autoridade competente. Nesta categoria é expressamente proibida a libertação ou descarga de materiais durante o voo, salvo quando tal não comprometa a segurança da operação. Consequentemente, a pulverização aérea de produtos fitofarmacêuticos não é permitida na Categoria Aberta, uma vez que implica a libertação intencional de substâncias e acarreta um nível de risco superior ao admissível nesta categoria.

A Categoria Específica aplica-se às operações que excedem os limites da Categoria Aberta, mas que não apresentam um risco suficientemente elevado para serem enquadradas na Categoria Certificada. Estas operações requerem uma avaliação prévia do risco operacional, podendo ser autorizadas pela autoridade competente com base numa avaliação de risco específica (Specific Operations Risk Assessment - SORA) ou através da aplicação de um cenário-padrão (Standard Scenario), quando aplicável. É nesta categoria que se enquadram, regra geral, as operações de aplicação aérea de produtos fitofarmacêuticos por drone, desde que cumpridos os requisitos regulamentares e obtidas as respetivas autorizações (ANAC, 2026).

A Categoria Certificada destina-se às operações de maior risco, comparáveis às da aviação tripulada, envolvendo, por exemplo, o transporte de pessoas, de mercadorias perigosas ou operações sobre aglomerados populacionais com aeronaves de grande dimensão. Nestes casos, são exigidas a certificação da aeronave, a certificação do operador e, em determinadas situações, o licenciamento do piloto remoto.

Esta abordagem baseada no risco permite adequar os requisitos regulamentares ao tipo de operação, garantindo elevados níveis de segurança e promovendo simultaneamente a integração progressiva dos UAVS no espaço aéreo europeu.

4.3.1. O QUADRO REGULAMENTAR EUROPEU E AS CATEGORIAS DE RISCO

No caso dos drones utilizados para a aplicação de produtos fitofarmacêuticos, as operações não podem, em regra, ser enquadradas na Categoria Aberta, transitando para a Categoria Específica, em virtude das características da operação e do nível de risco associado. Esta classificação resulta, essencialmente, dos seguintes fatores:

Natureza da operação: a aplicação aérea de produtos fitofarmacêuticos implica a libertação deliberada de material durante o voo (spraying), atividade que não é permitida na Categoria Aberta ao abrigo do Regulamento (UE) 2019/947. Consequentemente, estas operações requerem uma autorização operacional emitida pela autoridade competente, baseada numa avaliação de risco operacional, geralmente desenvolvida segundo a metodologia SORA (Specific Operations Risk Assessment), ou outro meio de conformidade aceite pela autoridade aeronáutica.

Características da aeronave: os drones pulverizadores utilizados na agricultura apresentam frequentemente massas máximas à descolagem elevadas, devido ao peso da estrutura, das baterias e da carga útil (depósito de calda). Embora a massa da aeronave constitua um fator relevante na avaliação do risco operacional, é sobretudo a natureza da operação de pulverização e o seu potencial impacto sobre pessoas, bens e ambiente que determina o enquadramento na Categoria Específica.

Assim, a utilização de drones para aplicação de produtos fitofarmacêuticos exige, regra geral, o cumprimento simultâneo da regulamentação aeronáutica aplicável aos UAVS e da legislação específica relativa à pulverização aérea de produtos fitofarmacêuticos, envolvendo as autoridades competentes nos domínios da aviação civil e da proteção fitossanitária (ANAC, 2026).

4.3.2. PILOTAGEM DE DRONES APLICADORES: REQUISITOS DA ANAC

Em Portugal, a Autoridade Nacional da Aviação Civil (ANAC) é a entidade responsável por garantir que o piloto remoto cumpre os requisitos de segurança aérea. A pilotagem destas aeronaves de pulverização obedece a normas rigorosas que o piloto deve assegurar antes e durante o voo.

Requisitos e verificações pré-voo:

- Competência e Certificação: assegurar que o piloto possui a formação teórica e prática adequada para a Categoria 'Específica', sendo portador da respetiva certificação oficial emitida ou reconhecida pela ANAC.
- Informação Geográfica: obter as informações relevantes para a operação nas áreas ou zonas geográficas publicadas pela ANAC (garantindo que a parcela agrícola não intersecta restrições de espaço aéreo, como zonas de proteção de aeródromos ou áreas de conservação da natureza).
- Análise do Meio Operacional: observar o ambiente operacional, detetar potenciais obstáculos (como postes ou cabos elétricos, frequentes em contexto agrícola) e verificar a ausência absoluta de pessoas não envolvidas na operação dentro da zona de segurança.
- Controlo da Carga Útil e Equipamento: garantir que o UAS está em condições técnicas de segurança. No caso dos drones aplicadores, é obrigatório verificar que a massa total com o tanque cheio não excede a massa máxima à descolagem (MTOM) definida pelo fabricante, e garantir que os sistemas de identificação eletrónica à distância estão ativos.

Responsabilidades durante o Voo:

- Aptidão Física e Mental: proibir o desempenho de funções sob o efeito de álcool, substâncias psicoativas ou em estado de fadiga e doença.
- Manutenção da Linha de Vista (VLOS): manter o drone aplicador na linha de vista (*Visual Line of Sight*), efetuando uma monitorização exaustiva do espaço aéreo em redor para evitar colisões com aeronaves tripuladas (como helicópteros de emergência ou de combate a incêndios). O voo deve ser interrompido imediatamente se surgir qualquer risco para pessoas, animais ou bens.
- Cumprimento de Manuais: operar o drone em estrita conformidade com as instruções do fabricante (respeitando limites de velocidade do vento para evitar a deriva do fungicida) e seguir os procedimentos do manual de operação do operador.
- Zonas de Socorro: é terminantemente proibido voar próximo ou dentro de áreas onde decorram operações de salvamento ou proteção civil, salvo autorização expressa do comandante das operações.

4.3.3. RESTRIÇÕES PARA A APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOFARMACÊUTICOS COM DRONE EM PORTUGAL

Apesar da aplicação aérea ser proibida em Portugal, conforme estipulado pelo artigo 34º da Lei n.º 26/2013, de 11 de abril, podem ser concedidas autorizações de aplicação aérea de produtos fitofarmacêuticos expressamente autorizados pela DGAV e em casos limitados, bem como casos excecionais de emergência ou outras situações adversas não previstas ou com base em Planos de Aplicação Aérea (PAA) previamente autorizados pela DGAV.

A concessão das autorizações de aplicação aérea de produtos fitofarmacêuticos só pode ter lugar quando não existam alternativas viáveis, ou existam vantagens claras em termos de menores efeitos na saúde humana e no ambiente, em comparação com a aplicação de produtos fitofarmacêuticos por via terrestre. Segundo a DGAV, para a concessão da autorização de aplicação aérea, é necessário que exista

um Plano de Aplicação Aérea (PAA) aprovado ou pedido de aplicação aérea efetuado, elaborados por um técnico, onde inclui:

- pedido de aplicação aérea ou através do Formulário já desmaterializado do portal Gov.pt;
- pedido de aplicação aérea para situações de emergência ou outras situações adversas não previstas;
- modelo de ficha de registo de aplicação aérea;
- o fitofarmacêutico específico a utilizar tem de estar explicitamente homologado e registado na DGAV com autorização para "aplicação por via aérea".

Ao contrário dos drones tradicionais de filmagem ou mapeamento, os drones de pulverização acarretam um duplo desafio legislativo: por um lado, as regras de segurança aeronáutica (geridas pela ANAC) devido ao elevado peso das aeronaves com carga útil; por outro lado, as restrições fitossanitárias e ambientais (geridas pela DGAV) que regulam a dispersão de químicos por via aérea.

4.3.4. APLICAÇÃO POR DRONE DE NUTRIENTES E OUTROS USOS

As restrições impostas pela DGAV relativamente à pulverização aérea dizem respeito à aplicação de produtos fitofarmacêuticos, não abrangendo, em regra, a distribuição por drone de fertilizantes, nutrientes, bioestimulantes ou sementes para instalação de coberturas vegetais, desde que estes produtos não estejam sujeitos ao regime jurídico dos produtos fitofarmacêuticos.

Nestas situações, a operação encontra-se essencialmente sujeita ao enquadramento da legislação aeronáutica aplicável aos sistemas de aeronaves não tripuladas, da competência da ANAC, bem como ao cumprimento da restante legislação aplicável aos produtos utilizados e às normas de proteção ambiental. Assim, para a distribuição aérea de nutrientes, bioestimulantes ou sementes, não é, em princípio, aplicável o regime de autorização da DGAV previsto para a pulverização aérea de produtos fitofarmacêuticos (ANAC, 2026). A Tabela 1 apresenta um resumo Matriz das obrigações legais para drones aplicadores.

Tabela 1. Resumo matriz das obrigações legais para drones aplicadores

Substância a Aplicar	Entidade Aeronáutica (ANAC)	Entidade Agrícola (DGAV)	Status Legal em Portugal
Nutrientes / Bioestimulantes	Requer conformidade (Categoria Específica se > 25 kg)	Sem intervenção / Isento	Livre (Apenas sujeito às regras de voo)
Fungicidas / Fitofármacos	Requer conformidade (Categoria Específica pelo peso/risco)	Requer autorização excecional e produto homologado	Proibido Geral (Permitido apenas por derrogação excecional)

Fonte: DGAV (2025); ANAC (2026)

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. LOCALIZAÇÃO DO ENSAIO

O presente trabalho foi desenvolvido no “coração” do Douro vitícola, na sub-região do Cima Corgo, na margem oposta à vila do Pinhão, Quinta das Carvalhas (Figura 7), numa parcela com 2229 m² de vinha centenária, disposta numa encosta íngreme, virada a Norte, com solo predominantemente xistoso e conduzida de forma tradicional, cuja casta predominante é a Tinta Roriz, uma das variedades tintas mais representativas da Região Demarcada do Douro.

O presente ensaio foi realizado ao abrigo de autorização emitida pela Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV), que avaliou e aprovou o plano de experimentação para efeitos da presente dissertação de mestrado, definindo as respetivas condições técnicas de execução.

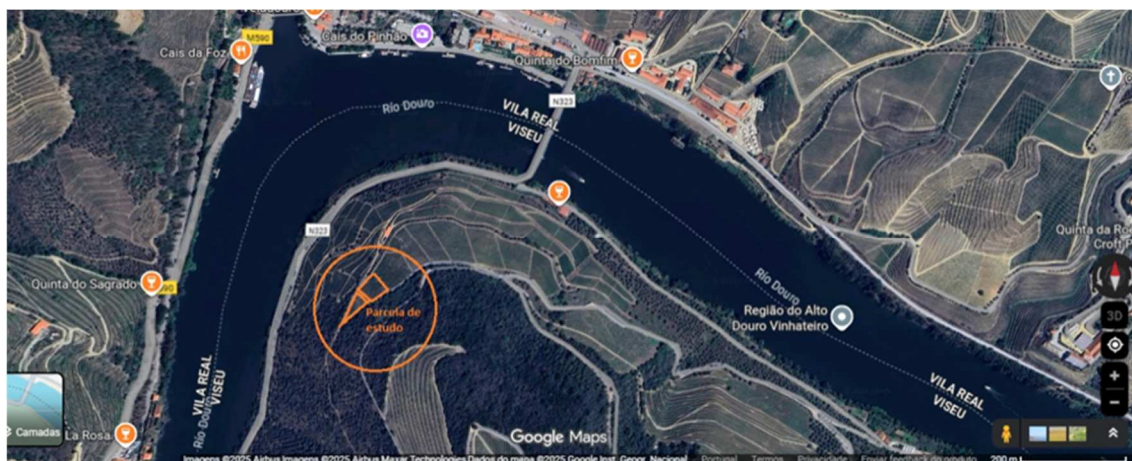


Figura 7. Vista de satélite das parcelas de ensaio inseridas na Quinta das Carvalhas, Pinhão.

Fonte: Adaptado de Google maps (s.d.)

A escolha da Tinta Roriz para o presente estudo justifica-se pela sua elevada importância económica e enológica na Região Demarcada do Douro, onde integra frequentemente os lotes destinados à produção de Vinho do Porto e de vinhos DOC Douro. Trata-se de uma das principais castas tintas cultivadas em Portugal, distinguindo-se pelo seu elevado potencial qualitativo e pela sua ampla adaptação às diferentes regiões vitivinícolas. Apresenta vigor médio, porte predominantemente ereto e fertilidade regular, produzindo cachos de tamanho médio e bagos de película espessa e coloração azul-escura. É uma casta de maturação precoce a intermédia, originando vinhos de elevada intensidade corante, boa estrutura ao nível dos taninos, equilíbrio entre álcool e acidez e elevado potencial de envelhecimento (Magalhães, 2008).

Segundo Magalhães (2008), a Tinta Roriz apresenta:

- rebentação relativamente precoce;
- maturação precoce a média;
- vigor médio;
- porte ereto, facilitando algumas operações culturais;
- boa aptidão para sistemas de condução modernos;
- sensibilidade moderada ao oídio e à podridão cinzenta quando a área foliar é muito densa;
- boa adaptação a climas quentes e secos, embora possa sofrer em situações de défice hídrico acentuado.

Estas características vegetativas assumem particular importância no contexto do presente estudo, uma vez que a arquitetura da copa influencia diretamente a deposição da pulverização e a penetração das gotas no interior da vegetação. À medida que a área foliar aumenta ao longo do ciclo vegetativo,

torna-se necessário ajustar os parâmetros de aplicação, nomeadamente o volume de calda, a altura de voo, a velocidade de deslocação e as características da pulverização, de forma a assegurar uma cobertura adequada das folhas e dos cachos.

5.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental deste estudo seguiu as orientações estabelecidas na norma OEPP/EPPO PP 1/152 (2012), para estabelecer a disposição, dimensão das parcelas e número de repetições. A área de cada parcela (Tabela 2) foi dimensionada de modo a permitir a visualização e análise de pelo menos 100 folhas e 100 cachos por parcela tratada / testemunhas, garantindo representatividade estatística para avaliação da percentagem de infeção entre parcelas.

Considerou-se a divisão da parcela total em 12 subparcelas, tal como se apresenta na Tabela 2, por forma a considerar quatro repetições em cada área de verificação, ou seja:

1. **Testemunhas** - repetições em quatro parcelas (A, B, C, D).
2. **Zonas de aplicação com Drone** - repetições em quatro parcelas (A, B, C, D).
3. **Zonas de aplicação com Equipamento Manual** - repetições em quatro parcelas (A, B, C, D).

Tabela 2. Esquema representativo da distribuição das parcelas e respetivas repetições

Testemunha (UTC) 357 m ²				Drone 1000 m ²				Manual 872 m ²			
1. A	1. B	1. C	1. D	2. A	2. B	2. C	2. D	3. A	3. B	3. C	3. D
124	67	73	93	306	338	169	187	291	228	173	180

Por forma a garantir a Não-Contaminação Cruzada, a metodologia usada garantiu independência estatística de cada tratamento, assegurando que os resultados refletissem apenas a eficácia do produto aplicado àquela parcela, sem interferência de tratamentos vizinhos. A divisão das parcelas está ilustrada na Figura 8. As colheitas das amostras foram realizadas apenas na área central/interior da parcela, criando assim uma zona de segurança (bordadura).



Figura 8. Esquema do delineamento experimental com a divisão das parcelas e respetivas repetições

Legenda: 1. UTC - testemunha; 2. Drone; 3. Manual

Para monitorizar a qualidade e uniformidade da pulverização também foram utilizados papéis hidrossensíveis e, crucialmente neste contexto, para confirmar a ausência de sobreposição (deriva ou drift) entre parcelas adjacentes. A Figura 9 apresenta a vista geral da parcela do ensaio.



Figura 9. Vista geral da parcela do ensaio.

Fonte: Fotografia do autor (2025)

Para identificação e delimitação das subparcelas, foram colocadas placas de PVR rígido, brancas, assinaladas com marcador indelével e fitas sinalizadores (vermelho e branco). A colocação de forma visível, tal como se ilustra na Figura 10, permitiram identificar com clareza o limite de cada parcela, mesmo com as ramificações e folhagem no seu estado máximo vegetativo.



Figura 10. Exemplos usados nos ensaios.

Fonte: Fotografias do autor (2025)

5.3. METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DOS FUNGICIDAS

5.3.1. PREPARAÇÃO PRÉVIA ÀS PULVERIZAÇÕES

5.3.1.1. CUIDADOS DE TRANSPORTE E ACONDICIONAMENTO DOS PRODUTOS

O transporte dos produtos fitofarmacêuticos para o local do ensaio foi efetuado em recipiente inquebrável, estanque e reservado unicamente para esta finalidade, seguindo as recomendações da DGAV, 2020, designadamente:

- verificação geral do veículo de forma a garantir que o mesmo se encontra em boas condições para que o transporte seja efetuado em segurança;
- recipiente fechado e isolado do compartimento destinado ao transporte de passageiros, sempre que possível no exterior do veículo (fora do habitáculo) e separado de alimentos destinados ao consumo humano ou animal ou outras mercadorias;
- local limpo, seco e sem objetos que possam perfurar as embalagens;
- embalagens em boas condições e devidamente fechadas;
- transporte dos produtos sempre bem-acondicionados para evitar que se desloquem durante o transporte e para que não haja derrames;
- proteção dos fatores climáticos (chuva, sol) e nunca deixar a carga ao abandono.
- utilização de EPI durante a arrumação e descarga dos produtos.

5.3.1.2. ESCOLHA DO VOLUME DE CALDA

O volume de calda é um parâmetro crítico da tecnologia de aplicação, pois representa a quantidade de mistura (água + produto) distribuída por unidade de área e condiciona a cobertura, deposição e deriva.

A escolha do volume deve considerar tipo de alvo, arquitetura da cultura, estágio fenológico, condições meteorológicas, formulação e modo de ação do produto, bem como as características do equipamento (Contiero *et al.*, 2018).

A Tabela 3 apresenta as diferentes classes de aplicação da calda, segundo Matthews (2000). Essas classes permitem reforçar que a simples redução de volume deve ser sempre acompanhada de ajuste no tamanho de gotas, calibração e regulação do equipamento, e avaliação das condições ambientais para não comprometer a eficácia e a segurança da aplicação.

Tabela 3. Classificação do volume de calda para culturas arbustivas.

Classes	Volume (L/ha)
Alto volume	> 1000
Médio volume	500 - 1000
Baixo volume	200 - 500
Muito baixo volume	50 - 200
Ultrabaixo volume	< 50

Fonte. Adaptado de Matthews (2000).

A redução do volume de calda constitui uma tendência consolidada na tecnologia de aplicação de produtos fitofarmacêuticos, permitindo aumentar a capacidade operacional (área tratada por unidade de tempo) e reduzir os custos associados ao transporte, abastecimento de água e preparação da calda. Esta estratégia contribui igualmente para diminuir os tempos improdutivos relacionados com os reabastecimentos, o consumo de combustível e os custos de manutenção dos equipamentos, sem comprometer a eficácia dos tratamentos, desde que seja assegurada uma adequada deposição da pulverização no alvo (Contiero *et al.*, 2018).

Contudo, a redução do volume de calda apenas é eficaz quando a tecnologia de aplicação é corretamente ajustada. Para tal, é necessário adaptar a concentração dos produtos fitofarmacêuticos, de forma a manter a dose de substância ativa por unidade de área recomendada no rótulo, bem como otimizar os parâmetros de funcionamento do equipamento, designadamente o tipo de bicos, a pressão de trabalho, a velocidade de deslocação, o débito e, quando aplicável, o fluxo de ar gerado pela turbina.

A eficácia da pulverização depende igualmente das características do produto fitofarmacêutico utilizado. Nos fungicidas de contacto é fundamental assegurar uma cobertura homogênea de toda a superfície vegetal, uma vez que estes atuam apenas nas zonas onde são depositados. Pelo contrário, os fungicidas sistémicos apresentam capacidade de penetração e translocação nos tecidos da planta, permitindo reduzir a exigência de cobertura total sem comprometer a eficácia do tratamento.

Outro fator determinante é a dimensão das gotas. Gotas de menor diâmetro proporcionam, para o mesmo volume de calda, um maior número de impactos e uma maior área de cobertura da superfície foliar, podendo aumentar a eficácia da aplicação. No entanto, também apresentam maior suscetibilidade à deriva, tornando indispensável uma calibração adequada do equipamento e a realização das aplicações em condições meteorológicas favoráveis. Segundo Santos (2003), a densidade mínima recomendada para aplicações de fungicidas situa-se entre 70 e 90 impactos por cm^2 .

Em Proteção Integrada da Vinha recomenda-se, por isso, uma calibração do equipamento que permita encontrar o melhor compromisso entre cobertura do alvo, dimensão das gotas, redução da deriva e segurança ambiental.

A Figura 11 ilustra o efeito da dimensão das gotas na cobertura da superfície, evidenciando que gotas de menor dimensão proporcionam uma cobertura mais uniforme para o mesmo volume de calda, desde que a deriva seja adequadamente controlada.

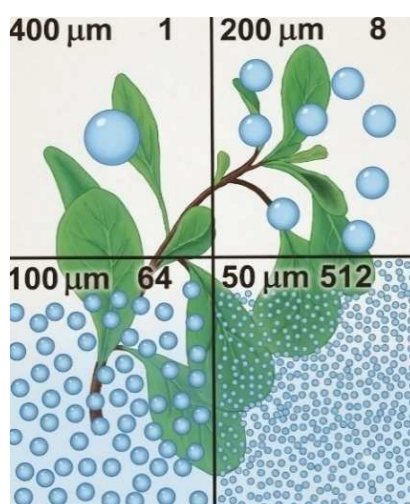


Figura 11. Comparação entre a superfície coberta, para o mesmo volume, com diferentes dimensões de gotas.

Fonte: Adaptado de DGAV (2023)

5.3.1.3. CÁLCULO DE DOSES E CONCENTRAÇÕES

O rótulo de cada produto fitofarmacêutico contém toda a informação necessária relativa à concentração (Kg ou L/hl) e à dose de aplicação (Kg ou L/ha).

- Nas fases iniciais do desenvolvimento vegetativo são usados menores volumes de calda pelo que a quantidade de produto utilizada por hectare é menor. Nestas fases de desenvolvimento da cultura, a calda deverá ser aplicada à concentração indicada.
- No pleno desenvolvimento vegetativo são usados maiores volumes de calda pelo que, de modo a manter a mesma concentração, a quantidade de produto utilizada por hectare é maior, não excedendo a dose máxima autorizada (DGAV, 2023).

No presente estudo, o primeiro tratamento/ensaio foi realizado utilizando a concentração indicada no rótulo (acrescida de 20 % - condições de pressão das doenças), enquanto os tratamentos subsequentes foram efetuados com base na dose recomendada, garantindo a aplicação correta e consistente dos produtos.

5.3.1.4. CUIDADOS NA PESAGEM E MEDIÇÕES

O doseamento dos produtos fitofarmacêuticos líquidos foi realizado com copos medidores graduados, garantindo precisão volumétrica na preparação das caldas. Os produtos sólidos foram pesados numa balança digital de elevada resolução, assegurando rigor nas quantidades aplicadas e minimizando eventuais erros de dosagem.

Durante a preparação das caldas, foram adotados cuidados para evitar derrames e contaminações, assegurando que as superfícies exteriores dos recipientes de pesagem permanecessem limpas. A pesagem foi efetuada em condições que minimizassem a influência de vibrações e correntes de ar, de modo a garantir a exatidão das medições.

No caso dos produtos líquidos, o enchimento das provetas foi realizado cuidadosamente, evitando o escoamento da calda pelas paredes internas. Sempre que tal ocorria, aguardava-se o completo escoamento do líquido antes da leitura do volume, em conformidade com as recomendações da Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR, 2011).

5.3.1.5. PREPARAÇÃO DA CALDA

A escolha do local da preparação da calda seguiu as recomendações previstas na lei 26/2013 de 11 de abril e da DGAV (2020), designadamente:

- estar afastado de habitações ou instalações de animais;
- estar afastado, mais de 10m, das linhas de água e 15m das captações (furos, poços, etc), para prevenir contaminações dos cursos de água subterrâneos ou superficiais;
- manter afastadas pessoas estranhas à atividade, incluindo crianças e animais;
- ser preparada sobre uma tela amovível ou outro equipamento com rebordo para reter qualquer derrame durante a operação;
- medir ou pesar a quantidade (mL ou gramas) de produto que vai necessitar para o depósito do pulverizador tendo cuidado para não derramar o produto para fora da cuba do pulverizador;
- encher o depósito sempre com o filtro colocado para depurar partículas que possam estar dissolvidas na água, depois colocar o(s) PF(s) pela seguinte ordem: pós molháveis/grânulos dispersíveis em água - corretor de pH (se necessário) - suspensões ou emulsões concentradas - concentrados para emulsão - tensioativos (se necessário);

- encher o depósito com um terço da água necessária; evitar salpicos; colocar o produto no depósito e agitar a calda por meios mecânicos; acabar de encher com água, mexendo sempre;
- se não esgotar o produto durante o enchimento, conservar o remanescente na sua embalagem original, bem fechada. Se o produto foi esgotado, proceder à tripla lavagem nas embalagens de líquidos, usando a água.

Antes de iniciar a preparação da calda e aplicação do produto, verificar se as condições meteorológicas são favoráveis: ausência de precipitação, vento inferior a 6,5 Km/h (para evitar a deriva), temperaturas amenas (de modo a evitar a evaporação ou fitotoxicidade manifestada pelo produto, quando aplicado).

A calda foi preparada cuidadosamente, garantindo a homogeneidade da mistura e a correta diluição dos produtos fitofarmacêuticos, de acordo com as instruções do fabricante e as recomendações do código de conduta da DGAV (2020).

Atendendo à mistura de dois produtos fitofarmacêuticos, anti-oídio e anti-míldio, procedeu-se antecipadamente a testes de compatibilidade antes da mistura, uma vez que as misturas em baixo volume de água e, conseqüentemente, altas concentrações, utilizadas em aplicações UASS (Unmanned Aerial Spraying System), podem amplificar as incompatibilidades entre produtos.

Na preparação da calda de pulverização foram utilizados diversos equipamentos de medição e pesagem, nomeadamente provetas graduadas, seringas graduadas, balança de precisão e recipientes auxiliares adequados à manipulação de produtos fitofarmacêuticos.

A preparação da calda foi realizada num depósito auxiliar, em área especificamente destinada para o efeito, devidamente delimitada e afastada de zonas sensíveis, tais como captações e linhas de água, valas de drenagem, habitações, animais e pessoas não envolvidas na operação. O reabastecimento dos equipamentos de aplicação foi igualmente efetuado nesta área, em conformidade com as recomendações do Código de Conduta para a Aplicação de Produtos Fitofarmacêuticos (DGAV, 2020) e com as boas práticas descritas pela Unmanned Aerial Pesticide Application System Task Force (UAPASTF, 2024a).

5.3.1.6. APLICAÇÃO DA CALDA

A aplicação da calda foi realizada de forma a assegurar uma distribuição uniforme sobre o alvo biológico, mediante a adaptação dos parâmetros operacionais específicos de cada equipamento de pulverização (drone e pulverizador manual de dorso).

Os principais parâmetros de aplicação, nomeadamente a pressão de pulverização, o tipo de bico e o respetivo débito (L/min), foram previamente calibrados e ajustados às características de cada tecnologia de aplicação e aos volumes de calda definidos nos ensaios preliminares de calibração, garantindo o cumprimento da dose de produto fitofarmacêutico por unidade de área e uma adequada cobertura da vegetação.

Antes do início de cada tratamento foi verificada a inexistência de pessoas não envolvidas na operação e de animais na área de aplicação. A pulverização (Figura 12) foi realizada imediatamente após a preparação da calda, evitando o seu armazenamento ou permanência prolongada no depósito, em conformidade com as recomendações do Código de Conduta para a Aplicação de Produtos Fitofarmacêuticos (DGAV, 2020).



Figura 12. Pulverização com drone versus pulverização manual.

Fonte: Fotografias do autor (2025)

5.3.1.7. REALIZAÇÃO DE ENSAIOS EM BRANCO

Os ensaios em branco foram realizados para calibrar os equipamentos e assegurar a correta preparação dos volumes de calda a serem aplicados. Este procedimento permite identificar possíveis desvios na dosagem e garantir que os tratamentos subsequentes sejam efetuados com precisão, contribuindo para a segurança e eficácia do processo de aplicação, isto é, a correta regulação do equipamento.

A avaliação da deposição das gotas nas folhas e cachos, foram, em ambos os ensaios, drone e pulverizador de dorso, avaliadas com recurso a papéis hidrossensíveis, considerando:

- volumes de calda aplicados;
- precisão da aplicação;
- impactos das gotas nas folhas/cachos;
- deposição das gotas;
- capacidade em alcançar zonas de difícil acesso na copa (canópia).

5.3.1.8. CALIBRAÇÃO E REGULAÇÃO DOS PULVERIZADOR DE DORSO E DRONE

A calibração consiste na determinação, por medição, dos principais parâmetros de funcionamento do equipamento de pulverização, nomeadamente a velocidade de deslocação, a largura de trabalho, o débito dos bicos e o volume de calda aplicado, de forma a garantir o cumprimento da dose/concentração do produto fitofarmacêutico recomendadas no rótulo.

A regulação corresponde ao ajuste dos parâmetros de funcionamento do pulverizador às características específicas da cultura e às condições de aplicação, permitindo otimizar a qualidade da pulverização e assegurar uma distribuição uniforme da calda sobre o alvo biológico.

Calibração do Pulverizador de dorso

Os procedimentos para a calibração do pulverizador de dorso seguiram as recomendações da DGADR (2011), nomeadamente através do cálculo do volume de calda gasto numa área de 100 m² e da sua extrapolação para o hectare, utilizando apenas água e verificando a velocidade de andamento, de modo a assegurar a distribuição uniforme da calda na parcela.

Procedimentos pela seguinte ordem:

- 1.º marcar uma área no terreno (100 m²), onde se fará a aplicação real;

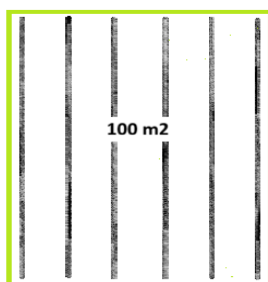


Figura 13. Esquema de calibração do pulverizador de dorso numa parcela de 100m²

- 2.º encher o pulverizador com água limpa e prepará-lo para a realização de uma aplicação, como normalmente;
- 3.º utilizar o pulverizador como habitualmente, como se estivesse a realizar um tratamento fitossanitário, e percorrer a totalidade da área marcada, à velocidade normal de trabalho com que se costuma realizar os tratamentos;
- 4.º verificar qual o volume de água remanescente no pulverizador; subtrair ao volume total do pulverizador para saber qual o volume de água (Litros) que foi gasto na área marcada.

O volume de calda determinado no crescimento vegetativo máximo da vinha com pulverizador manual de dorso (altura máxima vegetativa) foi 528 L/ha.

De referir que o volume de calda determinado para o pulverizador manual de dorso insere-se na média de aplicação habitualmente executada pelo operador, assim como por outros operadores da região.

Calibração do Drone

Os procedimentos para a calibração do drone seguiram as recomendações da Unmanned Aerial Pesticide Application System Task Force (UAPASTF, 2024a), designadamente:

- garantir que se encontra limpo e em bom estado de funcionamento;
- verificar a bateria, controle remoto, software de voo e condições de segurança do equipamento;
- encher o depósito com água limpa, na mesma proporção de calda que será usada na aplicação real;
- ajustar bicos em relação ao débito (L/min) e pressão conforme recomendações do fabricante;
- configurar altura de voo, velocidade e padrão de pulverização de acordo com a cultura;
- pulverizar sobre uma área de teste ou recipiente coletor, simulando a aplicação real;
- medir o volume de calda efetivamente aplicado e observar a uniformidade da distribuição;
- corrigir parâmetros do drone (vazão, débito, pressão, altura, velocidade) caso haja diferença entre volume teórico e aplicado;
- anotar todos os parâmetros utilizados: volume aplicado, altura, velocidade, pressão, área coberta e observações sobre a uniformidade de distribuição.

A Figura 14 ilustra a planificação e a preparação do voo do drone, etapas fundamentais para assegurar a correta execução da aplicação fitossanitária. O volume de calda determinado no crescimento vegetativo máximo da vinha com drone foi 320 L/ha.

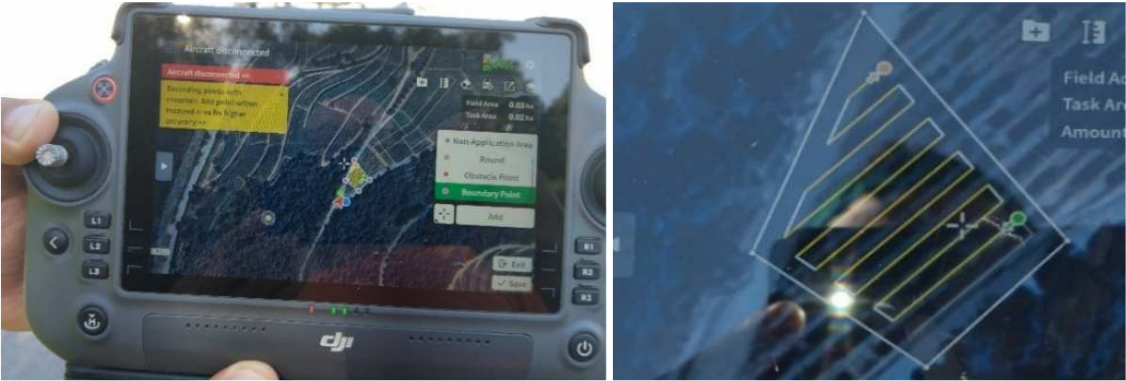


Figura 14. Teste do Drone

Fonte: Fotografias do autor (2025)

De uma forma geral, o volume de calda aferido corresponde à média dos volumes, habitualmente, aplicados por equipamentos mecanizados terrestres utilizados em vinhas da região, nomeadamente através do pulverizador com turbina.

5.3.2. SELEÇÃO DOS FUNGICIDAS UTILIZADOS

Os produtos fitofarmacêuticos utilizados no presente estudo foram fornecidos pela Basf (<https://www.agro.basf.pt/>) e pela Selectis (<https://selectis.pt/>). Trata-se de fungicidas destinados ao uso profissional, homologados pela DGAV, destinados ao controlo do míldio e do oídio da vinha.

Importa salientar que os produtos aplicados foram especificamente e previamente autorizados pela DGAV para aplicação aérea, tendo a sua utilização sido enquadrada no contexto e nos objetivos definidos para o presente estudo. Apresenta-se, nas Tabelas 4 e 5, a relação dos fungicidas para o controlo do oídio e do míldio da videira, respetivamente, autorizados pela DGAV e aplicados no decorrer do presente estudo.

Tabela 4. Identificação dos produtos fitofarmacêuticos utilizados no ensaio para controlo do oídio

Controlo do Oídio	Características
	Nome: Sercadis® (BASF)
	Formulação: Suspensão concentrada (SC)
	Substância(s) ativa(s): 26,5 % (p/p) fluxapiroxade
	Características: O Sercadis® é um fungicida sistémico composto por uma nova substância ativa – fluxapiroxade. O Xemium® (fluxapiroxade) pertence ao grupo dos pirazóiscarboximidás (inibidor do complexo II, inibindo a enzima succinato desidrogenase (SDHI)).

	Nome: Revysion® (BASF) Formulação: Suspensão Concentrada (SC) Substância(s) ativa(s): 7,14 % (p/p) mefentrifluconazol. Características: O Revysion® é um fungicida sistêmico composto por uma nova substância ativa mefentrifluconazol possuindo ação preventiva e curativa. O Revysion® é um novo triazol, inibidor da biossíntese do ergosterol na demetilação - DMI, por inibição do citocromo P450, em C14-demetilase (erg11/cyp51), código 3 do FRAC.
	Nome: Vivando® (BASF) Formulação: Suspensão Concentrada (SC) Substância(s) ativa(s): 500 g/l metrafenona Características: O Vivando é um novo fungicida penetrante com difusão sobre a forma de vapor, com ação preventiva, curativa e anti-esporulante.
	Nome: Arriosta® (SELECTIS) Formulação: Grânulos dispersíveis em água (WG) Substância(s) ativa(s): 25,0% (p/p) de cresoxime-metilo e 8,75% (p/p) de penconazol Características: ARRIOSTA é um inovador fungicida para a cultura da vinha onde os modos de ação das substâncias ativas cresoxime-metilo e penconazol se complementam, traduzindo-se na elevada eficácia sobre as doenças Oídio da videira e Black rot.
	Nome: Cultigo® (SELECTIS) Formulação: Suspensão concentrada (SC) Substância(s) ativa(s): 500 g/L ou 42,02 % (p/p) de metrafenona Características: CULTIGO® é um fungicida penetrante com difusão sob a forma de vapor eficaz no controlo do oídio da videira, com ação preventiva, curativa e anti-esporulante. Translocação nos cachos com forte ação vapor. Ação preventiva e anti-esporulante, e curativa se aplicado na fase inicial da infeção.

Fonte: Adaptado de BASF Agro (s.d., "Soluções Agrícolas | Produtos fitossanitários") e Selectis (s.d., "Produtos").

Tabela 5. Identificação dos produtos fitofarmacêuticos utilizados para controlo do míldio

Controlo do Míldio	Características
	Nome: Envita® (BASF) Formulação: Suspensão concentrada Substância(s) ativa(s): 9,1 % (p/p) ditianão, 40,87 % (p/p) fosfonatos de potássio Características: Fungicida sistêmico com ação preventiva, que resulta da associação de duas substâncias ativas fosfonato de potássio e ditianão. O ditianão, é uma

substância ativa pertencente ao grupo químico das quinonas, de superfície, com atividade preventiva que inibe vários processos metabólicos atuando em diversas enzimas. O fosfonato de potássio (=ácido fosfónico) é um fungicida sistémico que atua como indutor das defesas das plantas.

Nome: Boltex® F (SELECTIS)

Formulação: Grânulos dispersíveis em água (WG)

Substância(s) ativa(s): 400 g/kg ou 40% (p/p) de folpete + 50 g/kg ou 5% (p/p) de metalaxil-M



Características: O BOLTEX® F é um fungicida composto por metalaxil-M e folpete. Metalaxil-M tem atividade curativa, inibe o crescimento micelial e formação do esporo, interferindo seletivamente na síntese de ácidos nucleicos, atuando na RNA polimerase I. Metalaxil-M é um fungicida sistémico com translocação acropética ou ascendente, permitindo proteger o novo crescimento da planta. Metalaxil-M pertence ao grupo das fenilamidas ou grupo A1 do FRAC. Folpete tem atividade preventiva, inibe a germinação dos esporos, é um multi-site, inibindo várias enzimas oxidativas, carboxilases e enzimas envolvidas no metabolismo de fosfatos. Folpete é um fungicida de superfície, pertence ao grupo das ftalimidas ou grupo M4 do FRAC.

Nome: Boltex® Evo (SELECTIS)

Formulação: Grânulos dispersíveis (WG)

Substância(s) ativa(s): 4% (p/p) de metalaxil-M, 4,8% (p/p) de cimoxanil e 40% (p/p) de folpete



Características: BOLTEX® EVO é um fungicida sistémico, com ação preventiva curativa para o controlo do míldio da videira. É composto por 3 substâncias ativas, metalaxil-M, cimoxanil e folpete, que conferem triplo modo de ação sobre a planta e asseguram maior eficácia biológica no controlo do fungo do míldio.

Nome: Cimonil® C (SELECTIS)

Formulação: Pó molhável (WP)

Substância(s) ativa(s): 4% (p/p) de cimoxanil e 40% (p/p) de cobre



Características: O **Cimonil C** associa as vantagens do cobre à ação curativa do cimoxanil. Apresenta ação preventiva e penetrante com capacidade curativa, sobre infeções primárias e secundárias de míldio.

Fonte: Adaptado de BASF Agro (s.d., "Soluções Agrícolas | Produtos fitossanitários") e Selectis (s.d., "Produtos").

5.3.3. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI) / SEGURANÇA

O manuseamento e a aplicação de produtos fitofarmacêuticos requerem a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) adequados, em conformidade com o Regulamento (UE) 2016/425 relativo aos equipamentos de proteção individual, cuja aplicação em Portugal é enquadrada pelo Decreto-Lei n.º 118/2019, de 21 de agosto. Para a proteção contra produtos fitofarmacêuticos foi considerada a norma harmonizada EN ISO 27065:2017/A1:2019, cuja utilização é recomendada pela Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV, 2023).

Em todas as operações do ensaio, nomeadamente durante o manuseamento dos produtos fitofarmacêuticos, preparação da calda, abastecimento do equipamento, aplicação e limpeza dos equipamentos de pulverização, foram utilizados EPI com marcação CE e acompanhados da respetiva declaração UE de conformidade. Todos os equipamentos pertenciam à Categoria III, de acordo com o Regulamento (UE) 2016/425, por se destinarem à proteção contra riscos químicos suscetíveis de provocar consequências graves para a saúde.

A seleção, utilização e manutenção dos EPI seguiram as recomendações da Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) e da Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT) (Teixeira, 2014), garantindo uma proteção adequada dos operadores durante todas as fases do ensaio.

Especificações dos EPI's usados no ensaio:

- **Proteção das vias respiratórias:** foram utilizadas semi-máscaras descartáveis do tipo FFP2, com alto poder de retenção para partículas sólidas e líquidas, de acordo com a norma EN 149:2001;
- **Proteção dos olhos:** foram utilizados óculos contra salpicos, de acordo com a norma EN 166;
- **Proteção do corpo:** foram utilizados fatos descartáveis de polipropileno e reutilizáveis de algodão poliéster, ambos do Tipo 4 ou 6, de acordo com a norma EN 463 ou EN 468;
- **Proteção das mãos:** foram utilizadas luvas de nitrilo de acordo com a norma EN 374;
- **Proteção dos pés:** foram utilizadas botas do tipo galocha de borracha de cano alto (quer durante a preparação da calda do produto, quer na sua aplicação, ou ainda no posterior contacto com as plantas tratadas) que deve ser assegurada pelo uso de botas de borracha, evitando-se que haja um espaço desprotegido entre as botas e as calças. Terminada a aplicação, lavar bem as botas por dentro e por fora;
- **Coletes com bandas refletoras:** os pilotos usaram coletes de material de alta visibilidade, com a indicação do nome VISUDRONES, em conformidade com as recomendações da Unmanned Aerial Pesticide Application System Task Force (UAPASTF, 2024a).

Terminadas as operações, os equipamentos de proteção individual (EPI) reutilizáveis foram devidamente lavados, descontaminados, secos e acondicionados em local limpo, seco e protegido da luz solar, de acordo com as recomendações do fabricante. Os EPI descartáveis que atingiram o fim da sua vida útil foram eliminados em conformidade com os procedimentos aplicáveis à gestão de resíduos associados à utilização de produtos fitofarmacêuticos.

Podemos observar nas Figuras 15 e 16 os EPI usados pelo operador nas pulverizações manuais e pelos pilotos dos drones.



Figura 15. Equipamentos de Proteção Individual utilizados pelo operador na pulverização manual de fungicidas

Fonte: Fotografia do autor (2025)



Figura 16. Equipamento de Proteção Individual usados pelos operadores na preparação da calda e pelos pilotos do drone.

Fonte: Fotografias do autor (2025)

Para além dos EPI, por razões de prevenção e segurança, em cada ensaio foi providenciado um kit de primeiros socorros portátil, equipado com: máscaras de proteção facial; luvas descartáveis; tesoura de pontas redondas; compressas esterilizadas (de diferentes dimensões incluindo próprias para queimaduras); pensos rápidos de diferentes dimensões; rolo adesivo; ligaduras (elástica e não elástica); solução antisséptica; álcool etílico; soro fisiológico.

5.3.4. CARACTERÍSTICAS DO DRONE USADO NA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS

O drone utilizado foi o DJI Agras T50 (Figura 17). Esta aeronave encontra-se classificada para operações na categoria A3, dispõe de Declaração de Conformidade da União Europeia e apresenta as características técnicas descritas na Tabela 6.

A operação foi conduzida por piloto experiente, devidamente licenciado e em conformidade com as imposições legais em vigor. Os voos foram realizados em condições ambientais controladas: temperatura entre 5 °C e 35 °C, humidade relativa até 60% e velocidade do vento inferior a 5 m/s.

Tabela 6. Características do Drone DJI AGRAS T50 utilizado no ensaio.

Descrição da Aeronave
• Peso: 52 kg (com bateria) • Peso máximo de decolagem para pulverização: 92 kg (ao nível do mar) • Distância entre eixos diagonal máxima: 2200 milímetros • Dimensões: 2800×3085×820 mm (braços e hélices desdobrados) • Faixa de precisão de pairar (com sinal GNSS forte): RTK habilitado: Horizontal: ±10 cm, Vertical: ±10 cm • Frequência operacional RTK: GPS L1/L2, GLONASS F1/F2, BeiDou B1I/B2I/B3I, Galileo E1/E5b, QZSS L1/L2 • Frequência operacional GNSS: GPS L1, GLONASS F1, BeiDou B1I, Galileo E1, QZSS L1 • Raio de voo configurável máximo: 2000 metros • Resistência máxima ao vento: 6 m/s

Sistema de pulverização / Tanque de pulverização

- Volume: 40 L
- Atomização dupla

Bombas de entrega e aspersores

- Débito máximo: 16 L/min (2 aspersores de ação centrífuga);
- Tamanho da gota: 50-500 μm
- Largura efetiva de pulverização: 4-11 m (a uma altura de 3 m acima das culturas)

Fonte: Adaptado de DJI Agriculture (s.d., "DJI AGRAS T50 – Specifications")

A utilização do drone obedeceu às orientações da Unmanned Aerial Pesticide Application System Task Force (UAPASTF), em particular às recomendações constantes do documento técnico Best Management Practices for Safe and Effective Application of Pesticides Using Unmanned Aerial Spray Systems (UASS), publicado em 20 de setembro de 2024 (UAPASTF, 2024a). Estas boas práticas fornecem orientações para a aplicação segura, eficaz e responsável de produtos fitofarmacêuticos.



Figura 17. Drone DJI AGRAS T50 utilizado na aplicação dos fungicidas

Fonte: Fotografia do autor (2025)

5.3.5. CARACTERÍSTICAS E OPERAÇÃO DO PULVERIZADOR MANUAL

O equipamento terrestre convencional de aplicação de produtos fitofarmacêuticos, utilizado como método comparativo, foi um pulverizador de jato projetado, de dorso e acionamento elétrico. Salienta-se que este tipo de equipamento é habitualmente utilizado em circunstâncias idênticas neste tipo de vinhas, onde não é possível a mecanização.

O pulverizador utilizado no ensaio possui uma capacidade útil de 16 L e é fabricado pela empresa Sirfran S.L., modelo Technology Mix. Está equipado com uma bateria de lítio recarregável, que proporciona uma autonomia média de aproximadamente 8 horas de funcionamento contínuo, permitindo a realização de tratamentos prolongados sem necessidade de substituição ou recarga intermédia da bateria. O pulverizador dispõe ainda de uma lança de fibra M-94 e de um bico adaptável, concebidos para assegurar uma distribuição homogênea da calda e uma pulverização eficiente,

contribuindo para uma cobertura uniforme do alvo e para uma maior eficácia da aplicação dos produtos fitofarmacêuticos. As principais características estão descritas na Tabela 7.

Tabela 7. Características do pulverizador manual utilizado no ensaio.

Características gerais
• Bateria de lítio recarregável • Pressão constante em todos os momentos • Bocal ajustável, com possibilidade de adaptação de outros bicos integrado na lança para evitar entupimentos • Bomba de membrana fiável • Peso aproximadamente 4 kg • Design confortável e fácil de manusear • Débito do bico (0,8 L/min)
Sistema de pulverização / Tanque de pulverização
• Volume: 16 L • Jato projetado
Bomba e bicos
• Bomba elétrica • Bico de jato cónico de turbulência

Fonte: Adaptado de Sirfran (2025, Catálogo Sirfran 2025, s.d.).

No pulverizador de dorso de jato projetado (Figura 18), a calda é pressionada até ao bico por ação de uma bomba de membrana que aspira do depósito e, sob pressão, projeta a calda através do bico sobre o alvo biológico. Deve-se atender às indicações do fabricante quanto à pressão máxima de trabalho. Como dispõe de manómetro e regulador de pressão, pode-se regular a pressão de saída da calda. Dos acessórios fazem parte barras de pulverização com vários comprimentos e tipos de bicos (DGADR, 2011).



Figura 18. Pulverizador de dorso utilizado na aplicação dos fungicidas.

Fonte: esquerda - Adaptado de Sirfran (2025, Catálogo Sirfran 2025, s.d.); direita - Fotografias do autor (2025)

As operações de aplicação foram realizadas por um operador experiente, funcionário da Quinta das Carvalhas há vários anos, detentor de cartão de aplicador de produtos fitofarmacêuticos e com larga experiência na execução deste tipo de operações.

5.3.6. MANUTENÇÃO E LIMPEZA DO EQUIPAMENTOS DE APLICAÇÃO

Após cada utilização, o equipamento de aplicação foi lavado com água e verificado o depósito para possíveis fugas ou um esvaziamento incompleto. Utilizou-se o EPI em todas as operações de limpeza do equipamento. Foi tido o cuidado especial de lavar o depósito do equipamento utilizando o mínimo de água possível, pulverizando-a numa zona não visada, de forma a assegurar as condições de segurança que minimizem a contaminação dos solos e dos cursos de água, valas, nascentes e captações pelo que foi guardada uma distância mínima de 10 metros destes pontos (DGAV, 2020).

5.4. METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA PULVERIZAÇÃO NA VIDEIRA

A qualidade da pulverização corresponde à capacidade da aplicação em distribuir a calda de forma uniforme e eficaz sobre o alvo biológico (folhas e cachos), assegurando uma cobertura adequada, uma densidade de gotas suficiente, um tamanho de gota apropriado e uma boa penetração na copa, minimizando simultaneamente as perdas por deriva e escorrimento.

Foi avaliada através da análise da deposição da calda nas folhas e nos cachos, considerando parâmetros como a distribuição das gotas sobre o alvo, a percentagem de cobertura, a densidade e o diâmetro das gotas, indicadores que permitem aferir a eficácia e a uniformidade da aplicação. Complementarmente, procedeu-se à avaliação da deriva, entendida como a deposição de gotas fora da área-alvo durante a pulverização.

Para o efeito, utilizaram-se papéis hidrossensíveis, distribuídos em posições previamente definidas nas parcelas experimentais. Estes papéis têm um pigmento amarelo sensível à água, que muda de coloração para azul quando entra em contacto com as gotas da pulverização, possibilitando a avaliação objetiva dos parâmetros de deposição anteriormente referidos. A figura 19 ilustra o exemplo a disposição dos papéis hidrossensíveis nas diferentes partes da videira.



Figura 19. Colocação dos papéis hidrossensíveis na copa das videiras para observação da qualidade da pulverização

Fonte: Fotografias do autor (2025)

Antes de cada tratamento, em videiras selecionadas aleatoriamente, colocaram-se hidrossensíveis em três alturas da copa (superior, intermédia e inferior), tanto nas parcelas tratadas com drone como nas tratadas com pulverizador de dorso manual, permitindo comparar a cobertura e a penetração da calda

através da observação da deposição de gotas nos órgãos alvo (folhas e cachos), fornecendo informação objetiva sobre a eficácia da calibração e da técnica de aplicação. Os equipamentos de aplicação foram calibrados e ajustados em função dos parâmetros observados, por forma a manter os padrões de qualidade de pulverização desejada (correta regulação). Na tabela 8 estão identificados os principais parâmetros de observação tidos em cada teste realizado.

Tabela 8. Parâmetros gerais de observação dos papéis hidrossensíveis na copa.

Observação	Parâmetros
O papel está bem amarelo (sem gotas)	Cobertura insuficiente: risco de subdosagem
O papel está quase totalmente azul, com escorrimentos ou manchas coalescidas	Excesso de calda: risco de sobredosagem e risco de escorrimento e deriva
O papel apresenta manchas azuis isoladas	Baixa densidade de gotas, risco de falhas de tratamento
Percentagem de área coberta	<30% Cobertura insuficiente
	30–60% Cobertura moderadamente insuficiente
	>60% Cobertura aceitável, com grau de ótimo à medida que se aproxima de 100% de cobertura
Densidade de impactos	70 - 90 por cada cm²: aceitável

Fonte: Adaptado de Santos (2003)

A Figura 20 ilustra um exemplo da avaliação realizada com recurso a papéis hidrossensíveis. A análise destes permitiu determinar a densidade de impactos das gotas por unidade de área e avaliar a qualidade da deposição e a uniformidade da distribuição da calda de pulverização nas folhas e nos cachos da videira. Estes parâmetros são amplamente utilizados como indicadores da qualidade da pulverização, uma vez que influenciam diretamente a cobertura do alvo biológico e, consequentemente, a eficácia potencial dos tratamentos fitofarmacêuticos.

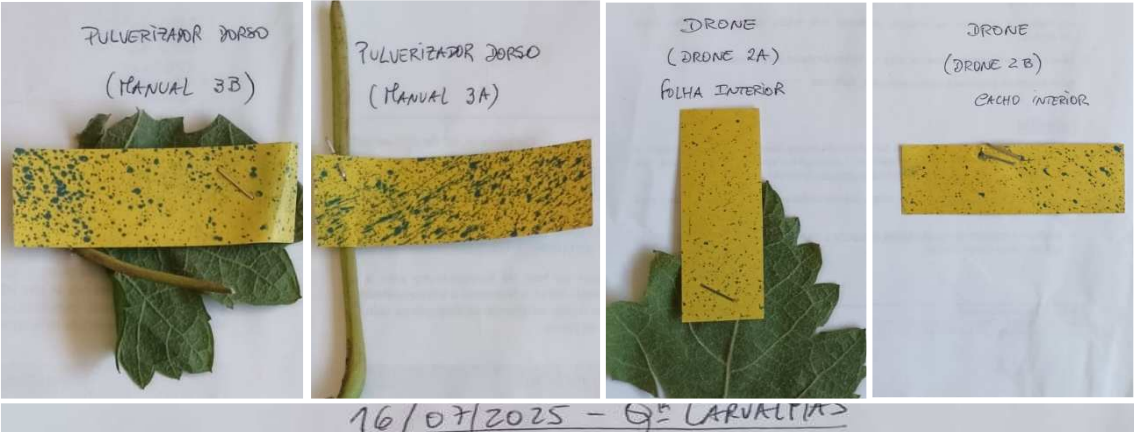


Figura 20. Exemplo da avaliação da deposição das gotas nos papéis hidrossensíveis

Fonte: Fotografia do autor (2025)

5.5. METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DA DERIVA DA PULVERIZAÇÃO

A deriva da pulverização corresponde ao transporte de gotículas atomizadas ou de partículas sólidas da calda para fora da área-alvo durante ou imediatamente após a aplicação, devido à ação do vento e de outros fatores ambientais (UAPASTF, 2024b). Este conceito está em consonância com a definição estabelecida na norma ISO 22866:2005 – Equipment for crop protection — Methods for field measurement of spray drift (ISO, 2005b), que define a deriva como a quantidade de produto fitofarmacêutico transportada para fora da área tratada pela ação das correntes de ar durante o processo de aplicação. Este fenômeno ocorre quando as gotas não atingem o alvo pretendido, sendo deslocadas para áreas adjacentes.

A deriva constitui um dos principais desafios da tecnologia de aplicação de produtos fitofarmacêuticos, uma vez que pode reduzir a eficácia dos tratamentos e aumentar o risco de contaminação ambiental. O arrastamento da calda para áreas não visadas pode afetar organismos não alvo, contaminar águas superficiais e subterrâneas, comprometer ecossistemas adjacentes e representar um potencial risco para a saúde humana. A perda de produto por deriva traduz-se numa menor deposição de substância ativa sobre o alvo biológico, reduzindo a eficiência da aplicação e a eficácia do tratamento (DGAV, 2020).

Segundo Gil *et al.*, (2014), a deriva da pulverização é influenciada por diversos fatores, que podem ser agrupados em quatro categorias principais: equipamentos e técnicas de aplicação, características da pulverização, competência do operador e condições ambientais e meteorológicas. Entre estas últimas, destacam-se a velocidade e direção do vento, a temperatura do ar, a humidade relativa e a estabilidade atmosférica.

Relativamente aos fatores operacionais, o tipo de bico de pulverização, a dimensão das gotas, a pressão de trabalho, a velocidade de deslocação do equipamento e a altura de aplicação desempenham um papel determinante no potencial de deriva.

Com o objetivo de minimizar este risco, todos os tratamentos fitossanitários foram realizados durante o período da manhã, quando, de um modo geral, as condições meteorológicas são mais favoráveis, caracterizando-se por velocidades de vento reduzidas, temperaturas mais baixas e humidade relativa mais elevada. No caso da aplicação com drone, a altura de voo foi mantida entre aproximadamente 2 e 3 m acima da copa da videira, reduzindo a distância percorrida pelas gotas até ao alvo e, consequentemente, o seu potencial de desvio.

A avaliação da deriva foi efetuada através da colocação de papéis hidrossensíveis em pontos estratégicos localizados na periferia das parcelas experimentais, a distâncias compreendidas entre 5 e 10 m das bordaduras da vinha e posicionados preferencialmente na direção predominante do vento durante a aplicação.

Após a realização dos tratamentos, os papéis foram recolhidos e analisados, permitindo detetar a presença de gotas depositadas fora da área-alvo e avaliar o potencial de deriva associado a cada modalidade de aplicação.

Importa salientar que esta metodologia permitiu uma avaliação qualitativa e comparativa da deriva, baseada na presença e distribuição das gotas nos papéis hidrossensíveis, não tendo sido efetuada a quantificação da massa de produto depositada nem a determinação de índices normalizados de deriva previstos na norma ISO 22866.

Na Figura 21 ilustra-se um exemplo da avaliação realizada, possibilitando, em tempo real, recolher amostras da avaliação da deriva.



Figura 21. Colocação dos papéis hidrossensíveis na copa das videiras para observação da deriva

Fonte: Fotografia do autor (2025)

5.6. METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS FUNGICIDAS CONTRA O MÍLDIO E O OÍDIO

A metodologia OEPP/EPPO PP 1/152 segue procedimentos rigorosos e padronizados que visam garantir que os ensaios de campo forneçam dados fiáveis e comparáveis sobre a eficácia biológica dos produtos fitofarmacêuticos. As principais considerações que tivemos em conta na norma foram:

Condições dos ensaios de campo:

- Local: os ensaios devem ser realizados em vinhas onde se preveja uma pressão de doença adequada e uniforme (incidência e severidade) para permitir a distinção clara entre os tratamentos;
- Cultura: utilização de uma casta de videira (cultivar) suscetível a míldio e/ou oídio;
- Delineamento experimental: a norma exige um delineamento de ensaio apropriado, tipicamente em parcelas elementares com repetições, para permitir a análise estatística dos resultados (ex: delineamento em blocos completos aleatórios).
- Os tratamentos devem incluir, no mínimo:
 - o o produto - teste na(s) dose(s) proposta(s);
 - o um ou mais Produtos de Referência (Padrão) de eficácia conhecida e homologada;
 - o uma zona de controlo Não Tratada – testemunha (UTC), para determinar a pressão da doença.
- Protocolo de aplicação:
 - o fase da cultura: os tratamentos devem ser aplicados em fases de desenvolvimento da videira (BBCH) relevantes e em condições propícias ao desenvolvimento da doença (tratamentos preventivos);
 - o técnica de aplicação: a aplicação deve mimetizar a prática agrícola local (ex: pulverização com equipamento adequado e calibração correta), especialmente importante em socalcos onde a aplicação manual é a norma.

Avaliação da eficácia - a avaliação da eficácia do fungicida baseia-se na medição da Intensidade e Frequência das doenças míldio e oídio:

- Órgãos avaliados: folhas, cachos e/ou bagos.
- Parâmetros: contagem do número de órgãos infetados e estimativa da área foliar/cacho afetada, utilizando escalas de avaliação 0, 5, 10, 20, 30,...100 da superfície da área afetada.
- Frequência: devem ser realizadas várias avaliações ao longo do ciclo cultural, com destaque para a avaliação final antes da vindima.
- Avaliação da eficácia: a eficácia do produto-teste é calculada através da comparação da Intensidade (severidade) e a Frequência nas parcelas tratadas (Manual e Drone) com as testemunhas.
- Avaliação da fitotoxicidade: avaliar a fitotoxicidade (danos causados pelo produto à cultura) em relação ao Controlo Não Tratado. Qualquer sintoma de fitotoxicidade (ex: manchas, cloroses, deformações) deve ser registado e quantificado, pois um produto eficaz, mas fitotóxico, não será aprovado.

A percentagem de folhas e cachos afetados em relação ao total observado e grau de infecção visível nas partes afetadas foram quantificados com escalas visuais. Para avaliar a percentagem da superfície foliar e da área do cacho afetadas, utilizou-se a escala apresentada na Figura 22.

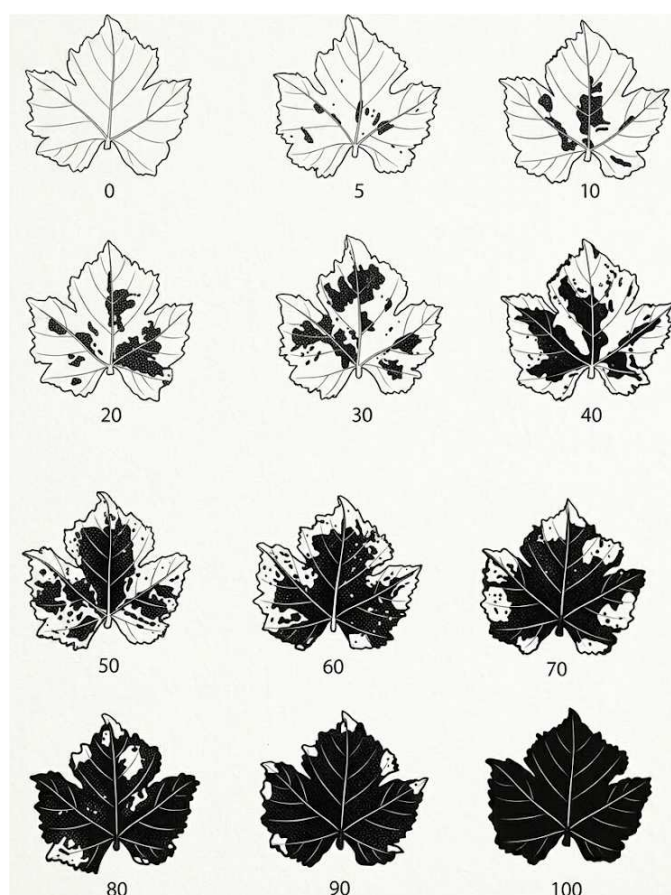


Figura 22. percentagem da superfície da folha afetada.

Fonte: Adaptado de EPPO (2021a/b)

Dada a elevada correlação existente entre as condições meteorológicas e a epidemiologia das doenças do míldio e oídio, os parâmetros climáticos como a precipitação, a temperatura ambiente (máxima, média e mínima) e a humidade relativa foram monitorizadas e registadas ao longo de todo o período experimental com recurso a uma estação meteorológica automática instalada nas imediações da parcela de estudo.

Condições climáticas extremas, como secas prolongadas, chuvas intensas, granizo, geadas tardias, entre outros fatores abióticos, foram igualmente documentadas, por poderem afetar significativamente a evolução das doenças e comprometerem os resultados do ensaio.

Em cada data de aplicação e de avaliação, foi registada a fase fenológica da vinha com base na escala BBCH (BBCH Group Working, 2001) (Figura 23), permitindo uma análise rigorosa da correlação existente entre o estágio de desenvolvimento da cultura e o posicionamento dos tratamentos segundo a composição e o modo de ação de cada um deles para a avaliação da sua eficácia.

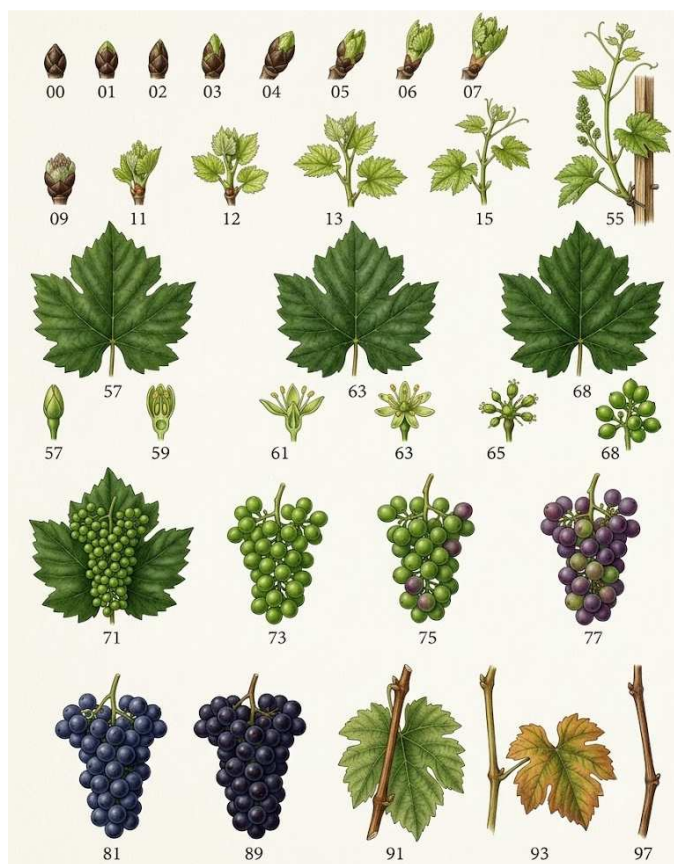


Figura 23. Escala fenológica BBCH da videira (*Vitis vinifera* L.), ilustrando os principais estados de desenvolvimento desde a rebentação até à maturação

Fonte: Adaptado de Lorenz *et al.* (1995)

Legenda: 00. Gemas dormentes; 01. Inchamento de gemas; 05. Algodão; 09. Ponta verde; 11. Primeira folha separada; 13. Duas ou três folhas separadas; 15. Cinco ou seis folhas separadas e inflorescência visível; 55. Alongamento da inflorescência; 67. Inflorescência desenvolvida e flores separadas; 61. Início do florescimento; 63. 30% das flores abertas; 65. Pleno florescimento ou 50% das flores abertas; 68. 80% das flores abertas; 71. Frutificação; 73. Grãos em tamanho “chumbinho”; 75. Grãos em tamanho “ervilha”; 77. Início da compactação do cacho; 81. Início da maturação; 89. Maturação plena; 91. Maturação dos sarmentos; 93. Início da queda de folhas; 97. Final da queda de folhas. Fonte: BBCH Group Working, 2001

5.7. METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DA EFICÁCIA

A eficácia dos tratamentos fitossanitários foi determinada comparando a incidência da doença nas modalidades tratadas (aplicação manual e aplicação por drone) com a observada na testemunha não tratada (UTC). O cálculo foi efetuado para cada data de avaliação e para cada órgão da planta (folhas e cachos), utilizando a fórmula de Abbott (Abbott, 1925):

$$\text{Eficácia (\%)} = (C-T)/C \times 100$$

- **C** = valor da doença (incidência ou severidade) na **testemunha não tratada**;
- **T** = valor da doença (incidência ou severidade) na **modalidade tratada**.

Uma eficácia de 100% indica ausência de sintomas na modalidade tratada relativamente à testemunha, enquanto valores inferiores refletem uma redução parcial da doença. O cálculo foi efetuado separadamente para o míldio e para o oídio, considerando as avaliações realizadas nas folhas e nos cachos em cada data de observação.

5.8. METODOLOGIA PARA A ANÁLISE ESTATÍSTICA

A eficácia dos diferentes métodos de aplicação (drone e pulverização manual) foi avaliada com base nas observações visuais da frequência de ataque, da intensidade da infeção e da fitotoxicidade, de acordo com as metodologias preconizadas pela European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). Para a análise dos resultados foram consideradas as seguintes variáveis:

- **INFECT – P%FREQ**: frequência de ataque, correspondente à percentagem (%) de órgãos observados (folhas ou cachos) que apresentavam sintomas da doença;
- **INFECT – P%INF**: intensidade (ou severidade) da infeção, expressa pela percentagem (%) da superfície do órgão afetada pela doença;
- **PHYTOX (%)**: fitotoxicidade, expressa como a percentagem (%) de plantas que apresentavam sintomas de fitotoxicidade resultantes da aplicação dos produtos fitofarmacêuticos.

Os dados obtidos foram analisados com recurso a ARM software - Agricultural Research Manager, Versão 2025.5 de 14 de Abril.

Para avaliar o efeito dos diferentes métodos de aplicação procedeu-se à análise de variância (ANOVA). Sempre que a ANOVA evidenciou diferenças estatisticamente significativas, as médias foram comparadas através do teste de Student-Newman-Keuls (SNK), considerando um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

Na apresentação dos resultados, as médias são identificadas por letras, correspondendo a grupos homogêneos. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, enquanto médias identificadas por letras diferentes apresentam diferenças estatisticamente significativas ao nível de significância adotado.

5.9. RECOLHA DE DADOS METEOROLÓGICOS

A estação meteorológica automática (EMA) constitui uma ferramenta fundamental na viticultura de precisão, permitindo a monitorização contínua, em tempo real, dos principais parâmetros meteorológicos que influenciam o desenvolvimento da cultura da vinha. A informação recolhida é essencial para apoiar a tomada de decisão na gestão da exploração, nomeadamente na previsão do risco

de ocorrência de pragas e doenças, como a traça-da-uva, o míldio e o oídio, na otimização da rega, no planeamento das intervenções fitossanitárias e na definição da época de colheita.

A Quinta das Carvalhas possui uma estação meteorológica automática (Figura 24) que recolhe e regista os seguintes parâmetros:

- Temperatura (°C)
- Humidade Rel. Ar (%)
- Pluviosidade (mm)
- Radiação (W/m²)
- Velocidade do vento (Km/h)
- Direção do vento (°)
- Rajada de vento (Km/h)
- Ponto de orvalho (°C)
- Folha molhada – duração
- VPD (kPa)
- Folha molhada - Raw



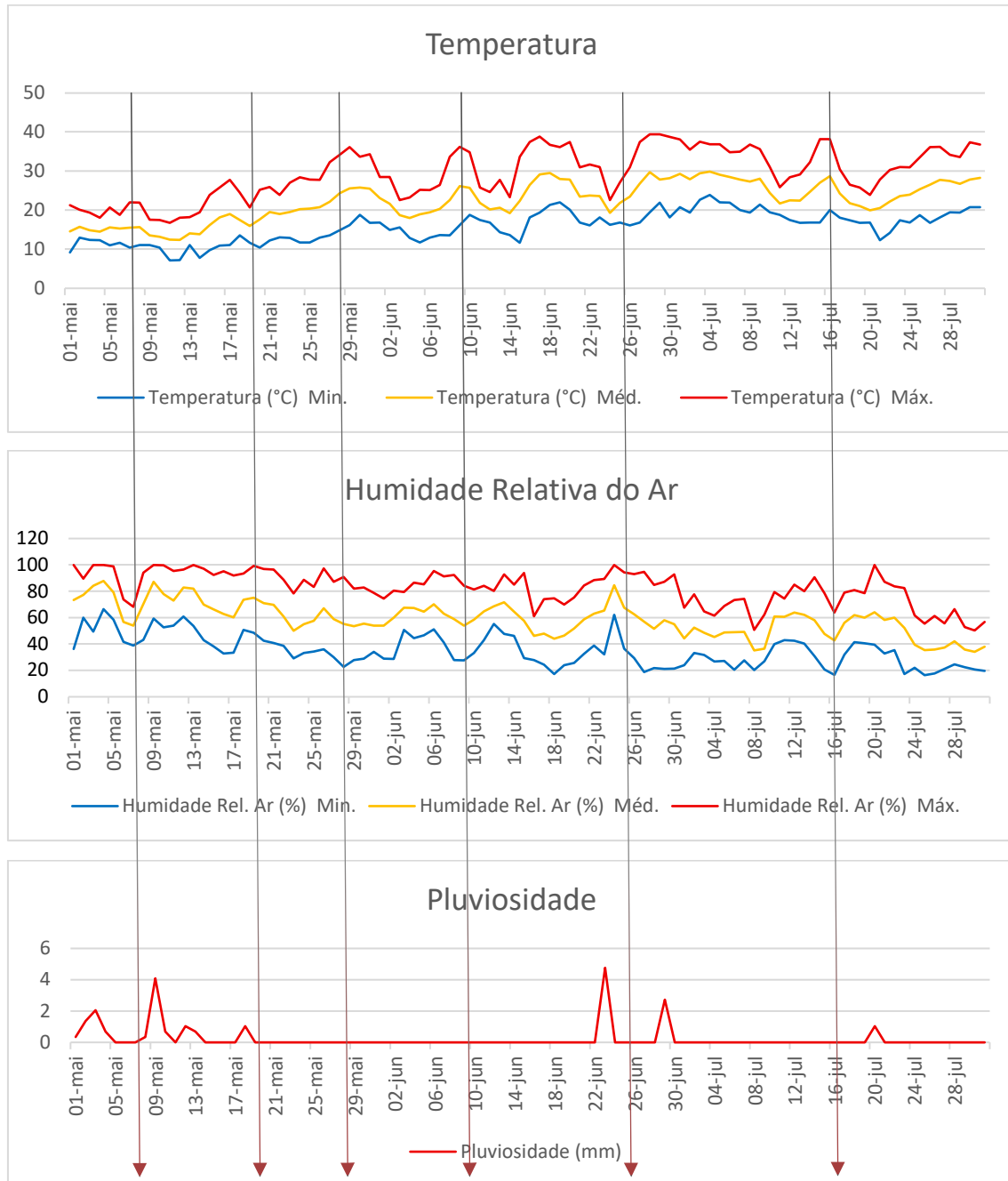
Figura 24. Estação meteorológica da Quinta das Carvalhas.

Fonte: Fotografia do autor (2025)

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. RELAÇÃO ENTRE A APLICAÇÃO DOS FUNGICIDAS COM AS CONDIÇÕES CLIMATÉRICAS OBSERVADAS

As datas de aplicação tiveram por base a análise da temperatura, humidade relativa do ar e pluviosidade, fatores que influenciam diretamente o desenvolvimento de fungos nas plantas, em particular o oídio e o míldio, recolhidos na estação meteorológica existente na Quinta das Carvalhas, próximo da parcela do ensaio (Figura 25).



1º Trat.	2º Trat.	3º Trat.	4º Trat.	5º Trat.	6º Trat.
07/05/2025	19/05/2025	28/05/2025	09/06/2025	25/06/2025	16/07/2025

Figura 25. Data de aplicação dos tratamentos fitossanitários em função das condições meteorológicas

A Tabela 9 apresenta as condições meteorológicas observadas ao longo de todo o período do ensaio, com especial relevância na importância dos dados nos períodos que antecedem cada tratamento.

Durante as aplicações foram também verificadas condições atmosféricas adequadas à realização de tratamentos fitofarmacêuticos, nomeadamente ao nível da velocidade do vento e da temperatura, aspetos particularmente relevantes para a aplicação por drone.

Tabela 9. Resumo das condições meteorológicas observadas nas datas de aplicação dos tratamentos

Data de aplicação	Condições meteorológicas
07-05-2025	A semana que antecedeu o primeiro tratamento caracterizou-se pela ocorrência de registos de precipitação, associada a temperaturas favoráveis ao desenvolvimento de infeções primárias de míldio e oídio. Previam-se condições meteorológicas semelhantes para a semana seguinte.
19-05-2025	Na semana que antecedeu o segundo tratamento, registaram-se episódios de precipitação intensa, associados a temperaturas compreendidas no intervalo ótimo para o desenvolvimento do míldio e do oídio, criando condições altamente favoráveis à ocorrência de infeções primárias e secundárias. A precipitação, juntamente com a persistência de orvalhadas, prolongou o período de humectação foliar e proporcionou a presença de água livre sobre os órgãos verdes da videira, fatores determinantes para a germinação dos oósporos, a libertação e mobilidade dos zoósporos de míldio e a produção e dispersão de inóculo secundário. Estas condições meteorológicas favoreceram a rápida evolução do míldio, aumentando significativamente o risco de novas infeções e a progressão da doença na cultura. No caso do oídio, embora a presença de água livre possa limitar temporariamente a germinação dos conídios, a elevada humidade relativa, associada a temperaturas moderadas, criou igualmente condições propícias ao desenvolvimento e propagação da doença. Assim, o conjunto das condições meteorológicas observadas antes do segundo tratamento contribuiu para um aumento da pressão das duas doenças, justificando a necessidade de manter uma proteção fitossanitária eficaz.
28-05-2025	Na semana que antecedeu o terceiro tratamento, a pluviosidade foi reduzida. No entanto, a humidade relativa do ar e a temperatura mantiveram-se elevadas, registando-se picos de temperatura próximos dos 35 °C. As manhãs frescas e húmidas mantiveram as folhas e os cachos molhados durante longos períodos, criando condições favoráveis à infeção e ao desenvolvimento do míldio e do oídio.
09-06-2015	As condições meteorológicas que antecederam o quarto tratamento foram muito semelhantes às descritas anteriormente, com abaixamento considerável da temperatura diurna.
25-06-2025	O quinto tratamento foi realizado numa janela de oportunidade, uma vez que ocorreu entre períodos de alguma pluviosidade registados antes e após a aplicação.

16-07-2025	O sexto e último tratamento fitossanitário foi realizado com carácter preventivo, de modo a assegurar o controlo do aparecimento de fungos nesta fase do ciclo cultural.
------------	--

A frequência e a oportunidade dos tratamentos fitossanitários, bem como a seleção dos produtos fitofarmacêuticos utilizados em cada ensaio, obedeceram às boas práticas agrícolas e foram definidas em função da evolução fenológica da cultura, das condições meteorológicas e da pressão das doenças, em conformidade com os princípios da Proteção Integrada e da Produção Integrada.

6.2. FUNGICIDAS E CONCENTRAÇÕES/DOSES USADAS

O primeiro tratamento foi realizado com base na concentração indicada no rótulo de cada fungicida quer para o míldio, quer para o oídio; porém, atendendo às condições meteorológicas adversas observadas nessa altura, a quantidade foi reforçada em 20%, quer ao nível do tratamento realizado com equipamento manual, quer com o drone. Nos tratamentos subsequentes, as aplicações passaram a seguir estritamente as doses recomendadas nos respetivos rótulos. Esta opção técnica fundamentou-se na informação constante dos rótulos dos produtos e nas recomendações fornecidas pelos técnicos das empresas responsáveis pela sua comercialização, tendo em consideração as condições fitossanitárias e meteorológicas verificadas no momento da aplicação.

A Tabela 10 apresenta os produtos fitofarmacêuticos utilizados na estratégia de proteção contra o oídio, bem como os respetivos ajustes da concentração da calda, efetuados em função da calibração de cada equipamento de aplicação. A calibração permitiu determinar um volume de aplicação de 320 L/ha para o drone e de 528 L/ha para a pulverização manual, tendo as concentrações sido ajustadas de forma a assegurar a mesma dose de substância ativa por unidade de superfície, conforme as recomendações dos fabricantes.

Tabela 10. Fungicidas anti-oídio e respetivas concentrações ajustadas com base no ensaio em branco

Data de aplicação	Fungicidas anti-oídio	Dose (rótulo)	Concentração (rótulo)	Pulverização Drone	Pulverização Manual
				Concentração Ajustada (320L/ha)	Concentração ajustada (528L/ha)
07-05-2025 utilizada conc. com reforço 20 %	Revysion	1,3 L/ha	130 mL/hL	156 mL/hL (reforço de 20 %)	156 mL/hL (reforço de 20 %)
19-05-2025 Utilizada dose	Sercadis	150 mL/ha	15 mL/hL	46.88 mL/hL	28.4 mL/hL
28-05-2025 Utilizada dose	Arriosta	400 gr/ha	40 gr/hL	125 gr/hL	75.75 gr/hL
09-06-2015 Utilizada dose	Cultigo	200 mL/ha	20 mL/hL	62.5 mL/hL	37.88 mL/hL
25-06-2025 Utilizada dose	Arriosta	400 gr/ha	40 gr/hL	125 gr/hL	75.75 gr/hL
16-07-2025 Utilizada dose	Vivando	200 mL/ha	20 mL/hL	62.5 mL/hL	37.88 mL/hL

O primeiro tratamento foi realizado com Revysion, fungicida sistêmico baseado na substância ativa mefenftrifluconazol, com ação preventiva e curativa. Após a aplicação, é absorvido pela superfície foliar e translocado através do fluxo de transpiração. O produto foi desenvolvido para atender às exigências regulamentares, apresentando perfil toxicológico, ecotoxicológico e ambiental favorável.

O segundo tratamento foi realizado com Sercadis, fungicida de aplicação preventiva, indicado para qualquer fase do período vegetativo até 35 dias antes da colheita. Para maximizar a eficácia do produto, a BASF recomenda a aplicação durante o período crítico das infecções primárias, geralmente coincidente com a fase de floração.

O terceiro tratamento foi realizado com Arriosta, que apresenta ação preventiva, curativa e erradicante. A combinação de diferentes mecanismos de ação confere maior eficácia no controle da doença, permitindo intervir em várias fases do ciclo de desenvolvimento do fungo.

O quarto tratamento foi realizado com Cultigo, fungicida penetrante com difusão sob a forma de vapor, eficaz no controle do oídio da videira. Atua em todas as fases do fungo, preventiva, curativa e antiesporulante, e apresenta resistência à lavagem pela chuva, com persistência prolongada. Possui ação translaminar e difusão de vapor, garantindo cobertura máxima, inclusive em zonas de difícil acesso da calda.

O quinto tratamento foi realizado com os mesmos produtos usados no terceiro tratamento.

O sexto, e último tratamento, foi realizado com Vivando, fungicida penetrante com difusão em forma de vapor, com ação preventiva, curativa e antiesporulante. O produto proporciona elevada persistência e eficácia, oferecendo proteção duradoura contra a doença.

A Tabela 11 apresenta os produtos fitofarmacêuticos utilizados na estratégia de proteção contra o míldio, bem como os respectivos ajustes da concentração da calda, efetuados em função da calibração de cada equipamento de aplicação. A calibração permitiu determinar um volume de aplicação de 320 L/ha para o drone e de 528 L/ha para a pulverização manual, tendo as concentrações sido ajustadas de forma a assegurar a mesma dose de substância ativa por unidade de superfície, conforme as recomendações dos fabricantes.

Tabela 11. Fungicidas anti-míldio e respectivas concentrações/doses ajustadas com base no ensaio em branco

Data de aplicação	Fungicidas anti-míldio	Dose (rótulo)	Concentração (rótulo)	Pulverização Drone	Pulverização Manual
				Concentração Ajustada (320L/ha)	Concentração ajustada (528L/ha)
07-05-2025 utilizada conc. com reforço 20 %	Envita	4 L/ha	400 mL/hL	480 mL/hL (reforço de 20 %)	480 mL/hL (reforço de 20 %)
19-05-2025 Utilizada dose	Envita	4 L/ha	400 mL/hL	1250 mL/hL L	757.5 mL/hL
28-05-2025 Utilizada dose	Boltex F	2 kg/ha	200 gr/hL	625 gr/hL	378.8 gr/hL
09-06-2015 Utilizada dose	Boltex Evo	2 kg/ha	200 gr/hL	625 gr/hL	378.8 gr/hL
25-06-2025 Utilizada dose	Cimonil C	3 kg/ha	300 gr/hL	937.5 gr/hL	568.2 gr/hL
16-07-2025 Utilizada dose	Cimonil C	3 kg/ha	300 gr/hL	937.5 gr/hL	568.2 gr/hL

O primeiro e o segundo tratamentos foram realizados com Envita, fungicida sistémico com dupla ação preventiva: atua diretamente sobre os fungos, evitando a infeção, e estimula os mecanismos de autodefesa da planta. Apresenta excelente eficácia na proteção das folhas e dos cachos, garantindo proteção interna e externa total, com baixo risco de desenvolvimento de resistência.

O terceiro tratamento foi realizado com Boltex F, fungicida com ação preventiva e curativa. O seu uso nesta fase era justificado pela elevada incidência de míldio observada nas testemunhas e na região do Douro vinhateiro.

O quarto tratamento foi realizado com Boltex EVO, fungicida que combina ação preventiva e curativa, oferecendo proteção abrangente e persistente contra o míldio da vinha.

O quinto e o sexto tratamentos foram realizados com Cimoxanil C, fungicida que combina a ação curativa do Cimoxanil com as propriedades protetoras do cobre, sendo especialmente eficaz na proteção dos cachos. Nesta fase do ciclo vegetativo, era essencial manter os cachos saudáveis e livres da doença e garantir uma proteção relativa dos cachos contra a botritis (podridão cinzenta).

6.3. RELAÇÃO DA MISTURA DOS FUNGICIDAS ANTI-MÍLDIO E ANTI-OÍDIO

Em todos os ensaios, os fungicidas destinados ao controlo do míldio e do oídio foram aplicados em mistura na mesma calda de pulverização.

Esta prática é habitual na viticultura, uma vez que estas doenças apresentam frequentemente períodos de risco coincidentes durante o ciclo vegetativo da videira.

A aplicação conjunta permite assegurar uma proteção simultânea contra ambos os agentes patogénicos, otimizar as operações de tratamento, reduzir o número de passagens na parcela e melhorar a eficiência operacional, desde que sejam respeitadas as recomendações constantes dos rótulos dos produtos, a sua compatibilidade e as boas práticas de utilização dos produtos fitofarmacêuticos.

A Tabela 12 apresenta a comparação dos volumes de calda utilizados nas aplicações com drone e por pulverização manual, bem como as respetivas quantidades de fungicidas destinados ao controlo do míldio e do oídio incorporadas em cada volume de calda preparado. Esta comparação permite evidenciar as diferenças entre os dois métodos de aplicação relativamente ao volume de calda utilizado e à quantidade de produto fitofarmacêutico aplicada.

Tabela 12. Mistura dos fungicidas anti-míldio e anti-oídio e respetivas quantidades utilizadas

Data de aplicação	anti-míldio	anti-oídio	Drone			Manual			Testemunhas		
			2A; 2B; 2C; 2D			3A; 3B; 3C; 3D			1A; 1B; 1C; 1D		
			1000 m ²			872 m ²			357 m ²		
			Calda	anti-míldio	anti-oídio	Calda	anti-míldio	anti-oídio	Calda	anti-míldio	anti-oídio
07 maio	Envita	Revysion	22 L	105 mL	34.3 mL	27 L	129 mL	42.1 mL	--	--	--
19 maio	Envita	Sercadis	32 L	400 mL	28.4 mL	34 L	257 mL	9.6 mL	--	--	--
28 maio	Boltex F	Arriosta	32 L	200 gr	75.7 gr	42 L	159 gr	31.8 gr	17 L	64.3 gr	--

09 junho	Boltex Evo	Cultigo	32 L	200 gr	37.8 mL	46 L	221 gr	17.4 mL	19 L	83.3 gr	--
25 junho	Cimonil C	Arriosta	32 L	300 gr	75.7 gr	39 L	261 gr	29.5 gr	16 L	90.9 gr	--
16 julho	Cimonil C	Vivando	32 L	300 gr	37.8 mL	46 L	81.7 gr	17.4 mL	--	--	--

No primeiro tratamento, ainda com a vinha em estado jovem, o drone aplicou 22 L de calda numa área de 1000 m², correspondendo ao somatório da área das quatro parcelas 2A, 2B, 2C e 2D. Por sua vez, o equipamento de pulverização manual aplicou 27 L de calda numa área de 872 m², nas respetivas parcelas 3A, 3B, 3C e 3D.

Nos tratamentos subsequentes, verificamos um aumento progressivo dos volumes de calda, particularmente evidente na pulverização manual, à medida que a vinha foi crescendo e aumentando o seu volume vegetativo.

A exceção ocorreu no penúltimo tratamento, realizado em 25-06-2025, em virtude da operação cultural de desponta da vinha, que reduziu substancialmente a expansão vegetativa.

As parcelas testemunha (1.A; 1.B; 1.C; 1.D) não foram submetidas a qualquer tratamento fúngico com anti-oidio ao longo de todo o ciclo vegetativo, funcionando como termo de comparação.

Em relação ao estudo do míldio, as parcelas 1A; 1B; 1C; 1D, foram tratadas com fitofarmacêuticos anti-míldio no terceiro, quarto e quinto tratamentos, com equipamentos de pulverização manual.

O objetivo inicial destas parcelas seria obter termos de comparação para a evolução do míldio e oídio, porém, o estudo do míldio foi abolido a partir de 28 de maio, pelos motivos anteriormente referidos, continuado incólume o estudo do oídio.

A decisão de aplicar fungicidas anti-míldio nas testemunhas foi considerada especial, uma vez que a pressão elevada da doença poderia levar à destruição total das folhas e cachos, inviabilizando qualquer avaliação comparativa final.

Este procedimento permitiu garantir a continuidade do estudo da evolução do oídio, uma das principais doenças da videira e a que suscita maior preocupação entre os viticultores da Região Demarcada do Douro, devido ao seu elevado potencial para comprometer a produção e a qualidade das uvas.

As imagens da Figura 26 apresentam evidências concretas reais da severidade do míldio nas folhas e nos cachos observados nas testemunhas, no dia 28 de maio de 2025.



Figura 26. Ataque severo de míldio nas folhas e cachos da vinha, nas parcelas das testemunhas.

Fonte: Fotografias do autor (2025)

6.4. AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS FUNGICIDAS

A avaliação da eficácia dos fungicidas no controlo do míldio e do oídio da videira foi realizada de acordo com as orientações da European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) para a avaliação da eficácia de fungicidas nestas doenças (EPPO, 2021a, 2021b). A eficácia foi determinada através da comparação da **Intensidade** (severidade) e da **Frequência** (incidência) da doença nas parcelas tratadas por pulverização manual e por drone relativamente às parcelas testemunha não tratadas.

6.4.1. COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS POR DRONE E MANUAL

De forma comparar os métodos de aplicação de fungicidas contra míldio e oídio na videira através de drone vs manual, determinou-se a eficácia dos fungicidas em cada parcela.

Observações aleatórias em 100 folhas e 100 cachos por subparcela, com quatro repetições, usaram escalas visuais de avaliação (escala de 0, 5, 10, 20, 30...100%) para quantificar a área afetada.

6.4.2. AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS TRATAMENTOS CONTRA O OÍDIO

6.4.2.1. AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE / FREQUÊNCIA DO OÍDIO

A verificação da **Intensidade / Frequência** do oídio foi avaliada em sete fases, seis das quais ao longo do ciclo vegetativo da vinha, coincidindo com os dias de tratamento, e uma contagem final realizada em 13 de maio 2025, mais próxima da altura da vindima.

A Tabela 13 apresenta valores médios de Intensidade e Frequência, resultantes da avaliação em 100 folhas e 100 cachos nas parcelas Testemunhas, Manual e Drone, com quatro repetições, apresentando os valores médios, em %.

Tabela 13. Resultados médios obtidos da avaliação da eficácia de fungicidas contra o oídio

1. TESTEMUNHAS Oídio															
Parcelas		07-05-2025		19-05-2025		28-05-2025		09-06-2025		25-06-2025		16-07-2025		13-08-2025	
		Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.
Folhas	1. A	0.0	0.0	0.1	1.0	0.3	3.0	0.6	6.0	0.3	3.0	0.5	6.0	14.4	47.0
	1. B	0.0	0.0	0.3	5.0	0.5	5.0	0.9	9.0	1.4	14.0	1.1	14.0	15.5	50.0
	1. C	0.0	0.0	0.2	3.0	0.6	7.0	0.4	5.0	0.7	7.0	0.6	8.0	14.2	50.0
	1. D	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.4	4.0	0.4	4.0	0.4	5.0	15.4	44.0
	Média	0.0	0.0	0.1	2.5	0.3	3.8	0.6	6.0	0.7	7.0	0.6	8.3	14.9	47.8
Cachos	1. A	0.0	0.0	0.1	2.0	0.2	4.0	0.4	4.0	0.4	4.0	0.5	6.0	17.7	49.0
	1. B	0.0	0.0	0.3	6.0	0.7	9.0	0.8	9.0	0.9	9.0	0.9	13.0	17.3	60.0
	1. C	0.0	0.0	0.3	6.0	0.6	8.0	0.1	11.0	0.8	8.0	1.1	13.0	21.1	50.0
	1. D	0.0	0.0	0.1	2.0	0.3	3.0	0.2	2.0	0.5	5.0	0.7	10.0	18.1	50.0

Média	0.0	0.0	0.2	4.0	0.4	6.0	0.4	6.5	0.7	6.5	0.8	10.5	18.5	52.3
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------

2. APLICAÇÃO MANUAL | Oídio

Parcelas		07-05-2025		19-05-2025		28-05-2025		09-06-2025		25-06-2025		16-07-2025		13-08-2025	
		Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.
Folhas	2. A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.1	2.0	0.0	0.0
	2. B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	3.0	0.1	1.0	0.2	3.0
	2. C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.0	0.0	0.0	0.2	3.0	0.0	0.0
	2. D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	3.0	0.1	1.0	0.0	0.0
Média		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	1.8	0.1	1.8	0.0	0.8
Cachos	2. A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2. B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0
	2. C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.0	0.0
	2. D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.0	0.1	1.0	0.0	0.0
Média		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	1.5	0.0	0.8	0.0	0.3

3. APLICAÇÃO DRONE | Oídio

Parcelas		07-05-2025		19-05-2025		28-05-2025		09-06-2025		25-06-2025		16-07-2025		13-08-2025	
		Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.
Folhas	3. A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.0	0.0
	3. B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3. C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.1	2.0	0.1	2.0	0.1	2.0
	3. D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0
Média		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.8	0.1	1.0	0.0	0.5
Cachos	3. A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3. B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.0	0.0
	3. C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.1	2.0	0.2	4.0	0.1	2.0

	3. D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.1	1.0	
Média		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	1.0	0.1	1.5	0.0	0.8

Para facilitar a leitura e a interpretação dos resultados, os dados apresentados na Tabela 22 são igualmente representados sob a forma de gráficos, conforme ilustrado na Figura 27. Como se constata, nas parcelas tratadas, a intensidade do oídio em folhas e cachos manteve-se em níveis baixos e estáveis ao longo do ciclo vegetativo, tanto na aplicação por drone como na pulverização manual.

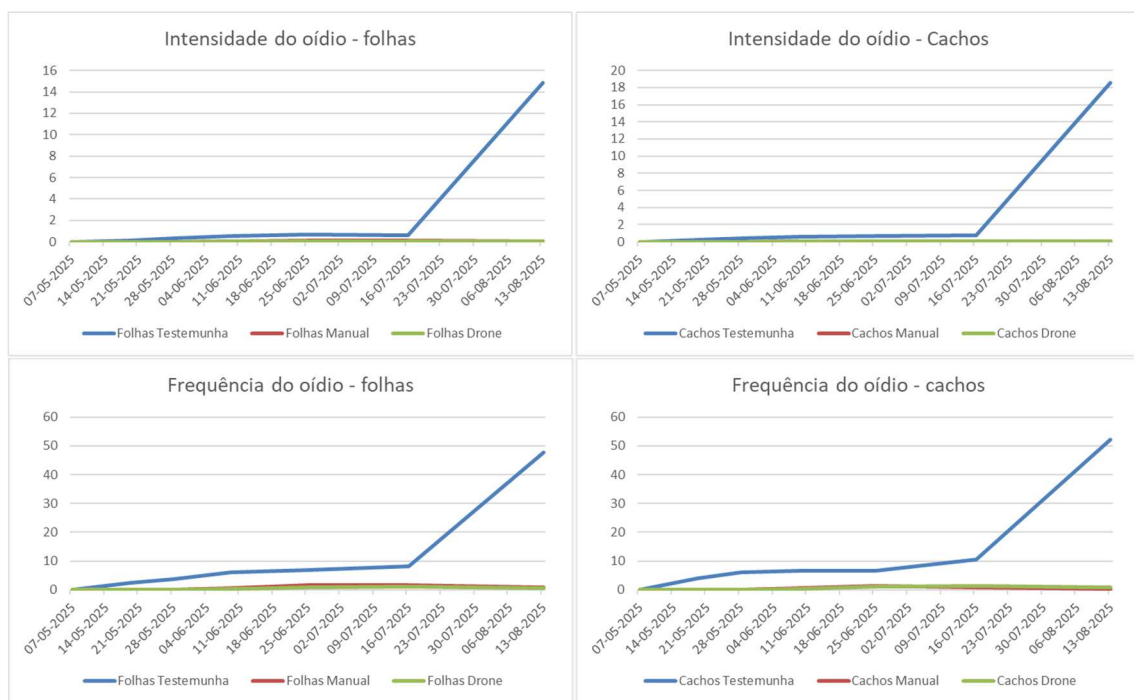


Figura 27. Valores médios da Intensidade (em cima) e da Frequência (em baixo) do oídio nas folhas e cachos

Nas parcelas testemunha, observa-se um aumento progressivo da doença a partir de meados de julho, atingindo valores que, normalmente, inviabilizam a utilização das uvas para vinificação, devido à forte contaminação.

À semelhança da Intensidade, a Frequência do oídio nas folhas e cachos manteve-se baixa nas subparcelas pulverizadas com drone e manual, enquanto que nas testemunhas se registou um aumento progressivo a partir de meados de julho.

A evolução das curvas de Intensidade / Frequência nas folhas e cachos indica que os fitofarmacêuticos utilizados foram aplicados em momentos fenológicos adequados, evitando picos de infeção.

Nas testemunhas, a ausência de tratamentos permitiu a multiplicação sucessiva de ciclos do fungo, o que explica o aumento acentuado da intensidade da doença a partir de julho, quando as temperaturas e a humidade foram favoráveis ao desenvolvimento do oídio.

A elevada severidade em cachos levou a graves estragos (bagos rachados, superfície coberta de micélio e conídios), tornando as uvas impróprias para vinificação, em linha com o que é descrito em manuais de viticultura sobre perdas qualitativas causadas pelo oídio.

Os resultados demonstram que programas de proteção integrada, bem calendarizados e tecnicamente executados, conseguem manter o oídio em níveis baixos a muito baixos de ataque, mesmo recorrendo a tecnologias distintas de aplicação (drone ou manual).

Confirmam também que a ausência de controlo em anos e condições favoráveis à doença comprometem totalmente a produção, o que reforça a importância da monitorização e da decisão atempada de tratamento.

6.4.2.2. CÁLCULO DA EFICÁCIA PARA O OÍDIO

Os valores médios da **Intensidade** (severidade) obtidos em cada contagem, para o oídio, foram os seguintes, apresentados na tabela 14.

Tabela 14. Valores médios da Intensidade obtidos em cada observação, para o oídio

Observação / Modalidade	07-05-2025	19-05-2025	28-05-2025	09-06-2025	25-06-2025	16-07-2025	13-08-2025
Testemunha	Intensidade média %						
Folhas	0	0.1	0.3	0.6	0.7	0.6	14.9
Cachos	0	0.2	0.4	0.4	0.7	0.8	18.5
Manual	Intensidade média %						
Folhas	0	0	0	0	0.1	0.1	0
Cachos	0	0	0	0	0.1	0	0
Drone	Intensidade média %						
Folhas	0	0	0	0	0	0.1	0
Cachos	0	0	0	0	0.1	0.1	0

Aplicando a fórmula de cálculo **Eficácia (%) = (C-T)/C x 100**, obtemos os seguintes resultados (Tabela 15).

Tabela 15. Valores médios resultantes do cálculo da avaliação da eficácia, para o oídio

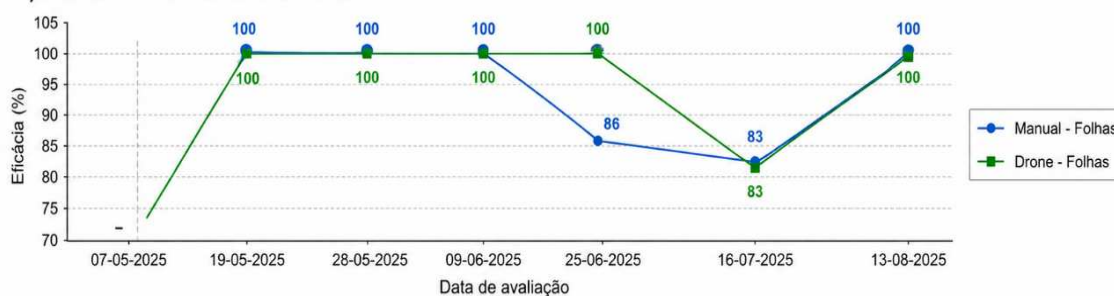
Modalidade	Parâmetro	07-05-2025	19-05-2025	28-05-2025	09-06-2025	25-06-2025	16-07-2025	13-08-2025
Manual	Eficácia Folhas (%)	—	100	100	100	86	83	100
	Eficácia Cachos (%)	—	100	100	100	86	100	100
Drone	Eficácia Folhas (%)	—	100	100	100	100	83	100

Modalidade	Parâmetro	07-05-2025	19-05-2025	28-05-2025	09-06-2025	25-06-2025	16-07-2025	13-08-2025
	Eficácia Cachos (%)	–	100	100	100	86	88	100

A data 07 de maio de 2025 aparece sem valor porque corresponde ao início do ensaio (antes da existência de sintomas na testemunha). Como a **eficácia** é calculada em função da incidência da doença na testemunha não tratada, não é possível determinar a eficácia quando não existe doença (ou quando a incidência é igual a zero).

De forma global, a análise dos gráficos da Figura 28 demonstram que a aplicação de fungicidas com drone apresentou uma eficácia comparável à da aplicação manual. As diferenças observadas foram pontuais e de reduzida magnitude, não evidenciando uma tendência consistente de superioridade de uma modalidade relativamente à outra. Contudo, na modalidade de aplicação com drone, observa-se uma tendência para um melhor controlo da doença nas folhas do que nos cachos, particularmente no período compreendido entre 25 de junho e 16 de julho. Embora essa diferença não permita, por si só, estabelecer conclusões definitivas, poderá refletir uma maior dificuldade de deposição e penetração da calda na zona dos cachos, sobretudo em fases de maior desenvolvimento vegetativo.

A) Eficácia dos tratamentos nas folhas



B) Eficácia dos tratamentos nos cachos

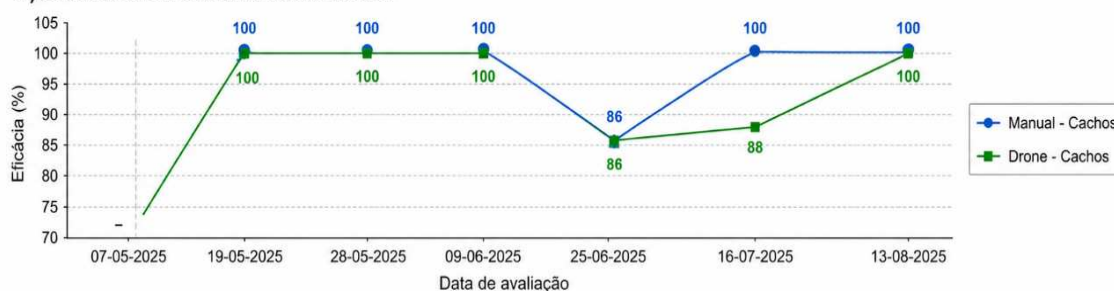


Figura 28. Evolução da eficácia dos tratamentos fitossanitários para o oídio, realizados por aplicação manual e por drone

Em síntese, ambos os métodos asseguraram um elevado nível de proteção das folhas e dos cachos ao longo de todo o período de avaliação, demonstrando uma eficácia fitossanitária semelhante nas condições em que o estudo foi realizado.

6.4.2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS OBTIDOS PARA O OÍDIO

A Tabela 16 apresenta os resultados da análise estatística da incidência e da intensidade do oídio em folhas (BX) e cachos (RT), comparando as modalidades Drone, Manual e Testemunha Não Tratada (UTC).

Tabela 16. Análise estatística dos resultados dos tratamentos para o oídio

Data contagem	Fenologia (BBCH)	Trt	Modalidade em estudo	Tipo de avaliação							
				BX; Folhas				RT; cachos			
				P%INF		P%FREQ		P%INF		P%FREQ	
19-05-2025	65; 69	1	UTC (testemunha)	0.1	a	2.5	a				
		2	DRONE	0	b	0	b				
		3	MANUAL	0	b	0	b				
28-05-2025	71; 73	1	UTC (testemunha)	0.3	a	3.8	a	0.4	a	6	a
		2	DRONE	0	b	0	b	0	b	0	b
		3	MANUAL	0	b	0	b	0	b	0	b
09-06-2025	75; 75	1	UTC (testemunha)	0.6	a	6	a	0.6	a	6.5	a
		2	DRONE	0	b	0.5	b	0	b	0.5	b
		3	MANUAL	0	b	0.3	b	0	b	0.3	b
25-06-2025	77; 77	1	UTC (testemunha)	0.7	a	7	-	0.7	a	6.5	a
		2	DRONE	0.1	b	1.8	-	0.1	b	1.5	b
		3	MANUAL	0	b	0.8	-	0.1	b	1	b
16-06-2025	79; 81	1	UTC (testemunha)	0.6	a	8.3	a	0.8	a	10.5	a
		2	DRONE	0.1	b	1.8	b	0	b	0.8	b
		3	MANUAL	0.1	b	1	b	0.1	b	1.5	b
13-08-2025	85; 85	1	UTC (testemunha)	14.9	a	47.8	a	18.5	a	52.3	a
		2	DRONE	0	b	0.8	b	0	b	0.3	b
		3	MANUAL	0	b	0.5	b	0	b	0.8	b

A análise estatística demonstrou que os tratamentos realizados por drone e por pulverização manual apresentaram eficácia equivalente no controlo do oídio, não se verificando diferenças estatisticamente significativas entre ambas as modalidades. Em contraste, a testemunha não tratada (UTC) apresentou valores significativamente superiores de incidência e intensidade da doença ao longo do ensaio.

Na primeira avaliação, realizada em 7 de maio de 2025, não foram observados sintomas de oídio em folhas ou cachos, quer nas parcelas tratadas quer na modalidade testemunha (UTC), razão pela qual esta avaliação não foi considerada na análise estatística. Os primeiros sintomas surgiram na avaliação de 19 de maio (BBCH 65–69), exclusivamente na modalidade testemunha, evidenciando o início do desenvolvimento da doença. Nas avaliações seguintes verificou-se um aumento progressivo da incidência e da frequência do oídio nas parcelas não tratadas, refletindo a evolução natural da doença ao longo do ciclo vegetativo e a ocorrência de condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Em contraste, as modalidades tratadas mantiveram, ao longo de todo o ensaio, níveis de incidência e frequência muito reduzidos, tanto em folhas como em cachos, demonstrando a elevada eficácia dos tratamentos fitossanitários. Em nenhuma das datas de avaliação se verificaram diferenças estatisticamente

significativas entre a aplicação por drone e a pulverização manual, indicando que ambos os métodos proporcionaram um desempenho equivalente no controlo do oídio.

A maior pressão da doença foi registada na última avaliação, realizada em 13 de agosto (BBCH 85), em que a testemunha apresentou os valores mais elevados de incidência e frequência. Ainda assim, as modalidades tratadas mantiveram níveis muito reduzidos de infeção, confirmando a eficácia dos tratamentos mesmo numa fase avançada do ciclo vegetativo.

De forma global, os resultados demonstram que a aplicação de fungicidas por drone assegurou uma eficácia fitossanitária comparável à da pulverização manual, constituindo uma alternativa tecnicamente viável para o controlo do oídio na vinha, nas condições em que o ensaio foi realizado.

À semelhança dos resultados obtidos por Morales-Rodríguez *et al.* (2022), podemos afirmar que o drone constitui uma opção tecnicamente viável e eficiente para a realização de tratamentos fitossanitários em explorações agrícolas de grande dimensão e representam uma alternativa promissora aos métodos convencionais de pulverização, devido à redução do consumo de água e à maior eficiência operacional.

6.4.3. AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS TRATAMENTOS CONTRA O MÍLDIO

6.4.3.1. AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE / FREQUÊNCIA DO MÍLDIO

Em relação ao estudo do míldio, as testemunhas passaram a ser tratadas a partir da terceira aplicação, com fungicida anti-míldio, devido à ocorrência de um ataque severo do míldio na vinha nessa fase, como justificado no ponto anterior.

Assim, a verificação da **Intensidade / Frequência** do míldio foi apenas avaliada em três fases, coincidindo com os dias de tratamento. A Tabela 17 apresenta valores médios de Intensidade e Frequência, resultantes da avaliação em 100 folhas e 100 cachos nas parcelas testemunhas, manual e drone, com quatro repetições, apresentando os valores médios, em %.

Tabela 17. Resultados médios obtidos da avaliação da eficácia de fungicidas contra o míldio

1. TESTEMUNHAS Míldio							
Parcelas		07-05-2025		19-05-2025		28-05-2025	
		Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.
Folhas	1. A	0.0	0.0	1.2	16.0	15.9	50.0
	1. B	0.0	0.0	1.6	15.0	15.2	44.0
	1. C	0.0	0.0	2.1	20.0	15.4	51.0
	1. D	0.0	0.0	1.3	17.0	16.4	38.0
Média		0.0	0.0	1.5	17.0	15.7	45.8
Cachos	1. A	0.0	0.0	1.1	13.0	17.7	40.0
	1. B	0.0	0.0	1.3	14.0	17.3	42.0
	1. C	0.0	0.0	2.0	20.0	15.8	40.0
	1. D	0.0	0.0	1.5	14.0	19.3	58.0
Média		0.0	0.0	1.5	15.3	17.5	45.0
2. APLICAÇÃO MANUAL Míldio							
Parcelas		07-05-2025		19-05-2025		28-05-2025	
		Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.
Folhas	2. A	0.0	0.0	0.3	5.0	0.1	2.0
	2. B	0.0	0.0	0.4	8.0	0.5	7.0
	2. C	0.0	0.0	0.1	2.0	0.3	5.0

	2. D	0.0	0.0	0.1	2.0	0.4	8.0
Média		0.0	0.0	0.2	4.3	0.3	5.5
Cachos	2. A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.0
	2. B	0.0	0.0	0.3	6.0	0.3	5.0
	2. C	0.0	0.0	0.1	1.0	0.5	9.0
	2. D	0.0	0.0	0.1	1.0	0.1	2.0
Média		0.0	0.0	0.1	2.0	0.2	5.0

3. APLICAÇÃO DRONE | Míldio

Parcelas		07-05-2025		19-05-2025		28-05-2025	
		Int.	Freq.	Int.	Freq.	Int.	Freq.
Folhas	3. A	0.0	0.0	0.3	6.0	0.2	4.0
	3. B	0.0	0.0	0.5	9.0	0.5	8.0
	3. C	0.0	0.0	0.4	8.0	0.4	7.0
	3. D	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0
Média		0.0	0.0	0.3	6.0	0.3	4.8
Cachos	3. A	0.0	0.0	0.1	1.0	0.1	1.0
	3. B	0.0	0.0	0.2	3.0	0.3	4.0
	3. C	0.0	0.0	0.3	5.0	0.4	7.0
	3. D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0
Média		0.0	0.0	0.1	2.3	0.2	3.3

Os gráficos da Figura 29 indicam que, nas parcelas tratadas, a intensidade do míldio em folhas e cachos manteve-se em níveis baixos e estáveis ao longo deste período, tanto na aplicação por drone como na pulverização manual. Nas parcelas testemunha, observa-se um aumento progressivo da doença a partir de meados de maio, atingindo valores de ataque considerados severos no final desse mês.



Figura 29. Valores médios da Intensidade (em cima) e da Frequência (em baixo) do míldio nas folhas e cachos

6.4.3.2. CÁLCULO DA EFICÁCIA PARA O MÍLDIO

Os valores médios da **Intensidade** (severidade) obtidos em cada contagem, para o míldio, foram os seguintes, apresentados na seguinte tabela.

Tabela 18. Valores médios da intensidade obtidos em cada ensaio, para o míldio

Observação / Modalidade	07-05-2025	19-05-2025	28-05-2025	09-06-2025	25-06-2025	16-07-2025	13-08-2025
Testemunha	Intensidade média %						
Folhas	0	1.5	15.7	-	-	-	-
Cachos	0	1.5	17.5	-	-	-	-
Manual	Intensidade média %						
Folhas	0	0.2	0.3	-	-	-	-
Cachos	0	0.1	0.2	-	-	-	-
Drone	Intensidade média %						
Folhas	0	0.3	0.3	-	-	-	-
Cachos	0	0.1	0.2	-	-	-	-

Aplicando a fórmula de cálculo **Eficácia (%) = (C-T)/C x 100**, obtemos os seguintes resultados.

Tabela 19. Valores médios resultantes do cálculo da avaliação da eficácia, para o oídio

Modalidade	Parâmetro	07-05-2025	19-05-2025	28-05-2025	09-06-2025	25-06-2025	16-07-2025	13-08-2025
Manual	Eficácia Folhas (%)	-	87	98	-	-	-	-
	Eficácia Cachos (%)	-	93	99	-	-	-	-
Drone	Eficácia Folhas (%)	-	80	98	-	-	-	-
	Eficácia Cachos (%)	-	93	99	-	-	-	-

Importa salientar que o dia 07 de maio de 2025 aparece sem valor porque corresponde ao início do ensaio (antes da existência de sintomas na testemunha). Face aos resultados obtidos, constatamos

que na primeira avaliação realizada, no dia 19 de maio de 2025, a aplicação manual apresentou uma eficácia de 87% nas folhas e de 93% nos cachos. Assim, verificou-se uma ligeira superioridade da aplicação manual nas folhas, enquanto nos cachos ambas as modalidades apresentaram a mesma eficácia.

A aplicação por drone registou uma eficácia de 80% nas folhas e de 93% nos cachos. Assim, verificou-se uma ligeira superioridade da aplicação manual nas folhas, enquanto nos cachos ambas as modalidades apresentaram a mesma eficácia.

Na avaliação de 28 de maio de 2025, ambas as modalidades evidenciaram uma melhoria do desempenho, atingindo 98% de eficácia nas folhas e 99% nos cachos. Estes resultados demonstram um controlo praticamente total da doença, sem diferenças relevantes entre os dois métodos de aplicação.

A avaliação para o míldio terminou a partir do dia 09 de junho de 2025, pelas razões anteriormente apresentadas.

De forma geral, perante a análise da Figura 30, os resultados demonstram que ambas as modalidades proporcionaram um elevado nível de eficácia no controlo da doença.

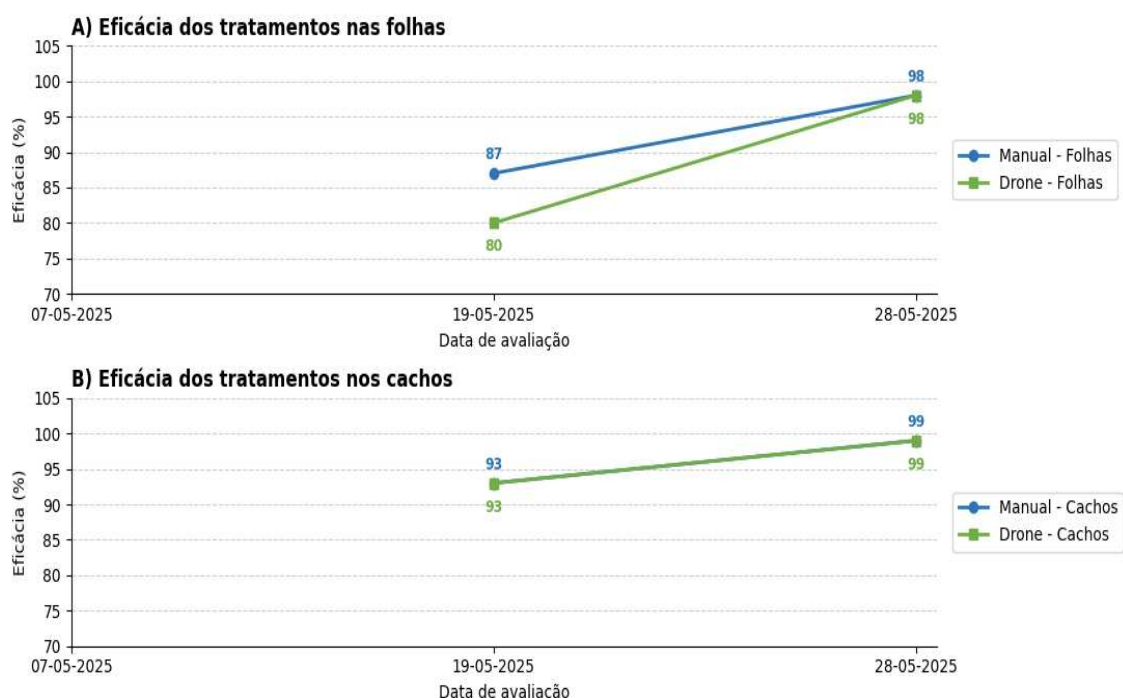


Figura 30. Evolução da eficácia dos tratamentos fitossanitários para o míldio, realizados por aplicação manual e por drone

Embora a aplicação manual tenha apresentado uma eficácia ligeiramente superior nas folhas na primeira avaliação, essa diferença desapareceu na avaliação seguinte, em que ambas as modalidades alcançaram níveis de eficácia muito semelhantes, superiores a 98%.

6.4.3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS PARA O MÍLDIO

A Tabela 20 apresenta os resultados da análise estatística da incidência e da intensidade do míldio em folhas (BX) e cachos (RT), nas diferentes modalidades de aplicação avaliadas.

Tabela 20. Resultados do tratamento estatístico para o míldio

Data	Fenologia (BBCH)	Trt	Modalidade em estudo	Tipo de avaliação							
				BX; Folhas				RT; cachos			
				P%INF		P%FREQ		P%INF		P%FREQ	
19-05- 2025	65; 69	1	UTC	1.5	a	17	a	1.5	a	15.3	a
		2	DRONE	0.2	b	4.3	b	0.1	b	2	b
		3	MANUAL	0.3	b	6	b	0.1	b	2.3	b
28-05- 2025	71; 73	1	UTC	15.7	a	45.8	a	17.5	a	45	a
		2	DRONE	0.3	b	5.5	b	0.2	b	4	b
			MANUAL	0.3	b	4.8	b	0.2	b	3.3	b

Os resultados evidenciam diferenças estatisticamente significativas entre a modalidade testemunha não tratada (UTC) e as modalidades tratadas (drone e manual), demonstrando a elevada eficácia dos tratamentos fitossanitários no controlo do míldio.

Na primeira avaliação, realizada em 7 de maio de 2025, não foram observados sintomas de míldio em folhas ou cachos, quer nas parcelas tratadas quer na modalidade testemunha (UTC).

Nas avaliações subsequentes verificou-se uma rápida evolução da doença nas parcelas não tratadas, evidenciando a elevada capacidade de progressão do míldio quando ocorrem condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento. Em contrapartida, as modalidades tratadas mantiveram níveis de incidência e severidade muito reduzidos ao longo de todo o ciclo vegetativo.

Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre a aplicação por drone e a pulverização manual, indicando que ambos os métodos proporcionaram um desempenho equivalente no controlo do míldio. Estes resultados demonstram que, nas condições em que o ensaio foi realizado, a tecnologia UAV assegurou uma eficácia fitossanitária comparável à do método convencional.

Os resultados obtidos são consistentes com estudos recentes realizados em vinha, que demonstram que a aplicação de produtos fitofarmacêuticos por drone pode alcançar níveis de eficácia semelhantes aos da pulverização convencional, desde que sejam corretamente definidos os parâmetros de voo, o volume de aplicação, a calibração do equipamento e as condições meteorológicas durante a aplicação (Biglia *et al.*, 2023; Le *et al.*, 2025).

6.5. AVALIAÇÃO DA FITOTOXICIDADE

Não se registaram problemas de fitotoxicidade nas parcelas tratadas, não tendo sido observados danos visuais nas videiras, tais como manchas, cloroses, necroses ou deformações, associados à aplicação do fungicida anti-míldio, quer na modalidade manual, quer na modalidade drone, em comparação com as parcelas testemunha (não tratadas).

Importa ainda referir que, mesmo nas aplicações realizadas por drone, em que se trabalhou com concentrações mais elevadas (de forma a assegurar a dose recomendada em volumes reduzidos de calda

por hectare), não se verificaram sinais ou sintomas compatíveis com sobredosagem, nomeadamente na folhagem e nos cachos.

Também não foram observados problemas de miscibilidade ou incompatibilidades físicas dos produtos durante a preparação da calda, tendo esta apresentado comportamento homogéneo e adequado para aplicação.

6.6. AVALIAÇÃO DA DERIVA

No presente estudo, a deriva não foi quantificada, tendo a avaliação sido exclusivamente qualitativa. Verificou-se a presença de gotículas de calda nos papéis posicionados nas bordaduras das parcelas, sobretudo durante as aplicações realizadas com recurso ao drone.

No entanto, a deposição observada foi reduzida, indicando que as medidas de mitigação implementadas durante a aplicação, nomeadamente a definição de zonas de segurança, a seleção de condições meteorológicas favoráveis e a otimização dos parâmetros operacionais do equipamento, contribuíram para limitar o potencial impacto ambiental.

Segundo Behrendt, K. (2025), a pulverização aérea com drones tem um impacto ambiental igualmente comparável ao da pulverização terrestre, mas a pulverização localizada com drones mitiga os riscos ecotoxicológicos do uso de pesticidas em cerca 46–50%.

A reduzida deriva observada neste estudo está de acordo com os resultados obtidos por Safaeinezhad *et al.* (2025), que demonstraram que a velocidade de deslocação do drone influencia significativamente a deposição das gotas e o potencial de deriva. Os autores verificaram que velocidades mais elevadas conduzem a uma menor deposição no alvo e a um maior risco de dispersão das gotas.

De igual modo, Zhao *et al.* (2025) referem que a eficácia da pulverização por UAV depende fortemente da correta definição da altura de voo, velocidade de operação, volume de aplicação e características da copa, salientando que a otimização destes parâmetros é essencial para maximizar a deposição e minimizar a deriva.

6.7. AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS VOLUMES DE CALDA COM DRONE E MANUAL

Os volumes de calda (L/ha) registados em cada modalidade de aplicação (Drone 2.A, 2.B, 2.C e 2.D; Manual 3.A, 3.B, 3.C e 3.D) encontram-se apresentados na Tabela seguinte, que reflete o respetivo estado fenológico da vinha, de acordo com a escala BBCH (BBCH Group, 2001), na altura da aplicação.

Perante os dados apresentados na Tabela 21, observamos que os volumes de calda aplicados (L/ha) foram consistentemente inferiores na modalidade de aplicação por drone relativamente à aplicação manual, em todos os ensaios realizados.

Tabela 21. Volume de calda gasto nas modalidades Drone e Manual

Data 2025	Estado fenológico da videira Escala BBCH	Modalidade Área parcela (m2)	Drone				Manual			
			2A	2 B	2 C	2 D	3A	3 B	3 C	3 D
			306	338	169	187	291	228	173	180
1º trat. 7 maio		Calda gasta (l/parcela)	6.7	7.4	3.7	4.1	9.0	7.1	5.4	5.6
		Vol. calda (l/ha)	220				310			

2º trat. 19 maio		Calda gasta (l/parcela)	9.8	10.8	5.4	6.0	11.3	8.9	6.7	7.0
	65	Vol. calda (l/ha)	320				390			
3º trat. 28 maio		Calda gasta (l/parcela)	9.8	10.8	5.4	6.0	14.0	11.0	8.3	8.7
	71	Vol. calda (l/ha)	320				482			
4º trat. 9 junho		Calda gasta (l/parcela)	9.8	10.8	5.4	6.0	15.4	12.0	9.1	9.5
	75	Vol. calda (l/ha)	320				528			
5º trat. 25 junho		Calda gasta (l/parcela)	9.8	10.8	5.4	6.0	12.8	10.0	7.6	7.9
	77	Vol. calda (l/ha)	320				440			
6º trat. 16 julho		Calda gasta (l/parcela)	9.8	10.8	5.4	6.0	15.4	12.0	9.1	9.5
	81	Vol. calda (l/ha)	320				528			

Segundo Behrendt, K. (2025), a adoção da pulverização com drones entre os agricultores europeus contribui para os objetivos da UE de reduzir pela metade o uso e o risco de pesticidas, ao mesmo tempo que potencialmente resolve os desafios de disponibilidade de mão de obra em vinhedos propensos ao abandono.

A Figura 31 evidencia que, nas condições em que o presente estudo foi realizado, a tecnologia de aplicação com drone apresentou uma maior eficiência operacional relativamente à pulverização manual.

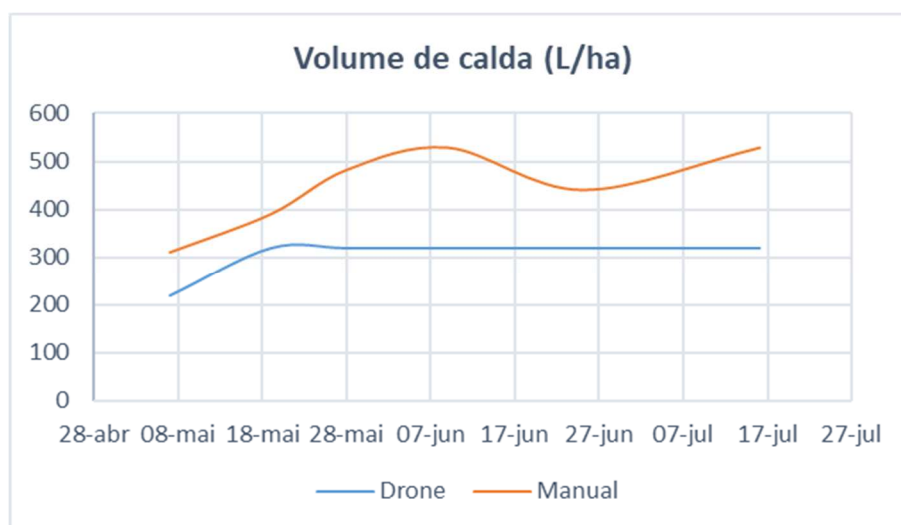


Figura 31. Relação do volume de calda aplicado (L/ha) entre a aplicação com drone e aplicação manual

Os resultados demonstram que foi possível reduzir significativamente o volume de calda utilizado na execução dos tratamentos fitossanitários, sem comprometer a qualidade da aplicação, conforme evidenciado pelos parâmetros de cobertura, deposição e eficácia biológica avaliados.

Estes resultados reforçam o potencial da utilização de drones como uma alternativa eficiente para a aplicação de produtos fitofarmacêuticos, particularmente em vinhas localizadas em terrenos de declive acentuado, onde os métodos convencionais apresentam maiores limitações operacionais.

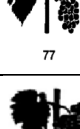
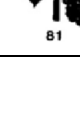
A utilização de volumes reduzidos de calda constitui uma das principais vantagens da pulverização por drone. Tal como referido por Zhao *et al.* (2025), a pulverização aérea permite reduzir significativamente o volume de aplicação sem comprometer a eficácia da cobertura vegetal, desde que exista uma adequada calibração do sistema e seleção do tamanho das gotas. Esta redução traduz-se igualmente numa menor necessidade de transporte de água e numa maior eficiência operacional.

6.8. AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS TEMPOS DE OPERAÇÃO COM DRONE E MANUAL

Os tempos de operação (h/ha) registados em cada modalidade de aplicação (Drone 2.A, 2.B, 2.C e 2.D; Manual 3.A, 3.B, 3.C e 3.D) encontram-se apresentados na Tabela seguinte. Esta tabela inclui o respetivo estado fenológico da vinha, de acordo com a escala BBCH (BBCH Group, 2001), na altura da aplicação.

Perante os dados apresentados na Tabela 22, concluímos que os tempos de operação (h/ha), foram significativamente menores, à razão de cerca de seis vezes inferior na modalidade de aplicação por drone relativamente à aplicação manual, na média de todos os ensaios realizados.

Tabela 22. Tempos de operação nas modalidades drone e manual

Data 2025	Estado fenológico da videira Escala BBCH	Modalidade	Drone				Manual			
			2A	2 B	2 C	2 D	3A	3 B	3 C	3 D
		Área parcela (m2)	306	338	169	187	291	228	173	180
1º trat. 7 maio		Tempo operação (min.)	2.5	3	1.5	1	12	9	7	7.5
		Tempo (horas/ha)	1.3				6.8			
2º trat. 19 maio		Tempo operação (min.)	2	2.5	1	1.5	10	8	6	4
		Tempo (horas/ha)	1.2				5.4			
3º trat. 28 maio		Tempo operação (min.)	1.5	2	1	1	12	10	7	8
		Tempo (horas/ha)	0.9				7.1			
4º trat. 9 junho		Tempo operação (min.)	1.5	2	1	1	12	10	7	8
		Tempo (horas/ha)	0.9				7.1			
5º trat. 25 junho		Tempo operação (min.)	1.5	2	1	1	10	8	6	6
		Tempo (horas/ha)	0.9				5.7			
6º trat. 16 julho		Tempo operação (min.)	1.5	2	1	1	12	10	7	8
		Tempo (horas/ha)	0.9				7.1			

Tempo efetivo de pulverização com drone: o tempo efetivo de pulverização com drone inclui não apenas o tempo de aplicação propriamente dito, mas também o tempo adicional necessário para a descolagem, o trajeto de voo até à área-alvo, a execução da pulverização, o regresso ao ponto de

operação, a substituição de baterias e o reabastecimento do depósito de calda. Em valores médios contabilizou-se, em média, 1h/ha.

Tempo efetivo de pulverização manual: o tempo efetivo de pulverização manual inclui o tempo de preparação e enchimento do equipamento, o tempo de pulverização e ainda o tempo adicional associado a reabastecimentos sucessivos e às deslocações entre o ponto de abastecimento e a área a tratar. Importa salientar que a aplicação manual tende a ser mais demorada, sobretudo devido ao esforço físico exigido ao operador, o qual provoca maior fadiga ao longo do tempo, requerendo períodos de descanso mais frequentes, em comparação com a operação realizada por drone. Em valores médios contabilizou-se, em média, 6.5h/ha.

Comparativamente à aplicação manual com pulverizadores de dorso, de acordo com a ilustração da Figura 32, o drone permite tratar áreas significativamente superiores por unidade de tempo. Esta vantagem é particularmente relevante em situações em que as janelas de tratamento são curtas e a oportunidade de aplicação influencia diretamente a eficácia do controlo fitossanitário.

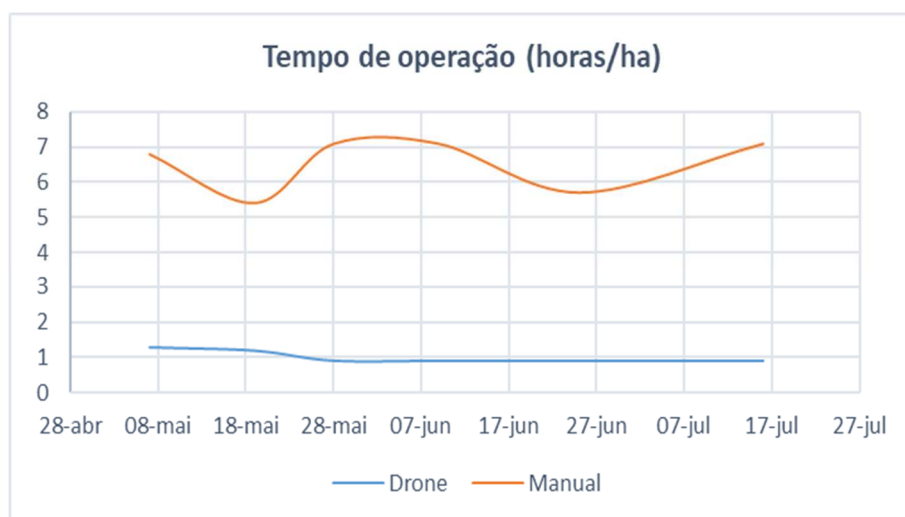


Figura 32. Relação dos tempos de operação (h/ha) entre a aplicação com drone e aplicação manual

O aumento da capacidade operacional observado neste estudo confirma os resultados descritos por Zhao *et al.* (2025), que verificaram que a capacidade de trabalho dos drones comerciais pode ser aproximadamente duas vezes superior à dos equipamentos de pulverização manual utilizados em vinhas de encosta.

De igual modo, Morales-Rodríguez *et al.* (2022) concluíram que os drones apresentam uma eficiência operacional (ha/h) significativamente superior à dos pulverizadores convencionais, permitindo reduzir substancialmente o tempo necessário para a realização dos tratamentos fitossanitários.

6.9. AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS CUSTOS MÉDIOS COM DRONE E MANUAL

A comparação dos custos das modalidades de aplicação foi efetuada com base nos tratamentos fitossanitários realizados nas parcelas experimentais, sendo os resultados extrapolados para uma área de 1 hectare, de forma a permitir a comparação entre a aplicação por drone e a aplicação manual.

No caso da aplicação com drone, e atendendo às especificidades inerentes a esta tecnologia, nomeadamente a complexidade operacional, a necessidade de formação técnica especializada, a utilização de equipamentos específicos e o cumprimento dos requisitos legais e regulamentares

aplicáveis, incluindo as autorizações e habilitações exigidas pelas entidades competentes, neste estudo considerou-se, para efeitos da análise económica, a prestação do serviço por uma empresa especializada e devidamente qualificada.

Assim, não foi considerada a hipótese de a aplicação ser realizada pelo próprio viticultor, uma vez que tal pressuporia a existência de investimento em equipamento, formação, certificações e licenças, bem como a assunção dos respetivos custos de exploração e manutenção.

A aplicação manual pode ser realizada por trabalhadores da própria exploração agrícola ou por empresas especializadas na prestação de serviços de aplicação de produtos fitofarmacêuticos. Contudo, para efeitos da análise económica desenvolvida neste estudo, de forma a assegurar a comparabilidade com os custos da aplicação por drone, considerou-se exclusivamente o cenário de contratação de uma empresa prestadora de serviços.

Assim, não foi considerada a hipótese de a aplicação manual ser efetuada por trabalhadores da própria exploração, uma vez que tal implicaria uma estrutura de custos distinta, associada aos recursos humanos e aos equipamentos próprios da exploração agrícola.

Atualmente, os serviços de aplicação por drone são, em regra geral, faturados em função da área tratada (€/ha), refletindo a elevada capacidade operacional desta tecnologia e a facilidade de quantificação da produtividade em hectares por hora.

Em contrapartida, os serviços de aplicação manual são frequentemente remunerados com base na jornada de trabalho (€/dia), uma vez que a produtividade depende significativamente das características da parcela, nomeadamente da área, da orografia, do declive, da densidade da vegetação e das condições de acessibilidade.

Para assegurar uma comparação homogênea entre as duas modalidades, todos os custos foram convertidos para euros por hectare (€/ha).

Com base na consulta de preços a duas empresas, Visudrones e AgroFly, entidades com elevada reputação e uma vasta experiência na aérea, o custo de aplicação de produtos fitofarmacêuticos com drone varia, geralmente, entre os 45 €/ha e os 190 €/ha, considerando um volume de calda de 300l/ha (volume de calda utilizada no presente ensaio) e a utilização de um drone com capacidade de 40l (DJI Agras T50).

A amplitude deste intervalo justifica-se por diversos fatores operacionais, nomeadamente a dimensão da parcela, o volume de calda aplicado, o horário de execução (laboral ou pós-laboral), a dificuldade de acesso a um ponto de água e a presença de obstáculos (postes, linhas elétricas, deslocações, entre outros).

Relativamente à aplicação manual com utilização do pulverizador de dorso, quando contratada a empresas externas de pulverização terrestre, o custo médio diário por operador, segundo o apuramento obtido em duas empresas prestadoras deste tipo de serviços na região, situa-se em cerca de 75 €/dia. Admitindo uma capacidade média de trabalho de 1.2 ha/dia (tendo por base 6.5 h/ha e 8h diárias), obtém-se um custo médio estimado por hectare de $75 \text{ €} / 1.2 \text{ ha} = 62.5 \text{ €/ha}$.

Assim, o custo de aplicação manual em regime de prestação de serviços externos (mão de obra contratada) é estimado em aproximadamente 62.5 €/ha.

Os valores de tempo e de custo obtidos neste estudo foram determinados para o drone DJI Agras T50, utilizando um volume de aplicação de 320 L/ha. A utilização de equipamentos com maior capacidade operacional, como o DJI Agras T100, poderá contribuir para uma redução adicional do tempo de trabalho e dos custos operacionais, para o mesmo volume de calda.

De igual modo, caso as condições agronómicas, o produto fitofarmacêutico utilizado e a tecnologia de aplicação permitam reduzir o volume de calda para 150 L/ha, é expectável uma diminuição significativa do número de reabastecimentos e do tempo de aplicação, refletindo-se numa redução dos custos operacionais. Contudo, esta hipótese deverá ser previamente validada do ponto de vista técnico e biológico, de forma a assegurar que a redução do volume de aplicação não compromete a qualidade da pulverização nem a eficácia dos tratamentos fitossanitários.

Para além disso, importa considerar fatores como o tempo de reabastecimento, as deslocações, a eficiência operacional do equipamento, as características da vinha e a manutenção da qualidade da aplicação, uma vez que todos estes aspetos influenciam o desempenho operacional e os custos associados.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 23, embora o custo total da operação com drone seja superior em explorações de menor dimensão, devido aos custos operacionais iniciais, nas explorações de maior dimensão ou em empresas prestadoras de serviços, a elevada capacidade operacional permite diluir esses custos fixos, reduzindo o custo por hectare e aumentando significativamente a rentabilidade da operação.

Tabela 23. Comparação dos custos e tempos médios de operação em vinha, a utilizar um volume de calda de 300L/ha na modalidade prestador serviços

Ha	Drone - DJI Agras T50				Aplicação manual			
	€/ha	h/ha	Tempo total (h)	Custo total (€)	€/ha	h/ha	Tempo total (h)	Custo total (€)
1	190 €	1.0 h	1 h	190 €	62.5 €	6.5 h	6.5 h	62.5 €
5	126 €	0.6 h	3 h	630 €	62.5 €	6.5 h	32.5 h	312.5 €
10	98 €	0.6 h	6 h	980 €	62.5 €	6.5 h	65 h	625 €
20	84 €	0.5 h	10 h	1680 €	62.5 €	6.5 h	130 h	1250 €
30	79 €	0.5 h	16 h	2380 €	62.5 €	6.5 h	195 h	1875 €
40	77 €	0.5 h	21 h	3080 €	62.5 €	6.5 h	260 h	2500 €
50	76 €	0.5 h	27 h	3780 €	62.5 €	6.5 h	325 h	3125 €
100	55 €	0.4 h	44 h	5530 €	62.5 €	6.5 h	650 h	6250 €
200	45 €	0.4 h	72 h	9030 €	62.5 €	6.5 h	1300 h	12500 €

A aplicação manual apresenta um custo por hectare inferior e constante (62.5 €/ha) em todas as áreas analisadas, enquanto o custo do drone é bastante superior em pequenas superfícies (190 €/ha para 1 ha).

No entanto, à medida que aumenta a área de trabalho, verifica-se uma redução progressiva do custo unitário do drone, que desce para 126 €/ha (5 ha), 98 €/ha (10 ha), 84 €/ha (20 ha), até atingir 45

€/ha para 200 ha. Esta redução resulta da diluição dos custos fixos (transporte, preparação, calibração, planeamento da missão e mobilização do equipamento) por uma área maior.

Em termos económicos, observa-se que o drone apenas se torna mais competitivo do que a aplicação manual a partir de aproximadamente 200 ha, quando o custo unitário desce para 45 €/ha, inferior aos 62.5 €/ha da aplicação manual.

O gráfico da Figura 33 evidencia uma diferença muito acentuada entre o tempo de trabalho necessário para a aplicação de produtos fitofarmacêuticos com o DJI Agras T50 e a aplicação manual, demonstrando a elevada eficiência operacional do drone.

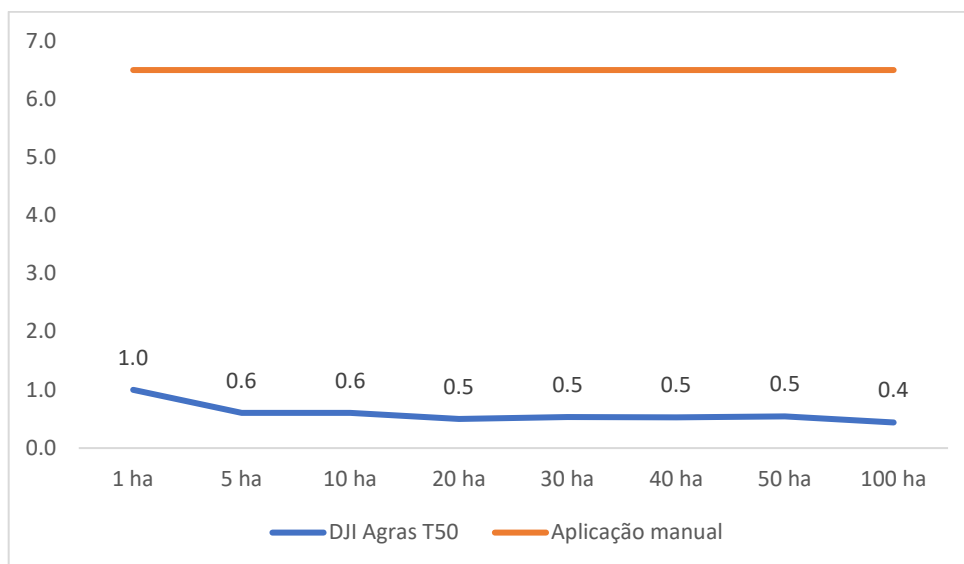


Figura 33. Comparação dos tempos médios de operação em vinha, a utilizar um volume de calda de 300L/ha, na modalidade prestador serviços drone e manual

A aplicação manual mantém-se constante em 6.5 h/ha, independentemente da área a tratar, refletindo que a capacidade de trabalho do operador não beneficia de economias de escala.

Em contrapartida, o DJI Agras T50 apresenta uma redução significativa do tempo por hectare à medida que aumenta a área de trabalho: de 1.0 h para 1 ha, diminui para 0,6 h/ha em áreas de 5 e 10 ha, estabiliza em cerca de 0.5 h/ha entre 20 e 50 ha e atinge 0.4 h/ha para 100 ha.

Esta tendência demonstra que os tempos associados à preparação, abastecimento e organização da operação têm um peso relativamente elevado em áreas pequenas, mas tornam-se progressivamente menos relevantes em explorações de maior dimensão. Consequentemente, a eficiência operacional do drone aumenta com a dimensão da área tratada.

Estes resultados corroboram os estudos de Morales-Rodríguez *et al.* (2022) e Biglia *et al.* (2023), que referem que os drones de pulverização aumentam significativamente a capacidade operacional relativamente aos métodos convencionais, reduzindo substancialmente o tempo necessário para a realização dos tratamentos.

A Figura 34 evidencia a evolução do custo por hectare (€/ha) da aplicação de produtos fitofarmacêuticos com o DJI Agras T50 em comparação com a aplicação manual, em função da área tratada. Observa-se uma diminuição acentuada do custo por hectare do drone à medida que aumenta a dimensão da exploração. Em contraste, a aplicação manual apresenta um custo constante de 62,5 €/ha, independentemente da área tratada, uma vez que a sua estrutura de custos é essencialmente variável e proporcional ao tempo de trabalho necessário.

O ponto de equilíbrio entre ambas as modalidades ocorre próximo dos 100 ha, onde o custo do DJI Agras T50 (55.30 €/ha) passa a ser inferior ao da aplicação manual (62.5 €/ha). Assim, embora a aplicação manual seja economicamente mais competitiva em pequenas e médias áreas, o drone torna-se progressivamente mais vantajoso em explorações de maior dimensão, mantendo simultaneamente uma capacidade operacional muito superior.

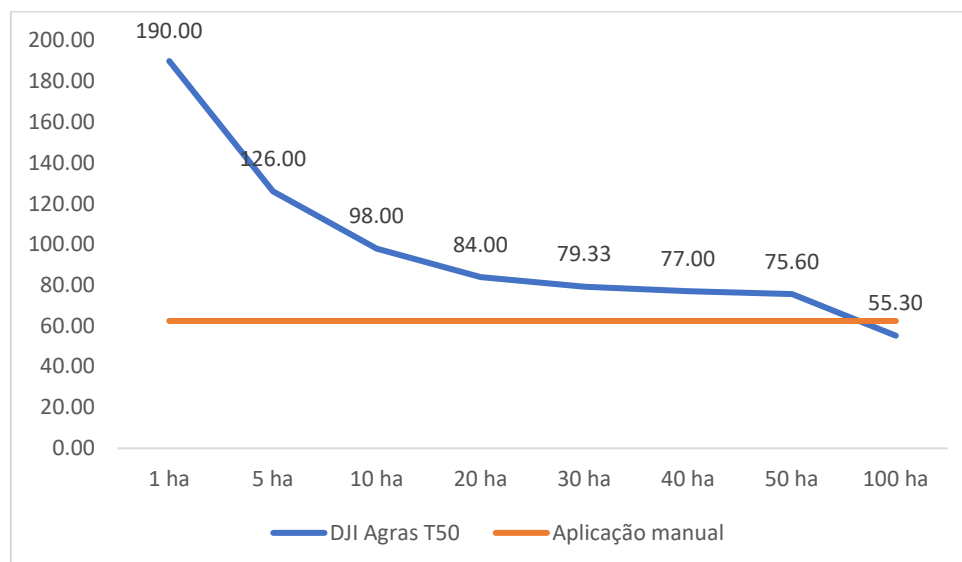


Figura 34. Comparação dos custos médios de operação em vinha, a utilizar um volume de calda de 300L/ha, na modalidade prestador serviços drone e manual

De igual modo, Biglia *et al.* (2023) verificaram que os drones de pulverização permitem aumentar a produtividade operacional, sobretudo em vinhas localizadas em terrenos inclinados e de difícil mecanização, como acontece na Região Demarcada do Douro. Segundo estes autores, a elevada capacidade operacional dos UAV reduz os tempos improdutivos e facilita a realização das aplicações dentro das janelas meteorológicas mais favoráveis.

Os resultados económicos obtidos evidenciam igualmente um efeito de economia de escala, verificando-se uma redução progressiva do custo médio por hectare à medida que aumenta a superfície tratada. Enquanto em pequenas áreas o custo por hectare é superior ao da aplicação manual, em explorações de maior dimensão o drone torna-se economicamente mais competitivo. Esta tendência é consistente com as conclusões de Wang *et al.* (2022), que referem que a viabilidade económica da pulverização com UAV depende fortemente da área tratada e da intensidade de utilização do equipamento, uma vez que os custos fixos de mobilização, preparação e operação são progressivamente diluídos.

Também Faíçal *et al.* (2014) salientam que a integração de drones na agricultura de precisão permite aumentar a eficiência operacional e reduzir os custos associados à mão de obra, aspetos particularmente relevantes em regiões onde existe escassez de trabalhadores agrícolas. Esta realidade é especialmente evidente na viticultura do Douro, caracterizada por parcelas de reduzida dimensão, forte declive e crescente dificuldade em assegurar mão de obra especializada para a realização atempada dos tratamentos fitossanitários.

Em conjunto, estes resultados reforçam a evidência científica de que os drones constituem uma alternativa tecnicamente eficaz e economicamente competitiva para a aplicação de produtos fitofarmacêuticos, particularmente em regiões vitícolas de difícil mecanização, como a Região Demarcada do Douro.

7. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que a aplicação de produtos fitofarmacêuticos com drones agrícolas constitui uma alternativa tecnicamente viável e operacionalmente vantajosa relativamente aos métodos convencionais de aplicação manual, em particular em vinhas de difícil acesso e não mecanizadas.

Os resultados demonstraram que a tecnologia drone pode alcançar níveis de eficácia fitossanitária equivalentes aos métodos tradicionais, desde que sejam respeitados os critérios técnicos de calibração, volume de aplicação, dimensão de gota e condições meteorológicas adequadas.

O tratamento estatístico demonstra que os tratamentos realizados por drone e por pulverização manual apresentam elevada eficácia no controlo do oídio e do míldio, não se verificando diferenças significativas entre as duas modalidades. Em condições de forte pressão de míldio e oídio, ambos os métodos de aplicação asseguraram níveis de intensidade e frequência das doenças compatíveis com uma proteção fitossanitária eficaz, enquanto as parcelas testemunha, sem tratamento, evidenciaram ataques severos que, praticamente, inviabilizaram a produção.

Não se registaram problemas de fitotoxicidade, ou seja, não se observaram danos visuais, como manchas, cloroses ou deformações, causados pelos fitofarmacêuticos utilizados, nem as suas misturas, nas videiras das parcelas tratadas (manual e drone), em comparação com as parcelas não tratadas.

Verificou-se que os produtos fitofarmacêuticos utilizados evidenciaram adequada miscibilidade, não tendo sido observadas incompatibilidades durante a preparação e homogeneização da calda, apesar das concentrações mais elevadas associadas à aplicação por drone. Estes resultados confirmam que, quando corretamente calibrado e operado, o drone pode garantir uma qualidade de proteção semelhante à obtida com o método tradicional.

A análise da deposição de calda na copa, recorrendo a papéis hidrossensíveis, evidenciou que tanto o drone como o pulverizador de dorso asseguraram cobertura adequada da folhagem e dos cachos, desde que respeitadas as condições meteorológicas e os parâmetros de calibração definidos.

A avaliação da deriva indicou que, no contexto e configurações testadas, a aplicação aérea com drone pode ser efetuada com níveis de risco reduzidos para a cultura e para o ambiente envolvente, desde que observadas as boas práticas de utilização de produtos fitofarmacêuticos e cumpridas as regras de segurança operacional. Neste domínio, a adoção de procedimentos rigorosos e o uso de equipamento de proteção individual mostraram-se determinantes para mitigar a exposição dos operadores.

Do ponto de vista operacional, o Drone apresenta uma capacidade de resposta muito superior em tempo útil, aspeto particularmente relevante em campanhas com janelas de oportunidade de tratamento curtas e condições climáticas instáveis. Para além disso, há a realçar a nula compactação do solo, aspeto de relevante importância quando avaliamos a qualidade e saúde dos solos agrícolas numa visão mais regenerativa. A utilização de drones permite uma redução significativa dos volumes de calda utilizados, diminui drasticamente as necessidades de transporte de água e reduz os tempos mortos associados a abastecimentos e deslocações. Simultaneamente, aumenta a rapidez de execução dos tratamentos e reduz substancialmente a exposição dos operadores aos produtos fitofarmacêuticos, contribuindo para melhores condições de segurança e saúde no trabalho.

Do ponto de vista económico, embora em áreas muito reduzidas o custo comercial do serviço de drone possa, em determinadas circunstâncias, apresentar um valor unitário superior, a análise operacional demonstra que essa diferença é rapidamente compensada pelos ganhos de produtividade, pela redução de mão de obra necessária e pela diminuição dos tempos de execução. Em áreas maiores, o Drone apresenta-se como uma solução mais económica.

Face aos resultados obtidos, conclui-se que os drones agrícolas são uma ferramenta estratégica para a agricultura de futuro. Esta tecnologia garante uma elevada eficácia fitossanitária, aumenta a produtividade operacional, reduz os custos de exploração e melhora a segurança dos trabalhadores, promovendo um uso mais sustentável dos fitofármacos. Estes benefícios reforçam a importância de aprofundar a investigação na área, de modo a fornecer os elementos técnicos necessários para uma futura reavaliação do enquadramento legislativo das aplicações aéreas em Portugal, respeitando sempre os princípios da Proteção Integrada e/ou a Agricultura Biológica.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, W. S. (1925).** *A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265–267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- ADVID. (2012).** *Oídio da videira* (Caderno Técnico n.º 5). Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense. ISBN 978-989-95481-9-0.
- ADVID. (2025).** *Míldio da videira* (Caderno Técnico n.º 6). Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense. ISBN 978-989-98368-9-1.
- Alves, F., & Almeida, F. (s.d.).** Contributo para a discussão de estratégias de combate ao oídio da videira: *Uncinula necator* (Schw.) Burr na Região Demarcada do Douro.
- Amaro, P. (2008).** *A revisão das regras de autorização de pesticidas em protecção integrada*. ISAPress.
- Amaro, P. (Ed.). (2003).** *A protecção integrada*. ISA/Press. ISBN 972-8669-10-0.
- Aranha, J., Madeira, S., Soares, R., Viana, H., & Henriques, R. (2013).** Caracterização e estratificação de parcelas de vinha na Região Demarcada do Douro com recurso a fotografias aéreas captadas por um veículo aéreo não tripulado. *Info 31 – Revista Informativa da Ordem dos Engenheiros, Região Norte*.
- Autoridade Nacional da Aviação Civil. (s.d.).** ANAC – *Autoridade Nacional da Aviação Civil*. <https://www.anac.pt/>. 2026
- Autoridade para as Condições do Trabalho. (2014).** Guias práticos: Utilização de produtos fitofarmacêuticos agrícolas. ACT.
- BASF Agro. (s.d.).** *Agro BASF Portugal*. <https://www.agro.basf.pt/>
- BASF Agro. (s.d.).** *Soluções Agrícolas | Produtos fitossanitários*. <https://www.agro.basf.pt/pt/Produtos/>
- Bateira, C. V. M. (2015).** Geometria dos terraços agrícolas e modelação da instabilidade de vertentes (Vale do Douro – Portugal). *Geosp – Espaço e Tempo*, 19(2), 263–284. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2015.102781>
- BBCH Working Group. (2001).** *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants: BBCH monograph* (2nd ed., U. Meier, Ed.). Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry.
- Behrendt, K. (2025).** An agroecological assessment of uncrewed aerial vehicle spraying in Greek viticulture. *Smart Agricultural Technology*, 10, 100837. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100837>
- Biglia, A., Grella, M., Bloise, N., Comba, L., Mozzanini, E., Sopegno, A., Pitarello, M., Dicembrini, E., Alcatraz, L. E., Guglieri, G., Balsari, P., Ricauda Aimonino, D., & Gay, P. (2023).** UAV-spray application in vineyards: Flight modes and spray system adjustment effects on canopy deposit, coverage, and off-target losses. *Computers and Electronics in Agriculture*, 210, 107989. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107989>
- Calonnec, A., Cartolaro, P., Delière, L., & Chadoeuf, J. (2006).** Powdery mildew on grapevine: The date of primary contamination affects disease development on leaves and damage on grape. *IOBC-WPRS Bulletin*, 29(11), 67–73.
- Candeias, S. (Coord.), Castiço, F., Cardoso, M., Garcia, A. P., Calouro, F., Brito da Luz, P., & Jordão, P. (2023).** *Normas técnicas necessárias ao exercício da produção integrada: Culturas vegetais* (1.ª ed., rev. jan. 2025). Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural.

Castaldo, J. H. (2023). Revolucionando a agricultura pelos céus: Explorando o potencial dos drones de pulverização na agricultura de precisão. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 40, e27284.

Cavaco, M., & Calouro, F. (Coords.). (2006). Requisitos mínimos para o exercício da produção integrada: Culturas para as quais ainda não existem normas oficiais estabelecidas. Direção-Geral de Proteção das Culturas.

Chen, Y., Herrera, R. A., Benitez, E., Hoffmann, C., Möth, S., Paredes, D., Plaas, E., Popescu, D., Rascher, S., Rusch, A., Sandor, M., Tolle, P., Willemen, L., Winter, S., & Schwarz, N. (2022). Winegrowers' decision-making: A pan-European perspective on pesticide use and inter-row management. *Journal of Rural Studies*, 94, 37–53. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.04.007>

Contiero, R. L., Biffe, D. F., & Catapan, V. (2018). Tecnologia de aplicação. In J. U. T. Brandão Filho, P. S. L. Freitas, L. O. S. Berian, & R. Goto (Orgs.), *Hortaliças-fruto* (pp. 401–449). EDUEM. <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0015>

Costa, C. A., Godinho, M. C., Figueiredo, E., & Mexia, A. (2017). Impacto das práticas agrícolas e do uso de pesticidas em proteção integrada, agricultura biológica e agricultura convencional, em vinha e pomóideas. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(n.º especial), 101–110. <https://doi.org/10.19084/RCA16170>

Direção Regional de Agricultura da Beira Litoral. (2006). *Equipamentos de proteção individual a utilizar na manipulação e aplicação de produtos fitofarmacêuticos*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.

Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. (2011). Documento de orientação para a elaboração dos procedimentos operatórios a apresentar pelas entidades candidatas a organizações oficialmente reconhecidas (DGADR DSPFSV–7/11). Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território.

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária, & Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. (2023, 22 de maio). *Utilização sustentável de produtos fitofarmacêuticos: Aconselhamento agrícola* [Formação e-learning]. <https://www.dgav.pt/>

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária. (2020a). Código de conduta na aplicação de produtos fitofarmacêuticos.

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária. (2020b). Uso sustentável dos produtos fitofarmacêuticos: Manual para aplicadores.

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária. (2022). *Ofício circular n.º 03/2022 – Aplicação aérea de produtos fitofarmacêuticos: Procedimentos e condições*. <https://www.dgav.pt/>

Diretiva 2009/128/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de outubro de 2009, que estabelece um quadro de ação a nível comunitário para uma utilização sustentável dos pesticidas. (2009). *Jornal Oficial da União Europeia*, L 309, 71–86.

DJI Agriculture. (s.d.). DJI AGRAS T50 – Specifications. <https://ag.dji.com/t50/specs>

European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2012). PP 1/152(4): Design and analysis of efficacy evaluation trials. *EPPO Bulletin*, 42(3), 367–381. <https://doi.org/10.1111/epp.2610>

European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2021a). *Efficacy evaluation of fungicides: Plasmopara viticola (EPPO PP 1/31(3))*. https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_protection_products/pp_1_31

European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2021b). *Efficacy evaluation of fungicides: Uncinula necator (EPPO PP 1/4(4))*. https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_protection_products/pp_1_4

Façal, B. S., Costa, F. G., Pessin, G., Ueyama, J., Freitas, H., Colombo, A., Fini, P. H., Villas, L., Osório, F. S., Vargas, P. A., & Braun, T. (2014). The use of unmanned aerial vehicles and wireless sensor networks for spraying pesticides. *Journal of Systems Architecture*, 60(4), 393–404. <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2014.01.004>

Félix, A. P., & Cavaco, M. (2009). Manual de proteção fitossanitária para proteção integrada e agricultura biológica da vinha. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems. FAO.

Gessler, C., Pertot, I., & Perazzolli, M. (2011). Plasmopara viticola: A review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. *Phytopathologia Mediterranea*, 50(1), 3–44. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-9360

Gil, E., Balsari, P., Gallart, M., & Llorens, J. (2014). Determination of drift potential of different flat fan nozzles on a boom sprayer using a test bench. *Crop Protection*, 56, 58–68.

Google. (s.d.). Google Maps. <https://maps.google.com/>

Hafeez, A., Husain, M. A., Singh, S. P., Chauhan, A., Khan, M. T., Kumar, N., Chauhan, A., & Soni, S. K. (2023). Implementation of drone technology for farm monitoring and pesticide spraying: A review. *Information Processing in Agriculture*, 10(2), 192–203. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2022.02.002>

International Organization for Standardization. (2005). *ISO 22866:2005 – Equipment for crop protection — Methods for field measurement of spray drift*. Geneva, Switzerland: ISO.

Istiak, M. A., Syeed, M. M. M., Hossain, M. S., Uddin, M. F., Hasan, M., Khan, R. H., & Azad, N. S. (2023). Adoption of unmanned aerial vehicle (UAV) imagery in agricultural management: A systematic literature review. *Information Processing in Agriculture*, 10(2), 235–247. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2022.09.004>
Koç, C. (2017). Design and development of a low-cost UAV for pesticide applications. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 34(1), 94–103. <https://doi.org/10.13002/jafag4274>

Koledenkova, K., Esmaeel, Q., Jacquard, C., Nowak, J., Clément, C., & Ait Barka, E. (2022). Plasmopara viticola, the causal agent of downy mildew of grapevine: From its taxonomy to disease management. *Frontiers in Microbiology*, 13, Article 889472. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.889472>

Koledenkova, K., Esmaeel, Q., Jacquard, C., Nowak, J., Clément, C., & Ait Barka, E. (2022). Plasmopara viticola, the causal agent of downy mildew of grapevine: From its taxonomy to disease management. *Frontiers in Microbiology*, 13, Article 889472.

Le, Z., Gutiérrez-Gamboa, G., Dong, M., Zheng, W., & Sun, B. (2025). Spraying effects of UAV application on droplet effectiveness in two vine trellis systems of high-slope terrace vineyards. *Plants*, 14(10), 1452. <https://doi.org/10.3390/plants14101452>

Lorenz, D. H., Eichhorn, K. W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U., & Weber, E. (1995). Growth stages of the grapevine: Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*)—Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 1(2), 100–103.

Magalhães, N. (2015). Tratado de viticultura: A videira, a vinha e o terroir (2.ª ed.). Esfera Poética.

Matthews, G. A. (2000). *Pesticide application methods* (3rd ed.). Blackwell Science.

Ministério da Agricultura, das Florestas e do Desenvolvimento Rural, Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, Divisão de Apoio ao Setor Agroalimentar. (s.d.). *Divulgação: Proteção integrada da vinha – 2*. Estação de Avisos do Douro.

Morales-Rodríguez, P. A., Cano Cano, E., Villena, J., & López-Perales, J. A. (2022). A comparison between conventional sprayers and new UAV sprayers: A study case of vineyards and olives in Extremadura (Spain). *Agronomy*, 12(6), 1307. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061307>

Moreira, J. F., Ribeiro, A., Santos, J., Glass, C. R., Sykes, D., Lewis, R., Delgado, P., Cohen, E., Martínez Vidal, J. L., Egea González, F. J., Arrebola Liebenas, F. J., & Meuling, W. (2006). *Exposição aos produtos fitofarmacêuticos do operador de material de aplicação de produtos fitofarmacêuticos*. Direção-Geral de Proteção das Culturas.

Mozell, M. R., & Thach, L. (2014). The impact of climate change on the global wine industry: Challenges and solutions. *Wine Economics and Policy*, 3(2), 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2014.08.001>

Nicholas, P., Magarey, P. A., & Wachtel, M. (Eds.). (1994). *Diseases and pests* (Grape Production Series No. 1). Winetitles.

Oliveira, A. B., Barata, A., Prates, A., Mendes, F., Bento, F., Gaspar, L., & Cavaco, M. (2014). *Proteção integrada das culturas: Volume I – Conceitos e princípios*. Direção-Geral de Alimentação e Veterinária.

Qiu, W., Feechan, A., & Dry, I. (2015). Current understanding of grapevine defense mechanisms against the biotrophic fungus (*Erysiphe necator*), the causal agent of powdery mildew disease. *Horticulture Research*, 2, 15020.

Quinta das Carvalhas. (s.d.). *Quinta das Carvalhas*. <https://quintadascarvalhas.pt/>

Reynier, A. (1990). *Manual de viticultura*. Publicações Europa-América

Reynier, A. (2016). *Manuel de viticulture: Guide technique du viticulteur* (12e éd.). Lavoisier Tec & Doc.

Rota do Douro. (s.d.). *Rota do Douro*. <https://rotadodouro.pt/>

Safaeinezhad, M., Ghasemi-Nejad-Raeini, M., & Taki, M. (2025). Performance evaluation of spraying drones compared to boom sprayers for spray applications. *Scientific Reports*, 15, 41521. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-25353-1>

Santos, F. A. (2003). *Utilização de pulverizações na cultura da vinha: Curso de formação destinado a operadores e técnicos vitícolas*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Selectis. (s.d.). *Produtos*. <https://selectis.pt/products>

Selectis. (s.d.). *Selectis – Produtos para agricultura*. <https://selectis.pt/>

Sirfran. (s.d.). *Pulverizadores manuais*. <https://sirfran.com/product-category/pulverizadores/pulverizadores-manuais/>

Teixeira, F. (2014). *Utilização de produtos fitofarmacêuticos agrícolas*. Autoridade para as Condições do Trabalho.

UAV Crafts. (s.d.). *UAV Crafts*. <https://uav-crafts.com/>

UNESCO Portugal. (s.d.). *Alto Douro Vinhateiro*. <https://unescoportugal.mne.gov.pt/pt/temas/proteger-o-nosso-patrimonio-e-promover-a-criatividade/patrimonio-mundial-em-portugal/alto-douro-vinhateiro>

UNESCO World Heritage Centre. (s.d.). *Alto Douro Wine Region*. <https://whc.unesco.org/en/list/1046/>

Unmanned Aerial Pesticide Application System Task Force - UAPASTF (2024a). *Best management practices for safe and effective application of pesticides using unmanned aerial spray systems (UASS)* (Version 1.0). <https://uapastf.com/wp-content/uploads/2024/09/MASTER-UAPASTF-BMP-final-Sept-2024.pdf>

Unmanned Aerial Pesticide Application System Task Force - UAPASTF (2024b). Proposed field study protocol guidance requirements & specifications for field drift trials when using unmanned aerial vehicles (UAVs). <https://uapastf.com/wp-content/uploads/2024/09/UAV-Spray-Drift-Field-Trial-Recommendations-1.1-for-UAPASTF-Website-Posting-Sept-2024.pdf>

Uyemoto, J. K., Gubler, W. D., & Wilcox, W. F. (2015). *Compendium of grape diseases, disorders, and pests* (2nd ed.). APS Press.

Viana, H., Lopes, D., & Aranha, J. (2011). *Assessment of Forest Aboveground Biomass Stocks and Dynamics with Inventory Data, Remotely Sensed Imagery and Geostatistics*. In *Progress in Biomass and Bioenergy Production*. InTech.

VISUDRONES. (s.d.). *VISUDRONES – Mais que drones, soluções que elevam o seu trabalho*. <https://visudrones.com/>

Wang, C., Liu, Y., Zhang, Z., Han, L., Li, Y., Zhang, H., Wongsuk, S., Li, Y., Wu, X., & He, X. (2022). Spray performance evaluation of a six-rotor unmanned aerial vehicle sprayer for pesticide application using an orchard operation mode in apple orchards. *Pest Management Science*, 78(6), 2449–2466. <https://doi.org/10.1002/ps.6875>

ANEXOS

ANEXO I – FICHAS DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DO OÍDIO E DO MÍLDIO

Exemplo da ficha de campo utilizada na avaliação da incidência, frequência e severidade do oídio, de acordo com as orientações da EPPO.

**ANEXO II – DADOS DAS AVALIAÇÕES FITOSSANITÁRIAS E RESPETIVOS RESULTADOS (ASSESSMENT
DATA SUMMARY)**

Oct-19-2025 (MKD-X-2025-PT-XXX-A-01.0-PT-PTB-001) ARM 2025.0 Assessment Data Summary

Trial ID:	Type	PG	Year
	MKD	X	2025

Title: **EFFICACY OF DRONE APP VS CLASSIC MANUAL**

GEP Guid EPPO PP 1/31(3), PP 1/135(3), PP 1/152(3), PP 1/181(3)

Short Trial X25XXXA-PTB001

Evaluation: No / Date

Crop: ID / Code / Resistance Crop: Variety

Crop Stage Min / Max / Method DAT / DALT / DAP

SE: File / Group Organism /

Biotype Rating Type

Clarifier

CALC Method Rating

Unit Part Rated

Subsamples / Class Sample Size /

Unit Assessed by

Trt	Product/Entry Name	Appl Code	Plot
	1 CHECK		103 201 302 403
Mean =			
	2 DRONE APPLICATION	ABCDEF	101 202 303 401
Mean =			
	3 MANUAL APPLICATION	ABCDEF	102 203 301 402
Mean =			

Crop: ID / Code / Resistance

1, VITVI, , TINTA RORIZ = Grape, European Crop Stage Min / Max / Method

55 = 1ST.IND.FLOWERS VISIBLE(CLOSED)

65 = FULL FLOWERING:50% OF FL.OPEN

71 = FRUIT:10% OF FINAL SIZE

75 = FRUIT:50% OF FINAL SIZE

77 = FRUIT:70% OF FINAL SIZE

79 = FRUITS HAVE REACHED FINAL SIZE

85 = ADVANCED RIPENING/FRUIT COLORA

69 = END OF FLOWERING;FRUIT SET VIS

73 = FRUIT:30% OF FINAL SIZE

81 = BEGIN.OF RIPENING/FRUIT COLORA B = BBCH SCALE

9227 = 1 VITVI Feb-1-2000

9239 = 1 VITVI Feb-1-2000

9248 = 1 VITVI Feb-1-2000

9260 = 1 VITVI Feb-1-2000

9276 = 1 VITVI Feb-1-2000

9297 = 1 VITVI Feb-1-2000

9325 = 1 VITVI Feb-1-2000

SE: File / Group

G_PHYTOX_10 = Crop injury %, untreated check is zero or empty F_P%INF_10 = Intensity of attack %

F_P%FREQ_10 = Frequency of attack % Organism / Biotype

NNNNN = USEFUL PLANTS PLASVI =

PLASMOPARA VITICOLA UNCINE = ERYSPHE

NECATOR

Rating Type

PHYTOX, CROP INJURY = CROP INJURY

INFECT, INTENSITY = INFECTION (F); INFESTATION (I) INFECT, FREQUENCY = INFECTION (F); INFESTATION (I)

CALC Method

P%EST = ESTIMATION ATTRIBUTE IN % P%INF = ESTIMATING SEVERITY - ATTACK % P%FREQ = ESTIMATION FREQ.OF ATTACK %

Rating Unit

% = PERCENT

Part Rated

PX, TOTAL PLANT = PLANT,TOTAL BX, LEAF = LEAF

RT, RACEME = RACEME

TPLOT = TOTAL PLOT

UNIT = ASSESSED OBJECT(PART RATED)

Cty	Pl.No.	Ver.	Rev.	Cty
PT	XXX	A	01.0	PT
3D Crop/LWA:	Y	Yes		
Crop Destruct Required?:	N	None/no		

A00; May-7-2025	A00; May-7-2025	A00; May-7-2025	A00; May-7-2025	A00; May-7-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
55; 57; B	55; 57; B	55; 57; B	55; 57; B	55; 57; B
0; 0; 9227	0; 0; 9227	0; 0; 9227	0; 0; 9227	0; 0; 9227
G_PHYTOX_10; 1	F_P%INF_10; 10	F_P%FREQ_10; 3	F_P%INF_10; 4	F_P%FREQ_10; 5
NNNNN; -	PLASVI; (míldio)	PLASVI; (míldio)	PLASVI; (míldio)	PLASVI; (míldio)
PHYTOX	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
CROP INJURY	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%EST	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%	%
PX; TOTAL PLANT	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
1; 1	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
1,0 TPLOT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An

1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Reg	No.		
PTB		1	GEP:

A00; May-7-2025	A00; May-7-2025	A00; May-7-2025	A00; May-7-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
55; 57; B	55; 57; B	55; 57; B	55; 57; B
0; 0; 9227	0; 0; 9227	0; 0; 9227	0; 0; 9227
F_P%INF_10; 2	F_P%FREQ_10; 12	F_P%INF_10; 13	F_P%FREQ_10; 5
UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)
INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%
BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An

6	7	8	9
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

B00; May-19-2025	B00; May-19-2025	B00; May-19-2025	B00; May-19-2025	B00; May-19-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
65; 69; B	65; 69; B	65; 69; B	65; 69; B	65; 69; B
12; 0; 9239	12; 0; 9239	12; 0; 9239	12; 0; 9239	12; 0; 9239
G_PHYTOX_10; 14	F_P%INF_10; 15	F_P%FREQ_10; 16	F_P%INF_10; 17	F_P%FREQ_10; 18
NNNNN; -	PLASVI; (mildio)	PLASVI; (mildio)	PLASVI; (mildio)	PLASVI; (mildio)
PHYTOX	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
CROP INJURY	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%EST	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%	%
PX; TOTAL PLANT	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
1; 1	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
1,0 TPLOT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An
	10	11	12	13
	0	1.2	16	1.1
	0	1.6	15	1.3
	0	2.1	20	2
	0	1.3	17	1.5
	0	1.5	17	1.5
	0	0.3	5	0
	0	0.4	8	0.3
	0	0.1	2	0.1
	0	0.1	2	0.1
	0	0.2	4.3	0.1
	0	0.3	6	0.1
	0	0.5	9	0.2
	0	0.4	8	0.3
	0	0.1	1	0
	0	0.3	6	0.1
				2.3

B00; May-19-2025	B00; May-19-2025	B00; May-19-2025	B00; May-19-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
65; 69; B	65; 69; B	65; 69; B	65; 69; B
12; 0; 9239	12; 0; 9239	12; 0; 9239	12; 0; 9239
F_P%INF_10; 19	F_P%FREQ_10; 20	F_P%INF_10; 21	F_P%FREQ_10; 22
UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)
INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%
BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An
	15	16	17
	0.1	1	0
	0.3	5	0
	0.2	3	0
	0.1	1	0
	0.1	2.5	0
	0	0	0
	0	0	0.3
	0	0	0.1
	0	0	0.1
	0	0	0.1
	0	0	0.2
	0	0	0.3
	0	0	0
	0	0	0.1
	0	0	0

[illegible]

D00; Jun-9-2025	D00; Jun-9-2025	D00; Jun-9-2025	D00; Jun-9-2025	D00; Jun-9-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
75; 75; B	75; 75; B	75; 75; B	75; 75; B	75; 75; B
33; 0; 9260	33; 0; 9260	33; 0; 9260	33; 0; 9260	33; 0; 9260
G_PHYTOX_10; 32	F_P%INF_10; 33	F_P%FREQ_10; 34	F_P%INF_10; 35	F_P%FREQ_10; 36
NNNNN; -	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)
PHYTOX	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
CROP INJURY	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%EST	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%	%
PX; TOTAL PLANT	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
1; 1	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
1,0 TPLOT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An

28	29	30	31	32
0	0.6	6	0.4	4
0	0.9	9	0.8	9
0	0.4	5	1	11
0	0.4	4	0.2	2
0	0.6	6	0.6	6.5
0	0	0	0	0
0	0	0	0.1	1
0	0.1	2	0.1	1
0	0	0	0	0
0	0	0.5	0	0.5
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0.1	1	0.1	1
0	0	0	0	0
0	0	0.3	0	0.3

E00; Jun-25-2025	E00; Jun-25-2025	E00; Jun-25-2025	E00; Jun-25-2025	E00; Jun-25-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
77; 77; B	77; 77; B	77; 77; B	77; 77; B	77; 77; B
49; 0; 9276	49; 0; 9276	49; 0; 9276	49; 0; 9276	49; 0; 9276
G_PHYTOX_10; 37	F_P%INF_10; 38	F_P%FREQ_10; 39	F_P%INF_10; 40	F_P%FREQ_10; 41
NNNNN; -	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)
PHYTOX	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
CROP INJURY	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%EST	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%	%
PX; TOTAL PLANT	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
1; 1	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
1,0 TPLOT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An

33	34	35	36	37
0	0.3	3	0.4	4
0	1.4	14	0.9	9
0	0.7	7	0.8	8
0	0.4	4	0.5	5
0	0.7	7	0.7	6.5
0	0.1	1	0.1	2
0	0.2	3	0.1	1
0	0	0	0.1	1
0	0.2	3	0.1	2
0	0.1	1.8	0.1	1.5
0	0.1	1	0.1	1
0	0	0	0.1	1
0	0.1	2	0.1	2
0	0	0	0	0
0	0	0.8	0.1	1

F00; Jul-16-2025	F00; Jul-16-2025	F00; Jul-16-2025	F00; Jul-16-2025	F00; Jul-16-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
79; 81; B	79; 81; B	79; 81; B	79; 81; B	79; 81; B
70; 0; 9297	70; 0; 9297	70; 0; 9297	70; 0; 9297	70; 0; 9297
G_PHYTOX_10; 42	F_P%INF_10; 43	F_P%FREQ_10; 44	F_P%INF_10; 45	F_P%FREQ_10; 46
NNNNN; -	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)
PHYTOX	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
CROP INJURY	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%EST	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%	%
PX; TOTAL PLANT	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
1; 1	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
1,0 TPLOT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An

38	39	40	41	42
0	0.5	6	0.5	6
0	1.1	14	0.9	13
0	0.6	8	1.1	13
0	0.4	5	0.7	10
0	0.6	8.3	0.8	10.5
0	0.1	2	0	0
0	0.1	1	0.1	1
0	0.2	3	0.1	1
0	0.1	1	0.1	1
0	0.1	1.8	0	0.8
0	0.1	1	0	0
0	0	0	0.1	1
0	0.1	2	0.2	4
0	0.1	1	0.1	1
0	0.1	1	0.1	1.5

F28; Aug-13-2025	F28; Aug-13-2025	F28; Aug-13-2025	F28; Aug-13-2025	F28; Aug-13-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
85; 85; B	85; 85; B	85; 85; B	85; 85; B	85; 85; B
98; 28; 9325	98; 28; 9325	98; 28; 9325	98; 28; 9325	98; 28; 9325
G_PHYTOX_10; 47	F_P%INF_10; 48	F_P%FREQ_10; 49	F_P%INF_10; 50	F_P%FREQ_10; 51
NNNNN; -	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)
PHYTOX	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
CROP INJURY	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%EST	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%	%
PX; TOTAL PLANT	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
1; 1	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
1,0 TPLOT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An

43	44	45	46	47
0	14.4	47	17.7	49
0	15.5	50	17.3	60
0	14.2	50	21.1	50
0	15.4	44	18.1	50
0	14.9	47.8	18.5	52.3
0	0	0	0	0
0	0.2	3	0.1	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0.8	0	0.3
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0.1	2	0.1	2
0	0	0	0.1	1
0	0	0.5	0	0.8

**ANEXO III – RESULTADOS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA (ANOVA E TESTE DE STUDENT-NEWMAN-KEULS)
DO OÍDIO (*ERYSIPHE NECATOR*) E DO MÍLDIO (*PLASMOPARA VITICOLA*)**

Title: EFFICACY OF DRONE APP VS CLASSIC MANUAL

GEP Guid EPPO PP 1/31(3), PP 1/135(3), PP 1/152(3), PP 1/181(3)

Short Trial X25XXXA-PTB001

Evaluation: No / Date	B00; May-19-2025	B00; May-19-2025	B00; May-19-2025	B00; May-19-2025
Crop: ID / Code / Resistance	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
Crop: Variety	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
Crop Stage Min / Max / Method	65; 69; B	65; 69; B	65; 69; B	65; 69; B
DAT / DALT / DAP	12; 0; 9239	12; 0; 9239	12; 0; 9239	12; 0; 9239
SE: File / Group	F_P%INF_10; 19	F_P%FREQ_10; 20	F_P%INF_10; 21	F_P%FREQ_10; 22
Organism / Biotype	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)
Rating Type	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
Clarifier	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
CALC Method	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
Rating Unit	%	%	%	%
Part Rated	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
# Subsamples / Class	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
Sample Size / Unit	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Assessed by	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An

Trt	Product/Entry Name	15*	16*	17*	18*
	1 CHECK	a	0.1 a	2.5 a	0 -
	2 DRONE APPLICATION	b	0 b	0 b	0.1 -
	3 MANUAL APPLICATION	b	0 b	0 b	0.1 -
	LSD P=.05		0.1	1.91	0.16
	Standard Deviation		0.06	1.11	0.09
	CV		132.67	132.67	132.58
	Grand Mean		0.04	0.83	0.07
	Levene's F^		1.5	1.5	0.071
	Levene's Prob(F)		0.274	0.274	0.932
	Rank X2	.	.	.	.
	P(Rank X2)	.	.	.	.
	Shapiro-Wilk^		0.8937	0.8937	0.9062
	P(Shapiro-Wilk)^		0.1315	0.1315	0.1908
	Skewness^		0.4008	0.4008	0.6437
	P(Skewness)^		0.5861	0.5861	0.387
	Kurtosis^		-0.153	-0.153	-0.8574
	P(Kurtosis)^		0.9138	0.9138	0.5476
	Replicate F		1	1	1.472 NaN
	Replicate Prob(F)		0.4547	0.4547	0.3136 NaN
	Treatment F		6.818	6.818	1.724 NaN
	Treatment Prob(F)		0.0285	0.0285	0.256 NaN

Means followed by same letter or symbol do not significantly differ (P=.05, Student-Newman-Keuls).

Mean comparisons performed only when AOV Treatment P(F) is significant at mean comparison OSL.

* Adjusted means

Could not calculate LSD (% mean diff) or mean separation letters for columns 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,18,19,28,33,38,43 because error var

Mean separation letters are 'na' (not applicable) when error variance is 0

^Calculated from residual.

Crop: ID / Code / Resistance
 1, VITVI, , TINTA RORIZ = Grape, European
 Crop Stage Min / Max / Method
 55 = 1ST.IND.FLOWERS VISIBLE(CLOSED)
 65 = FULL FLOWERING:50% OF FL.OPEN
 71 = FRUIT:10% OF FINAL SIZE
 75 = FRUIT:50% OF FINAL SIZE
 77 = FRUIT:70% OF FINAL SIZE
 79 = FRUITS HAVE REACHED FINAL SIZE
 85 = ADVANCED RIPENING/FRUIT COLORA
 69 = END OF FLOWERING;FRUIT SET VIS
 73 = FRUIT:30% OF FINAL SIZE
 81 = BEGIN.OF RIPENING/FRUIT COLORA
 B = BBCH SCALE

9227 = 1 VITVI Feb-1-2000
 9239 = 1 VITVI Feb-1-2000
 9248 = 1 VITVI Feb-1-2000
 9260 = 1 VITVI Feb-1-2000
 9276 = 1 VITVI Feb-1-2000
 9297 = 1 VITVI Feb-1-2000
 9325 = 1 VITVI Feb-1-2000

SE: File / Group
 G_PHYTOX_10 = Crop injury %, untreated check is zero or empty
 F_P%INF_10 = Intensity of attack %
 F_P%FREQ_10 = Frequency of attack %
 Organism / Biotype
 NNNNN = USEFUL PLANTS
 PLASVI = PLASMOPARA VITICOLA
 UNCINE = ERYSIPHE NECATOR
 Rating Type
 PHYTOX, CROP INJURY = CROP INJURY
 INFECT, INTENSITY = INFECTION (F); INFESTATION (I)
 INFECT, FREQUENCY = INFECTION (F); INFESTATION (I)
 CALC Method
 P%EST = ESTIMATION ATTRIBUTE IN %
 P%INF = ESTIMATING SEVERITY - ATTACK %
 P%FREQ = ESTIMATION FREQ.OF ATTACK %
 Rating Unit
 % = PERCENT
 Part Rated
 PX, TOTAL PLANT = PLANT,TOTAL
 BX, LEAF = LEAF
 RT, RACEME = RACEME

TPLOT = TOTAL PLOT
 UNIT = ASSESSED OBJECT(PART RATED)

C00; May-28-2025	C00; May-28-2025	C00; May-28-2025	C00; May-28-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
71; 73; B	71; 73; B	71; 73; B	71; 73; B
21; 0; 9248	21; 0; 9248	21; 0; 9248	21; 0; 9248
F_P%INF_10; 28	F_P%FREQ_10; 29	F_P%INF_10; 30	F_P%FREQ_10; 31
UNCINE; (óidio)	UNCINE; (óidio)	UNCINE; (óidio)	UNCINE; (óidio)
INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%
BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An
24*	25*	26*	27*
0.3 a	3.8 a	0.4 a	6 a
0 b	0 b	0 b	0 b
0 b	0 b	0 b	0 b
0.24	2.98	0.25	2.94
0.14	1.72	0.14	1.7
134.58	137.92	98.81	84.98
0.1	1.25	0.15	2
1.679	1.5 13,136*	12.50*	
0.24	0.274 0,002*	0,003*	
0.9495	0.9758	0.9277	0.9356
0.6291	0.9615	0.3567	0.4437
-0.3225	-0.1982	0.0481	0
0.6605	0.7867	0.9476	1
-0.0441	0.1244	-1.3409	-1.2974
0.9751	0.9299	0.3527	0.3679
1	1	1	1
0.4547	0.4547	0.4547	0.4547
6.625	6.308	12.291	16.615
0.0303	0.0335	0.0076	0.0036

D00; Jun-9-2025	D00; Jun-9-2025	D00; Jun-9-2025	D00; Jun-9-2025	D00; Jun-9-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
75; 75; B	75; 75; B	75; 75; B	75; 75; B	75; 75; B
33; 0; 9260	33; 0; 9260	33; 0; 9260	33; 0; 9260	33; 0; 9260
G_PHYTOX_10; 32	F_P%INF_10; 33	F_P%FREQ_10; 34	F_P%INF_10; 35	F_P%FREQ_10; 36
NNNNN; -	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)
PHYTOX	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
CROP INJURY	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%EST	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%	%
PX; TOTAL PLANT	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
1; 1	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
1,0 TPLOT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An
28*	29*	30*	31*	32*
	0 na	0.6 a	6 a	0.6 a
	0 na	0 b	0.5 b	0 b
	0 na	0 b	0.3 b	0 b
.		0.27	2.53	0.34
	0	0.16	1.46	0.2
	0	77.62	65	97.53
	0	0.2	2.25	0.2
.		1.381	1.26	3.613 5,433*
.		0.3	0.329	0.071 0,028*
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.		0.9224	0.9438	0.9484
.		0.3068	0.549	0.6131
.		0.4547	0.5194	-0.1554
.		0.5376	0.4825	0.8318
.		0.0118	0.146	-0.7203
.		0.9933	0.9177	0.6125
NaN		0.715	0.766	1.42
NaN		0.5782	0.5532	0.3261
NaN		16.366	19.753	10.408
NaN		0.0037	0.0023	0.0112

E00; Jun-25-2025	E00; Jun-25-2025	E00; Jun-25-2025	E00; Jun-25-2025	E00; Jun-25-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
77; 77; B	77; 77; B	77; 77; B	77; 77; B	77; 77; B
49; 0; 9276	49; 0; 9276	49; 0; 9276	49; 0; 9276	49; 0; 9276
G_PHYTOX_10; 37	F_P%INF_10; 38	F_P%FREQ_10; 39	F_P%INF_10; 40	F_P%FREQ_10; 41
NNNNN; -	UNCINE; (oidio)	UNCINE; (oidio)	UNCINE; (oidio)	UNCINE; (oidio)
PHYTOX	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
CROP INJURY	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%EST	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%	%
PX; TOTAL PLANT	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
1; 1	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
1,0 T PLOT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An
33*	34*	35*	36*	37*
	0 na	0.7 a	7 -	0.7 a
	0 na	0.1 b	1.8 -	0.1 b
	0 na	0 b	0.8 -	0.1 b
		0.5	5.28	0.25
	0	0.29	3.05	0.14
	0	105.28	96.33	55.5
	0	0.28	3.17	0.26
		0.689	0.381 6,50*	6,30*
		0.527	0.693 0,018*	0,019*
		0.9363	0.9674	0.9481
		0.4516	0.8821	0.61
		0.5688	0.4078	0
		0.4429	0.5797	1
		0.4062	-0.2167	-1.0542
		0.7743	0.8782	0.4615
NaN		1.037	0.991	0.878
NaN		0.441	0.4581	0.5031
NaN		6.495	4.845	22.419
NaN		0.0315	0.0559	0.0016

F00; Jul-16-2025	F00; Jul-16-2025	F00; Jul-16-2025	F00; Jul-16-2025	F00; Jul-16-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
79; 81; B	79; 81; B	79; 81; B	79; 81; B	79; 81; B
70; 0; 9297	70; 0; 9297	70; 0; 9297	70; 0; 9297	70; 0; 9297
G_PHYTOX_10; 42	F_P%INF_10; 43	F_P%FREQ_10; 44	F_P%INF_10; 45	F_P%FREQ_10; 46
NNNNN; -	UNCINE; (oidio)	UNCINE; (oidio)	UNCINE; (oidio)	UNCINE; (oidio)
PHYTOX	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
CROP INJURY	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%EST	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%	%
PX; TOTAL PLANT	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
1; 1	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
1,0 T PLOT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An
38*	39*	40*	41*	42*
	0 na	0.6 a	8.3 a	0.8 a
	0 na	0.1 b	1.8 b	0 b
	0 na	0.1 b	1 b	0.1 b
		0.35	4.48	0.21
	0	0.2	2.59	0.12
	0	77.35	70.56	41.3
	0	0.26	3.67	0.3
		0.355	0.322	4.19
		0.711	0.733	0.052
		0.905	0.8962	0.9634
		0.1838	0.1415	0.8312
		0.8092	0.8833	-0.2087
		0.2815	0.2422	0.7756
		1.2538	1.3296	-1.0435
		0.3836	0.3566	0.466
NaN		0.744	0.664	2.619
NaN		0.5637	0.604	0.1457
NaN		10.837	9.498	46.228
NaN		0.0102	0.0138	0.0002

F28; Aug-13-2025	F28; Aug-13-2025	F28; Aug-13-2025	F28; Aug-13-2025	F28; Aug-13-2025	F28; Aug-13-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
85; 85; B	85; 85; B	85; 85; B	85; 85; B	85; 85; B	85; 85; B
98; 28; 9325	98; 28; 9325	98; 28; 9325	98; 28; 9325	98; 28; 9325	98; 28; 9325
G_PHYTOX_10; 47	F_P%INF_10; 48	F_P%FREQ_10; 49	F_P%INF_10; 50	F_P%FREQ_10; 51	F_P%FREQ_10; 51
NNNNN; -	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)	UNCINE; (oídio)
PHYTOX	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
CROP INJURY	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY	FREQUENCY
P%EST	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ	P%FREQ
%	%	%	%	%	%
PX; TOTAL PLANT	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME	RT; RACEME
1; 1	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1	1; 1
1,0 TPLLOT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An
43*	44*	45*	46*	47*	
	0 na	14.9 a	47.8 a	18.5 a	52.3 a
	0 na	0 b	0.8 b	0 b	0.3 b
	0 na	0 b	0.5 b	0 b	0.8 b
		0.67	2.87	1.69	5.29
	0	0.39	1.66	0.98	3.06
	0	7.78	10.15	15.81	17.21
	0	4.98	16.33	6.19	17.75
	13,068*		0.078	0.339	0.191
	0,002*		0.926	0.721	0.829
		0.927 0,8339*		0.8923	0.9209
		0.3493 0,0234*		0.1262	0.2935
		-0.0599	-0.866	0.8436	0.8231
		0.9347	0.251	0.2627	0.2738
		-1.4185	-0.8125	1.3279	1.3525
		0.3266	0.5684	0.3572	0.3487
NaN		1.05	2.182	1.058	1.009
NaN		0.4365	0.1912	0.4338	0.4514
NaN		1959.459	1076.758	476.14	382.607
NaN		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Title: EFFICACY OF DRONE APP VS CLASSIC MANUAL

GEP Guid Eppo PP 1/31(3), PP 1/135(3), PP 1/152(3), PP 1/181(3)

Short Trial X25XXXA-PTB001

Evaluation: No / Date	B00; May-19-2025	B00; May-19-2025	B00; May-19-2025	B00; May-19-2025
Crop: ID / Code / Resistance	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
Crop: Variety	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
Crop Stage Min / Max / Method	65; 69; B	65; 69; B	65; 69; B	65; 69; B
DAT / DALT / DAP	12; 0; 9239	12; 0; 9239	12; 0; 9239	12; 0; 9239
SE: File / Group	F_P%INF_10; 15	F_P%FREQ_10; 16	F_P%INF_10; 17	F_P%FREQ_10; 18
Organism / Biotype	PLASVI; (mildio)	PLASVI; (mildio)	PLASVI; (mildio)	PLASVI; (mildio)
Rating Type	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
Clarifier	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
CALC Method	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
Rating Unit	%	%	%	%
Part Rated	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
# Subsamples / Class	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
Sample Size / Unit	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Assessed by	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An
Product/Entry	11*	12*	13*	14*
Trt				
1 CHECK	1.5 a	17 a	1.5 a	15.3 a
2 DRONE APPLICATION	0.2 b	4.3 b	0.1 b	2 b
3 MANUAL APPLICATIO	0.3 b	6 b	0.1 b	2.3 b
LSD P=.05	0.41	4.95	0.39	4.03
Standard Deviation	0.24	2.86	0.23	2.33
CV	35.07	31.51	40.44	35.81
Grand Mean	0.68	9.08	0.56	6.5
Levene's F^	0.422	0.561	1.561	0.952
Levene's Prob(F)	0.668	0.59	0.262	0.422
Rank X2	.	.	.	.
P(Rank X2)	.	.	.	.
Shapiro-Wilk^	0.9542	0.8957	0.972	0.9363
P(Shapiro-Wilk)^	0.6997	0.1396	0.9305	0.4522
Skewness^	0.2447	-0.6667	0.2114	-0.1271
P(Skewness)^	0.7384	0.3709	0.7728	0.8621
Kurtosis^	0.8577	-0.9451	-0.2678	0.377
P(Kurtosis)^	0.5474	0.5081	0.8498	0.79
Replicate F	1.888	1.122	1.475	2.154
Replicate Prob(F)	0.2325	0.4117	0.3129	0.1947
Treatment F	37.684	23.319	48.286	42.415
Treatment Prob(F)	0.0004	0.0015	0.0002	0.0003

Means followed by same letter or symbol do not significantly differ (P=.05, Student-Newman-Keuls).

Mean comparisons performed only when AOV Treatment P(F) is significant at mean comparison OSL.

* Adjusted means

Could not calculate LSD (% mean diff) or mean separation letters for columns 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,18,19,28,33,38,43 because e

Mean separation letters are 'na' (not applicable) when error variance is 0

^Calculated from residual.

Crop: ID / Code / Resistance

1, VITVI, , TINTA RORIZ = Grape, European

Crop Stage Min / Max / Method

55 = 1ST.IND.FLOWERS VISIBLE(CLOSED)

65 = FULL FLOWERING:50% OF FL.OPEN

71 = FRUIT:10% OF FINAL SIZE

75 = FRUIT:50% OF FINAL SIZE

77 = FRUIT:70% OF FINAL SIZE

79 = FRUITS HAVE REACHED FINAL SIZE

85 = ADVANCED RIPENING/FRUIT COLORA

69 = END OF FLOWERING;FRUIT SET VIS

73 = FRUIT:30% OF FINAL SIZE

81 = BEGIN.OF RIPENING/FRUIT COLORA

B = BBCH SCALE

9227 = 1 VITVI Feb-1-2000

9239 = 1 VITVI Feb-1-2000

9248 = 1 VITVI Feb-1-2000

9260 = 1 VITVI Feb-1-2000

9276 = 1 VITVI Feb-1-2000

9297 = 1 VITVI Feb-1-2000

9325 = 1 VITVI Feb-1-2000

SE: File / Group

G_PHYTOX_10 = Crop injury %, untreated check is zero or empty

F_P%INF_10 = Intensity of attack %

F_P%FREQ_10 = Frequency of attack %

Organism / Biotype

NNNNN = USEFUL PLANTS

PLASVI = PLASMOPARA VITICOLA

UNCINE = ERYSHIPHE NECATOR

Rating Type

PHYTOX, CROP INJURY = CROP INJURY

INFECT, INTENSITY = INFECTION (F); INFESTATION (I)

INFECT, FREQUENCY = INFECTION (F); INFESTATION (I)

CALC Method

P%EST = ESTIMATION ATTRIBUTE IN %

P%INF = ESTIMATING SEVERITY - ATTACK %

P%FREQ = ESTIMATION FREQ.OF ATTACK %

Rating Unit

% = PERCENT

Part Rated

PX, TOTAL PLANT = PLANT,TOTAL

BX, LEAF = LEAF

RT, RACEME = RACEME

TPLOT = TOTAL PLOT

UNIT = ASSESSED OBJECT(PART RATED)

C00; May-28-2025	C00; May-28-2025	C00; May-28-2025	C00; May-28-2025	C00; May-28-2025
1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -	1; VITVI; -
TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ	TINTA RORIZ
71; 73; B	71; 73; B	71; 73; B	71; 73; B	71; 73; B
21; 0; 9248	21; 0; 9248	21; 0; 9248	21; 0; 9248	21; 0; 9248
G_PHYTOX_10; 23	F_P%INF_10; 24	F_P%FREQ_10; 25	F_P%INF_10; 26	F_P%FREQ_10; 27
NNNNN; -	PLASVI; (mildio)	PLASVI; (mildio)	PLASVI; (mildio)	PLASVI; (mildio)
PHYTOX	INFECT	INFECT	INFECT	INFECT
CROP INJURY	INTENSITY	FREQUENCY	INTENSITY	FREQUENCY
P%EST	P%INF	P%FREQ	P%INF	P%FREQ
%	%	%	%	%
PX; TOTAL PLANT	BX; LEAF	BX; LEAF	RT; RACEME	RT; RACEME
1; 1	100; 1	1; 1	100; 1	1; 1
1,0 TPLLOT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT	100,0 UNIT
Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An	Fe R & An
19*	20*	21*	22*	23*
	0 na	15.7 a	45.8 a	17.5 a
	0 na	0.3 b	5.5 b	0.2 b
	0 na	0.3 b	4.8 b	0.2 b
.		0.67	7.6	1.53
	0	0.39	4.39	0.88
	0	7.16	23.54	14.8
	0	5.43	18.67	5.96
.		2.068	2.5	0.893
.		0.182	0.137	0.443
.	.	.	.	.
.		0.9695	0.9571	0.9787
.		0.9059	0.7411	0.9781
.		-0.1695	0.4334	0.0272
.		0.8169	0.5565	0.9703
.		-0.4898	-0.8519	0.5766
.		0.7297	0.5501	0.6845
NaN		0.237	0.909	0.758
NaN		0.8674	0.4902	0.5572
NaN	2096.967	114.013	513.995	70.429
NaN	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

error variance is 0.

ANEXO VI – DADOS METEOROLÓGICOS REGISTRADOS DURANTE O ENSAIO

Data	Temperaturi	Temperaturi	Temperaturi	Temperaturi	Temperaturi	Humidade R	Humidade R	Humidade R	Humidade R	Humidade R	Humidade R	Pluviosidade	Pluviosidade	Pluviosidade	Pluviosidade	Pluviosidade	Radiação (W	Radiação (W	Radiação (W	Radiação (W	Velocidade c	Velocidade c	Velocidade c	Velocidade c
01-mai	14.57	9.13	21.25	1399.01	73.29	36.16	99.99	7035.42	0	0	0.34	0.34	175.72	0	1101.33	16869.46	2.13	0	7.6	204.95				
02-mai	15.68	12.95	20.06	1504.81	77.12	59.99	89.55	7403.64	0	0.03	1.36	3.06	115.51	0	1087.3	11088.98	1.67	0	10.86	160.41				
03-mai	14.86	12.33	19.35	1426.28	84.13	49.37	99.99	8076.4	0	0.12	2.04	11.56	145.45	0	998.54	13963.38	2.5	0	11.95	239.71				
04-mai	14.44	12.3	18.07	1386.11	87.91	66.6	99.99	8438.9	0	0.05	0.68	4.42	169.61	0	1008.73	16282.95	2.08	0	8.33	199.52				
05-mai	15.57	10.95	20.69	1495.08	79.21	58.37	98.78	7603.74	0	0	0	0	228.62	0	1110.76	21947.2	3.28	0	10.86	315.03				
06-mai	15.26	11.65	18.75	1464.54	56.76	45.56	73.71	5489.24	0	0	0	0	277.29	0	1184.53	26677.83	4.03	0	10.14	360.73				
07-mai	15.47	10.36	21.97	1484.93	53.85	38.89	68.21	5169.97	0	0	0	0	298.29	0	902.32	28635.48	2.38	0	8.69	228.49				
08-mai	15.66	11.07	21.88	1503.8	70.21	43.12	94.09	6740.23	0	0.01	0.34	1.02	254.51	0	930.54	24433.29	2.26	0	13.4	216.54				
09-mai	13.51	11.07	17.5	1296.98	87.01	59.23	99.99	8353.03	0	0.13	4.08	12.24	144.45	0	1046.44	13867.18	1.47	0	7.97	140.86				
10-mai	13.18	10.4	17.44	1265.03	77.9	52.59	99.51	7478.15	0	0.01	0.68	1.02	256.17	0	1125.63	24592.22	3.42	0	13.76	328.79				
11-mai	12.42	7.15	16.74	1191.88	72.8	53.81	95.36	6988.75	0	0	0	0	189.15	0	1167.94	18158.09	4.16	0	9.78	399.04				
12-mai	12.39	7.2	18.26	1193.23	82.73	60.89	7941.92	0	0.04	1.02	3.4	158.84	0	1418.74	15248.41	2.85	0	10.14	274.75					
13-mai	14.05	11.05	18.15	1348.53	82.03	53.78	99.99	7875.13	0	0.02	0.68	2.38	192.34	0	1047.95	18464.31	2.83	0	10.14	271.21				
14-mai	13.84	7.77	19.41	1328.39	69.86	42.97	97.09	6706.3	0	0	0	0	307.85	0	972.74	29553.74	4.69	0	11.95	450.09				
15-mai	16.13	9.73	23.85	1548.61	66.24	38.09	92.21	6359.28	0	0	0	0	279.57	0	1095.05	26838.29	2.21	0	11.23	212.19				
16-mai	18.12	10.93	25.76	1739.81	62.71	32.69	95.17	6020.31	0	0	0	0	321.86	0	931.16	30898.52	1.49	0	5.79	143.03				
17-mai	19.1	20.02	27.76	1823.61	60.23	33.33	91.92	5781.88	0	0	0	0	293.97	0	929.15	28221.53	1.75	0	7.6	168.38				
18-mai	17.49	13.5	24.47	1679.43	73.59	50.56	93.36	7084.23	0	0.03	1.02	2.72	211.78	0	954.35	20331.28	2.44	0	13.04	234.64				
19-mai	15.94	11.62	20.69	1529.88	75.1	48.44	99.12	7209.3	0	0	0	0	216.84	0	1064.65	20816.6	3.31	0	9.78	317.56				
20-mai	17.63	10.4	25.15	1692.13	70.92	42.46	96.73	6807.96	0	0	0	0	300.26	0	960.02	28825.23	3.08	0	8.33	295.48				
21-mai	19.47	12.24	25.88	1869.54	69.7	40.82	96.46	6691.46	0	0	0	0	313.99	0	940.09	30143.37	3.69	0	9.78	353.77				
22-mai	18.98	13	23.89	1821.82	60.75	38.67	88.65	5831.54	0	0	0	0	290.67	0	958.84	27904.69	1.86	0	6.88	178.52				
23-mai	19.46	12.29	27.03	1867.99	49.93	29.13	78.34	4793.58	0	0	0	0	330.65	0	931.63	31696.13	1.77	0	6.88	169.46				
24-mai	20.22	11.72	28.36	1941.47	55.02	33.18	88.65	5281.88	0	0	0	0	323.72	0	913.25	31077.5	1.96	0	7.97	187.93				
25-mai	20.34	11.69	27.77	1952.17	57.5	34.2	83.3	5520.07	0	0	0	0	318.6	0	968.88	30585.18	2.86	0	8.33	274.11				
26-mai	20.72	12.95	27.69	1989.35	66.99	36.08	97.29	6430.59	0	0	0	0	291.8	0	1006.68	28013.08	2.51	0	9.41	240.8				
27-mai	22.1	13.5	32.27	2121.45	58.9	29.93	87.18	5654.37	0	0	0	0	326.85	0	914.93	31378.01	2.23	0	10.14	214.36				
28-mai	24.32	14.87	34.14	2335.1	55.14	22.63	90.84	5293.33	0	0	0	0	325.81	0	923.07	31277.49	1.31	0	4.35	126.01				
29-mai	25.55	16.13	36.1	2452.5	53.39	27.83	81.94	5125.59	0	0	0	0	304.31	0	884.08	29213.89	1.54	0	7.6	147.74				
30-mai	25.77	18.74	33.59	2474.08	55.37	28.88	82.84	5315.38	0	0	0	0	297.84	0	898.73	28592.33	2.08	0	9.41	199.88				
31-mai	25.49	16.75	34.27	2447.3	53.96	33.96	78.69	5180.2	0	0	0	0	285.84	0	900.5	27440.23	1.52	0	7.24	145.57				
01-jun	23.08	16.81	28.48	2215.36	53.97	28.96	74.39	5181.27	0	0	0	0	227.82	0	907.34	21870.5	1.74	0	7.97	166.93				
02-jun	21.62	14.91	28.44	2075.48	59.9	28.71	80.47	5750.68	0	0	0	0	309.31	0	880.75	29694.22	2.36	0	6.16	226.68				
03-jun	19.67	15.57	27.54	1791.88	67.4	47.7	64.76	470.36	0	0	0	0	327.54	0	1749.1	279.54	1.45	1.45	8.33	456.28				
04-jun	17.98	12.9	23.22	1726.55	67.23	44.36	86.45	6453.71	0	0	0	0	258.01	0	1006.11	24769.28	3.29	0	10.5	315.39				
05-jun	18.88	11.71	25.16	1812.55	64.47	46.53	85.23	6189.38	0	0	0	0	302.37	0	1100.02	29027.68	3.62	0	11.95	347.26				
06-jun	19.45	12.97	25.11	1867.05	70.07	51.03	95.21	6272.12	0	0	0	0	304.2	0	947.92	29203.46	3.04	0	9.05	292.22				
07-jun	20.31	13.58	26.41	1949.74	62.97	41.11	91.26	6045.56	0	0	0	0	323.23	0	919.31	31030.16	3.36	0	7.97	322.63				
08-jun	22.59	13.5	33.63	2168.94	58.88	27.81	92.33	5652.88	0	0	0	0	318.85	0	896.69	30706.05	1.29	0	6.88	124.2				
09-jun	25.12	16.15	36.19	2507.69	53.04	27.56	83.72	5177.78	0	0	0	0	270.03	0	890.96	25033.15	0.71	0	7.24	67.71				
10-jun	25.68	18.76	34.79	2465.35	58.52	33.18	81.18	5617.8	0	0	0	0	216.4	0	869.43	20774.84	2.81	0	15.57	269.77				
11-jun	21.79	17.48	25.79	2091.85	64.78	42.85	84.18	6218.8	0	0	0	0	257.84	0	1012.62	24753.04	4.71	0	11.23	452.63				
12-jun	20.17	16.83	24.57	1936.61	68.55	55.1	80.22	6580.42	0	0	0	0	169.4	0	891.18	16262.3	1.61	0	8.69	154.26				
13-jun	20.57	14.29	27.71	1974.85	71.68	47.66	92.68	6881.3	0	0	0	0	283.4	0	1030.81	27206.67	2.69	0	9.41	258.54				
14-jun	19.18	13.63	23.31	1841.59	64.4	46.14	84.84	6181.83	0	0	0	0	255.77	0	1000.42	24653.87	3.25	0	6.88	311.77				
15-jun	22.36	11.6	33.63	2146.1	57.53	29.37	93.57	5523.53	0	0	0	0	331.65	0	915.16	31388.13	1.3	0	5.07	124.93				
16-jun	26.43	18.11	37.38	2537.09	46.08	27.86	61.08	4423.68	0	0	0	0	324.98	0	900.63	31198.05	1.05	0	4.71	101.03				
17-jun	29.12	19.37	38.79	2795.77	47.84	24.37	73.95	4592.82	0	0	0	0	308.45	0	878.56	29611.62	1.58	0	8.33	151.72				
18-jun	29.47	21.34	36.71	2829.03	43.98	17.33	74.58	4422.39	0	0	0	0	299.55	0	919.06	30767.19	2.24	0	10.86	215.45				
19-jun	27.91	21.97	36.09	2678.97	46.34	23.97	69.9	4448.93	0	0	0	0	194.59	0	1015.57	18680.46	1.01	0	10.14	97.97				
20-jun	27.77	20.66	37.4	2665.63	51.67	25.68	67.37	4960.7	0	0	0	0	295.13	0	861.3	28122.79	2.48	0	11.23	396.98				
21-jun	23.45	16.82	30.95	2251.25	58.63	32.45	84.25	5628.03	0	0	0	0	285.56	0	928.96	27414.23	4.96	0	9.78	476.16				
22-jun	23.7	16.08	31.63	2274.75	62.96	38.84	88.38	6044.07	0	0	0	0	280.31	0	958.19	26910.22	4.43	0	9.41	425.47				
23-jun	23.6	18.14	31.03	2265.71	65.38	32.01	89.23	6276.07	0	0.11	4.76	10.54	137.28	0	1001.77	13178.42	2.53	0	13.4	242.61				
24-jun	19.27	16.23	22.54	1849.48	84.53	62.06	99.99	8114.94	0	0	0	0	73.48	0	687.08	7053.78	1.27	0	8.69	121.67				
25-jun	21.79	16.8	27.06	2091.85	67.48	36.33	94.26	6477.78	0	0	0	0	321.64	0	955.25	30877.91	3.29	0	10.5	315.75				
26-jun	23.44	16.1	30.91	2249.84	62.54	29.42	80.44	6004.07	0	0	0	0	319.94	0	919.44	32058.05	2.97	0	10.5	352.33				
27-jun	26.77	16.82	37.44	2569.91	56.96	18.8	94.65	5468.04	0	0	0	0	332.35	0	911.47	31905.86	2.48	0	9.05	238.26				
28-jun	29.66	19.42	39.41	2847.67	51.47	21.66	84.81	4941.53	0	0	0	0	309.56	0	880.52	29717.59	1.36	0	6.88	130.72				
29-jun	27.81	21.9	39.42	2669.5	57.9	21.19	87.06	5558.79	0	0.05	2.72	5.1	263.41	0	1015.28	25287.47	2.05	0	21	196.62				
30-jun	28.13	18.14	38.72	2700.15	55.08	21.31	92.72	5288.16	0	0	0	0	307.73	0	866.31	29542.08	1.65	0	7.24	158.24				
01-jul	29.28	20.71	39.05	2810.25	44.18	23.93	67.																	

Data	Direção do v	Direção do v	Direção do v	Direção do v	Rajada de v	Rajada de v	Rajada de v	Rajada de v	Ponto de Or	Ponto de Or	Ponto de Or	Ponto de Or	VPD (kPa)	VPD (kPa)	VPD (kPa)	VPD (kPa)	S
01-mai	123.41	2	359	11847	6.68	0	25.35	640.92	9.23	7.48	10.79	886.09	0.56	0	1.61	53.81	
02-mai	171.72	9	357	16485	6.34	0	39.83	608.33	11.1	8.24	13.42	1065.53	0.42	0.16	0.92	40.36	
03-mai	137.31	12	346	13182	9.24	0	39.83	887.15	11.68	8.66	13.24	1121.56	0.31	0	1.12	29.41	
04-mai	182.78	13	357	17547	6.37	0	21.73	611.95	12.02	10.23	13.77	1153.89	0.23	0	0.69	21.71	
05-mai	164.23	1	356	15766	10.64	0	36.21	1021.13	11.41	7.27	14.12	1095.83	0.42	0.02	1.02	40.54	
06-mai	112.22	0	359	10773	11.32	0	21.73	1086.31	6.61	4.56	7.98	634.36	0.78	0.37	1.26	74.71	
07-mai	129.73	1	357	12454	7.88	0	18.11	756.79	6.24	2.87	10.17	598.93	0.87	0.42	1.56	83.49	
08-mai	189.48	3	358	18190	6.86	0	32.59	659.03	9.71	7.24	12.14	931.85	0.58	0.08	1.44	55.79	
09-mai	189.07	22	355	18151	4.98	0	32.59	477.98	10.91	8.81	12.63	1047.59	0.22	0	0.81	21.32	
10-mai	219.47	3	357	21069	10.56	0	43.45	1013.89	8.76	5.41	11.26	840.66	0.37	0.01	0.93	35.65	
11-mai	198.31	1	356	19038	11.84	0	25.35	1137	6.98	5.63	8.76	669.62	0.43	0.05	0.85	41.52	
12-mai	176.94	5	355	16986	9.84	0	28.97	945.09	8.93	6.18	11.79	857.61	0.28	0.04	0.8	26.89	
13-mai	205.22	2	359	19701	8.6	0	25.35	825.59	10.45	7.87	12.91	1003.56	0.33	0	0.96	31.76	
14-mai	189.32	2	356	18175	12.6	0	32.59	1209.42	7.81	6.84	9.08	749.65	0.56	0.03	1.28	53.33	
15-mai	186.27	0	358	17882	7.28	0	25.35	698.86	9.38	7.03	11.74	900.47	0.74	0.09	1.79	71.28	
16-mai	172.98	1	359	16606	6.22	0	14.48	597.47	10.67	8.73	12.94	1023.88	0.93	0.06	2.23	89.24	
17-mai	159.93	3	359	15533	5.58	0	14.48	535.91	11.04	7.73	15.96	1059.99	1.05	0.11	2.48	101.02	
18-mai	193.2	4	359	18547	8.11	0	25.35	778.52	12.21	10.02	14.88	1172.27	0.6	0.1	1.49	57.43	
19-mai	210.43	0	356	20201	9.58	0	25.35	919.74	10.96	8.98	12.86	1051.74	0.52	0.01	1.25	49.49	
20-mai	185.99	1	359	17855	9.43	0	25.35	905.26	11.81	9.43	14.2	1133.72	0.73	0.04	1.81	70.11	
21-mai	198.12	0	358	19020	10.18	0	21.73	977.68	13.41	11.14	15.77	1287.83	0.83	0.05	1.9	79.23	
22-mai	150.25	3	358	14424	6.53	0	18.11	626.44	11.13	9.49	14.54	1068.13	0.95	0.17	1.79	91.4	
23-mai	161.86	2	357	15539	5.96	0	18.11	572.12	9.44	6.33	13.66	906.71	1.25	0.37	2.46	120.05	
24-mai	135.85	0	355	13042	6.71	0	21.73	644.54	11.23	8.49	15.92	1077.85	1.25	0.16	2.56	120.14	
25-mai	206.17	1	359	19792	9.35	0	25.35	898.01	11.84	8.08	16.13	1136.18	1.17	0.23	2.45	112.64	
26-mai	134.46	0	359	12908	7.47	0	21.73	716.96	14.12	12.23	17.14	1355.47	0.97	0.04	2.21	92.85	
27-mai	143.33	0	358	13760	7.81	0	25.35	749.55	13.88	9.74	19.6	1332.32	1.31	0.2	3.18	125.71	
28-mai	127.61	1	243	12251	4.68	0	10.86	449.01	15.35	12.71	20.41	1473.77	1.71	0.16	3.93	164.13	
29-mai	157.24	2	357	15095	6.15	0	18.11	590.23	16.23	12.02	23.62	1557.61	1.81	0.35	4.16	173.86	
30-mai	194.36	2	356	18659	6.9	0	21.73	662.65	16.85	14.1	20.69	1617.16	1.7	0.39	3.69	162.87	
31-mai	162.66	7	357	15615	6.26	0	21.73	601.09	16.28	11.57	22.56	1563.34	1.72	0.41	3.56	164.89	
01-jun	175.69	3	359	16866	6.56	0	21.73	630.06	13.87	10.66	17.06	1331.61	1.4	0.5	2.75	134.04	
02-jun	199.84	1	354	19185	9.2	0	25.35	883.53	13.6	10.94	17.36	1305.61	1.15	0.33	2.75	110.36	
03-jun	216.33	6	359	20768	15.24	7.24	28.97	1462.89	12.15	9.73	13.5	1165.96	0.73	0.39	1.34	70.07	
04-jun	195.72	0	356	18789	11.77	0	25.35	1129.76	11.43	9.54	14.15	1097.29	0.75	0.2	1.52	71.56	
05-jun	219.76	1	359	21097	11.92	0	28.97	1144.24	11.78	8.7	15.16	1130.43	0.87	0.2	1.65	83.27	
06-jun	207.9	3	356	19958	10.26	0	28.97	984.92	13.46	11.6	15.49	1292.48	0.77	0.07	1.55	74.17	
07-jun	199.88	0	359	19188	10.98	0	21.73	1053.72	12.9	10.43	14.99	1238.85	1	0.14	1.98	96.45	
08-jun	141.31	0	358	13566	5.39	0	18.11	517.81	14.37	11.45	20.3	1379.52	1.43	0.12	3.6	137.61	
09-jun	165.42	2	356	15880	3.17	0	18.11	304.17	16.91	12.22	24.32	1623.25	1.9	0.31	3.8	182.78	
10-jun	152.84	1	357	14673	8.37	0	32.59	803.87	17.38	14.12	22.15	1668.91	1.55	0.41	3.51	149.17	
11-jun	238.94	26	355	22938	14.37	0	28.97	1379.61	14.75	12.1	16.79	1415.6	0.98	0.37	1.83	93.72	
12-jun	200.19	3	359	19218	5.73	0	18.11	550.4	13.88	12.13	15.88	1332.7	0.78	0.41	1.39	74.53	
13-jun	195.54	0	356	18772	9.77	0	25.35	937.85	14.91	12.75	17.63	1431.1	0.8	0.12	1.95	76.53	
14-jun	195.2	0	358	18739	11.81	0	25.35	1133.38	12.06	10.45	13.75	1157.98	0.86	0.24	1.53	82.61	
15-jun	178.1	0	359	17098	5.09	0	18.11	488.84	13.86	9.45	19.9	1330.66	1.5	0.09	3.62	143.92	
16-jun	184.68	3	357	17729	5.32	0	14.48	510.56	15.64	10.22	22.99	1501.83	2.08	0.82	4.61	199.6	
17-jun	171.62	3	353	16476	5.36	0	21.73	514.19	18.69	14.01	25.25	1794.33	2.49	0.59	5.23	239.01	
18-jun	214.98	1	353	20638	7.69	0	25.35	738.69	18.27	14.69	21.46	1753.51	2.58	0.65	4.82	247.61	
19-jun	192.4	0	357	18470	5.05	0	47.07	485.22	17.17	13.73	21.88	1648.76	2.21	0.82	4.41	211.71	
20-jun	190.59	12	355	18297	8.52	0	36.21	818.35	18.1	14.61	23.12	1737.78	2.11	0.59	4.75	202.61	
21-jun	200.18	1	359	19217	14.52	3.62	25.35	1394.09	15.18	13.49	17.58	1456.85	1.37	0.3	3.02	131.44	
22-jun	211.47	0	359	20301	11.96	0	21.73	1147.86	16.29	13.17	19.92	1563.57	1.29	0.21	2.85	123.64	
23-jun	142.58	2	355	13688	9.73	0	54.32	934.22	16.68	14.09	19.27	1600.92	1.19	0.23	2.82	113.91	
24-jun	135.5	3	359	13008	4.75	0	25.35	456.25	16.17	13.94	18.02	1552.47	0.38	0	1.01	36.44	
25-jun	236.11	2	356	22667	10.94	0	28.97	1050.1	15.29	13.08	16.25	1467.41	0.97	0.11	2.2	92.75	
26-jun	179.96	0	359	17276	11.2	0	21.73	1075.44	15.94	13.88	18.34	1530.65	1.3	0.13	3.08	124.37	
27-jun	158.15	0	359	15182	8	0	25.35	767.66	18.16	15.39	22.34	1743.52	1.94	0.1	4.86	186.56	
28-jun	169.53	0	359	16275	4.68	0	18.11	449.01	19.96	15.61	24.76	1915.98	2.47	0.35	5.58	237.03	
29-jun	181.76	1	359	17449	7.51	0	61.56	720.58	19.39	16.3	24.74	1861.25	1.94	0.34	5.63	186.61	
30-jun	164.48	4	358	15790	5.96	0	21.73	572.12	19.14	16.03	23.34	1837.78	2.28	0.15	5.4	219.08	
01-jul	191.07	4	359	18343	9.62	0	28.97	923.36	18.11	13.67	23.46	1738.74	2.51	0.83	5.04	241.35	
02-jul	213.71	1	359	20516	8.86	0	21.73	850.94	18.33	14.44	22.45	1759.9	2.01	0.5	3.81	193.37	
03-jul	168.03	0	358	16131	10.49	0	21.73	1006.64	19.12	15.41	24.71	1835.87	2.29	0.97	4.27	219.9	
04-jul	161.15	0	359	15470	9.35	0	25.35	898.01	18.9	15.81	22.71	1814.87	2.47	1.15	4.55	236.65	
05-jul	164.96	0	359	15836	6.75	0	28.97	648.16	18.77	15.28	22.75	1801.56	2.23	0.83	4.38	213.7	
06-jul	220.68	0	358	21185	9.66	0	28.97	926.98	18.3	15.39	20.25	1756.33	2.19	0.73	4.33	210.16	
07-jul	171.40	1	359	17140	8.45	0	18.11	811.14	17.64	14.94	18.02	1469.6	2.13	0.61	3.99	204.09	
08-jul	206.06	0	359	19782	14.11	0	28.97	1354.26	14.32	9.41	21.63	1375.09	2.58	1.11	4.76	247.49	
09-jul	194.76	2	359	18697	10.67	0	25.35	1024.75	15.32	8.78	21.7	1471.06	2.5	1.11	4.22	240.21	
10-jul	203.91	0	356	19575	16.37	7.24	36.21	1571.52	16.54	13.57	19.57	1587.59	1.33	0.47	2.71	127.37	
11-jul	225.75	1	359	21672	13.47	0	28.97	1292.71	13.82	11.57	15.85	1326.95	1.07	0.55	1.83	102.72	
12-jul	206.36	0	359	19811	13.65	0	21.73	1310.81	15.24	13.36	17.22	1462.83	1.09	0.3	2.22	104.83	
13-jul	202.15	1	356	19406	14.												

