IVES Technical Reviews
vinha & vinho

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2022.7176

Redução da possível entrada de fungicidas sintéticos usando o NDVI com limiar de vigor como indicador de risco precoce de Podridão Cinzenta (*Botrytis*) da videira

Marc Fermaud[1], Carolina Pañitrur-De la Fuente[2], Jean Roudet[1], Nicolás Verdugo-Vásquez[2], Mario Herrera Défaz[5], Jean Pascal Goutouly[3,4], César Acevedo-Opazo[6], Héctor Valdés-Gómez[5]

1 Inrae, UMR Save, Bordeaux Science Agro, ISVV, 33882 Villenave d'Ornon, France
2 Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro de Investigación Intihuasi, Colina San Joaquín s/n, PO Box 36-B, La Serena, Chile
3 Inrae, UMR EGFV, ISVV, 33882 Villenave d'Ornon, France
4 Inrae, UEVB, ISVV, 33882 Villenave d'Ornon, France
5 Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Fruticultura y Enología, Santiago, Chile
6 Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, 2 norte 685, Talca, Chile

A Podridão Cinzenta da Videira (PCV) ou *Botrytis* é uma das principais doenças que ocorrem nos vinhedos em todo o mundo. O seu controlo, ainda é amplamente baseado nas pulverizações de fungicidas sintéticos em intervalos pré-determinados, conduz frequentemente a resíduos de uvas e vinhos que podem afetar negativamente o ambiente e/ou a saúde humana. Para racionalizar a gestão da PCV, foram desenvolvidos e avaliados indicadores de risco precoce da doença em experiências de campo realizadas entre 2010 e 2019, em França e no Chile.

Ao desenvolver ferramentas de tomada de decisão para os produtores, os indicadores precoces e preditivos do risco epidémico são fundamentais para otimizar as aplicações profiláticas, fitossanitárias e/ou biocontrolas. Na vinha, a PCV causada pela *Botrytis cinerea* é uma doença muito grave com um ciclo complexo que é extremamente multi-factorial. Dos vários fatores influenciadores, este estudo permitiu-nos direcionar dois indicadores principais de grande interesse, que são precoces e preditivos do risco epidémico. O seu significado é também justificado pelos nossos resultados convergentes e consistentes em dois grandes países vitivinícolas (França e Chile) correspondendo às condições pedoclimáticas mais contrastantes em todo o mundo. O estudo apresenta não apenas a escolha destes indicadores iniciais, mas também uma forma prática de os medir na vinha, com um foco muito importante na fase precisa para implementar estas medidas agrícolas de precisão[1]. Foram avaliados três indicadores de risco precoce: i) um relacionado com a composição da pectina e do tanino da casca do bago, ii) outro relacionado com o vigor da videira precoce estimado pelo NDVI, e iii) Uma combinação dos dois últimos com dados meteorológicos.

As experiências[2] foram realizadas em duas vinhas usando o cultivo da uva *Merlot*. Uma foi na região de Nouvelle Aquitaine (França) no local 'Grande Ferrade' (Villenave d'Ornon), e a outra, que também inclui um teste com o cultivo da uva *Sauvignon Blanc*, foi na região de Maule do Chile (Panguilemo). Sendo o cultivo da uva *Sauvignon Blanc* altamente suscetível a *B. cinerea*, este foi incluído para expressar sintomas de PCV sob as condições climáticas chilenas, que não são muito favoráveis ao desenvolvimento da PCV[2]. O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) foi medido usando um GreenSeeker® RT-100 (divisão de Agricultura Trimble, Sunnyvale, Califórnia, EUA) como descrito em Drissi *et al.* (2009)[1].

Relações entre os componentes da casca do bago e intensidade de PCV na colheita

Correlações significativas entre a suscetibilidade da videira à PCV e os teores de fenólicos na casca do bago já tinham sido estabelecidos, mas apenas em laboratório[3,4,5]. Durante este estudo[2], observaram-se relações positivas entre o teor de pectina na casca do bago e a incidência e gravidade da PCV na colheita (Figura 1 a,c). Além disso, foram estabelecidas relações negativas entre o teor de taninos e a incidência da gravidade da doença na colheita (Figura 1b, d). Todas as correlações, incluindo dados agrupados de França e do Chile, foram significativas a $p = 0,05$, com exceção da relação entre a incidência de pectina e a PCV.

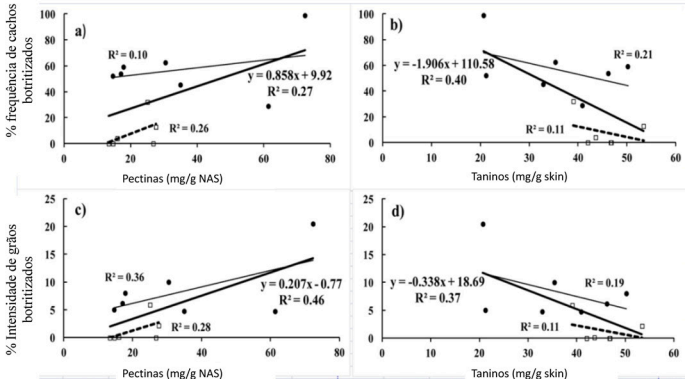


FIGURA 1. Relações entre a incidência da PCV (%) com a concentração na casca do jovem bago de (a) pectinas e (b) taninos. Relações entre a severidade da PCV (%) com a concentração na casca do jovem bago de (c) pectinas e (d) taninos. Em França (•) usando cv. *Merlot noir* e no Chile (□) usando cv. *Merlot noir* ou *Sauvignon Blanc*. Cada ponto corresponde a uma temporada de estudos. A principal linha preta a negrito no meio indica a relação para todos os dados (França e Chile).

Relações entre crescimento vegetativo e a intensidade de PCV na colheita

O vigor vegetativo da videira foi avaliado no início da época, quando o bago estava próximo da fase do tamanho de uma ervilha. Nas nossas condições experimentais, isto correspondia a aproximadamente 40 dias antes da fase do pintor. Do ponto de vista prático, este indicador precoce é uma condição muito importante que permite aos produtores utilizar avaliações do NDVI de baixo custo como uma estratégia de gestão dos vinhedos para o controlo da PCV. O NDVI também tem a vantagem de depender do tempo de avaliação preciso e reprodutível durante cada época. O melhor momento para medi-lo, com base no modelo fenológico térmico que facilita o agendamento da avaliação, é 300 graus-dia em crescimento (GDC) (Temperatura base = 10°C, acumulados a partir de uma floração média precisa; isto é, 50% de diminuição, código 23, de acordo com os Estádios Fenológicos de Eichhorn-Lorenz). As primeiras avaliações do NDVI durante a época permitiram-nos evitar

A tradução deste artigo para português foi-lhe oferecida pela Sogrape. Consulte https://sogrape.com/pt/sustentabilidade

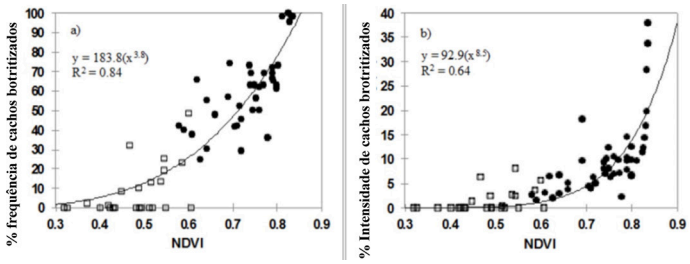


FIGURA 2. Relações entre (a) incidência de PCV (%) com avaliação precoce do NDVI e (b) gravidade de PCV (%) com avaliação precoce do NDVI, em França (●) e no Chile (□).

os efeitos negativos da saturação do NDVI devido ao encerramento do dossel na vinha. O limiar saturado do NDVI varia entre 0,8 e 0,86 de acordo com diferentes estudos[6,7]. Neste estudo[2], os dados mostraram valores do NDVI não superiores a 0,85.

Pela primeira vez, estabelecemos relações exponenciais entre valores do NDVI medidos a 300 GDC após a floração média e a incidência e gravidade da PCV na colheita (Figura 2). A relação entre a PCV (incidência e gravidade) e o crescimento vegetativo (NDVI) foi traçada e modelada usando um modelo não linear com a equação PCV inc/grav = a*(NDVI)^b, que foi o melhor modelo de acordo com o valor R^2. As relações entre estas variáveis foram positivas, mostrando que as videiras com maior crescimento vegetativo num estádio fenológico precoce eram mais propensas a serem infetadas por *B. cinerea* durante a temporada. O padrão foi semelhante para ambas as variáveis da doença, mas com uma curva mais acentuada entre o NDVI e gravidade da doença (Figura 2b). Foi percetível uma tendência, mostrando uma mudança na incidência e gravidade da PCV quando os valores do NDVI atingiram aproximadamente 0,5 e 0,6, respetivamente.

PCV na colheita relacionada com variáveis explicativas: crescimento vegetativo e clima

Em primeiro lugar, o melhor modelo que explica a incidência de PCV incluiu as variáveis: i) pluviometria acumulada 35 dias antes da colheita (PL35) como a variável explicativa predominante, e ii) NDVI no início da época. A figura 3 mostra a boa relação (perto de Y = X) entre a incidência de PCV observada e a incidência de PCV modelada, das experiências a longo prazo feitas em França e no Chile (2010-2017). Em segundo lugar, para estimar a gravidade da PCV, o melhor modelo de regressão baseou-se também em duas variáveis: i) crescimento vegetativo (NDVI), que era a variável explicativa predominante, e ii) pluviometria acumulada 15 dias antes da colheita (PL15).

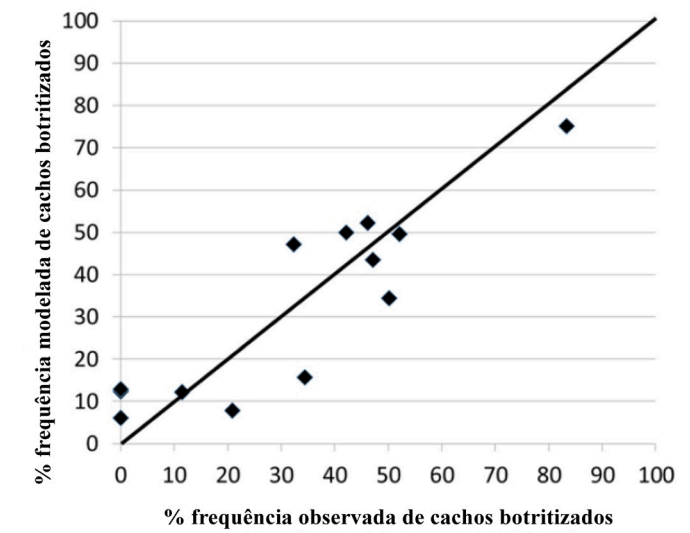


FIGURA 3. Relação entre as incidências de PCV observadas e modeladas (Quadro 4, primeiro modelo de incidência em Pañitrur-De la Fuente *et al.*, 2020)[2]. A equação Y = X também é indicada.

Conclusões

Os novos indicadores de gestão e de risco desenvolvidos neste estudo foram significativamente relacionados com o desenvolvimento de PCV na colheita. Assim, propomos que estas novas ferramentas sejam utilizadas para desenvolver sistemas de suporte à decisão (SSD) específicos para limitar, num futuro próximo, os tratamentos botriticidas. Os modelos de regressão incluíram a precipitação acumulada algumas semanas antes da colheita, confirmando a importância do fator climático no desenvolvimento da PCV. Importante do ponto de vista prático, o crescimento vegetativo precoce da videira (NDVI conforme medido neste estudo) demonstrou ser um fator importante também na infeção por *B. cinerea*. No que diz respeito ao teor de tanino na casca do bago, avaliado aproximadamente no estádio do tamanho de uma ervilha do bago, este indicador de risco da PCV também pode ser usado em estratégias de gestão integrada de pragas (GIP).

As investigações adicionais devem considerar a compactação do aglomerado e o inóculo patogénico ao longo da época para entender melhor as suas relações com a PCV na colheita, bem como para otimizar os métodos de gestão e controlo nas estratégias da GIP contra o agente patogénico fúngico altamente prejudicial na videira; ou seja, *Botrytis cinerea*[8]. ■

Agradecimentos: *Os autores agradecem o apoio financeiro prestado pelo Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux (CIVB), a Bolsa de Doutoramento Chilena CONICYT 2013 N° 21130505 e os projetos chilenos CONICYT-FONDECYT/Regular 1191244 e Inserción académica PUC. Os autores também gostariam de reconhecer a Bordeaux INRAE – BSA - IFV Mixt Technology Unit (UMT SEVEN).*

Extraído do artigo de investigação "Vigor thresholded NDVI is a key early risk indicator of Botrytis bunch rot in vineyards" (OENO One, 2020).

1 Drissi R., Goutouly J.-P., Forget D. and Gaudillère, J.-P., 2009. Nondestructive Measurement of Grapevine Leaf Area by Ground Normalized Difference Vegetation Index. *Agronomy Journal* 101, 226–231.

2 Pañitrur-De la Fuente, C., Valdés-Gómez, H., Roudet, J., Verdugo-Vásquez, N., Mirabal, Y., Laurie, V. F., Goutouly, J. P., Acevedo Opazo, C., & Fermaud, M. (2020). Vigor thresholded NDVI is a key early risk indicator of *Botrytis* bunch rot in vineyards. *OENO One*, 54(2), 279–297. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2020.54.2.2954

3 Sarig P., Zutkhi Y., Lisker N., Shkelerman Y., Ben Arie R., Bielski R., Laing W. and Clark C., 1998. Natural and induced resistance of table grapes to bunch rots. *Acta Horticulturae* 464, 65–70.

4 Pezet R., Viret O. and Gindro K., 2004. Plant microbe interaction: The *Botrytis* gray mold of grapes. In A. Hemantaranjan. Ed. *Advances in plant physiology India: Varanasi*, vol. 7, pp. 75–120.

5 Deytieux-Belleau C., Geny L., Roudet J., Mayet V., Donèche B. and Fermaud M., 2009. Grape berry skin features related to ontogenic resistance to *Botrytis cinerea*. *European Journal of Plant Pathology* 125, 551–563.

6 Yang J., Guo N., Huang L.N. and Jia J.H., 2008. Analyses on MODIS-NDVI Index Saturation in Northwest China. *Plateau Meteorology* 27, 896–903.

7 Zhang K., Ge X., Liu X., Zhang Z., Liang Y., Tian Y., Cao Q., Cao W., Zhu Y. and Liu X., 2017. Evaluation of the chlorophyll meter and GreenSeeker for the assessment of rice nitrogen status. *Advances in Animal Biosciences: Precision Agriculture* 2017, 8(2), 359–363.

8 Ky, I., Lorrain, B., Jourdes, M., Pasquier, G., Fermaud, M., Geny, L., Rey, P., Doneche, B., Teissedre, P.-L., 2012. Assessment of grey mould (*Botrytis cinerea*) impact on phenolic and sensory quality of Bordeaux grapes, musts and wines for two consecutive vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2012.00191.x

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.