IVES Technical Reviews
vinha & vinho

terclimpro

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2025.8481

Este artigo é publicado em colaboração com a 2ª edição do TerclimPro (18-19 de fevereiro de 2025), Bordéus e Cognac, França.

Uma meta-análise dos impactos ecológicos das práticas vitícolas na biodiversidade do solo

Laure Gontier[1], **Battle Karimi**[2], **Jean-Yves Cahurel**[3], **Lionel Ranjard**[4]

[1] Institut Français de la Vigne et du Vin, V'innopôle, 1920 Route de Lisle sur Tarn, 81310 Peyrole, France
[2] Novasol Experts, 9 rue de l'enclume, 21800 Quetigny, France
[3] Institut Français de la Vigne et du Vin, 210 Bvd Vermorel, 69400 Villefranche sur Saône, France
[4] UMR Agroécologie, INRAE Dijon, 17 rue de Sully, 21065 Dijon cedex

A qualidade e a gestão adequadas do solo são chaves fundamentais para uma viticultura sustentável. Até agora, faltava uma análise global e abrangente do impacto das práticas vitícolas na biodiversidade do solo. Realizamos uma meta-análise da literatura internacional para classificar os sistemas e práticas de produção vitícola, de acordo com o seu impacto. A lavoura, o solo sem cobertura e a fertilização mineral são significativamente prejudiciais para toda a biodiversidade do solo, enquanto as culturas de cobertura, os fertilizantes biológicos e a madeira de poda, são benéficos.

Material e métodos

Em 2020, foi realizada uma pesquisa na base de dados *Web of Science*, utilizando a seguinte combinação de palavras-chave: *soil AND vineyards AND (*bio* OR *diversity) AND (practice* OR manage* OR land use)*. As palavras-chave *practice**, *manage** e *land-use* da pesquisa referiam-se a sistemas e práticas de produção, e foram classificadas em 4 grupos: utilização do solo, método de produção, práticas e heterogeneidade temporal e espacial. Os parâmetros biológicos foram associados às palavras-chave *soil*, **bio**, e **diversity*. Os grupos biológicos foram categorizados como macrofauna, mesofauna, microfauna e microrganismos do solo[1,2]. A revisão centrou-se nos seguintes parâmetros biológicos, que foram fornecidos para cada grupo quando disponíveis: biomassa, abundância, riqueza, atividades (respiração basal, atividades enzimáticas), genes e grupos funcionais e ocorrência de agentes patogénicos ou pragas.
A genericidade dos resultados para cada combinação sistema de produção/ prática x parâmetros biológicos foi avaliada com base no número de artigos e no número total de parcelas estudadas.

Análise bibliométrica

Foram analisados os resultados de 104 artigos. Os primeiros estudos publicados sobre os efeitos das práticas vitícolas datam de 1995, mas a taxa de publicação só se tornou significativa a partir de 2017, e 40% dos artigos publicados nos últimos 25 anos, foram publicados nos últimos 3 anos. A distribuição geográfica dos locais de cultivo estudados nas 104 publicações analisadas mostrou que a maioria dos sítios se situava na Europa e na América do Norte. Cinquenta por cento das publicações incluíam apenas 3 países europeus: Itália (24 %), França (13,5 %) e Espanha (12,5 %); enquanto isso, os EUA ficaram em 4° lugar, com 9,6 % das publicações. Esta classificação está em concordância com a dos países produtores de vinho.
Os resultados da maioria dos artigos coletados foram obtidos num ou dois locais: 84 % dos artigos foram baseados em condições experimentais em menos de 10 locais; enquanto isso, os resultados de aproximadamente 15 artigos foram obtidos em mais de 10 locais, e apenas quatro foram obtidos em mais de 50 locais.

A qualidade biológica dos solos de vinha depende do sistema de produção

Os impactos dos sistemas de produção têm sido estudados para a viticultura convencional, viticultura biológica e biodinâmica. Para cada sistema de produção, as práticas podem diferir muito, dependendo da região e da situação pedoclimática.
Os diagramas sintetizados resumem os dados relativos a todos os grupos biológicos (Figura 1). A posição do ponto no raio indica o efeito do tratamento estudado, quando comparado com um tratamento de referência, cujo estado biológico é representado pelo círculo preto mediano. A biomassa microbiana, a respiração e a atividade microbiana são mais elevadas nos solos sob agricultura biológica. As micorrizas

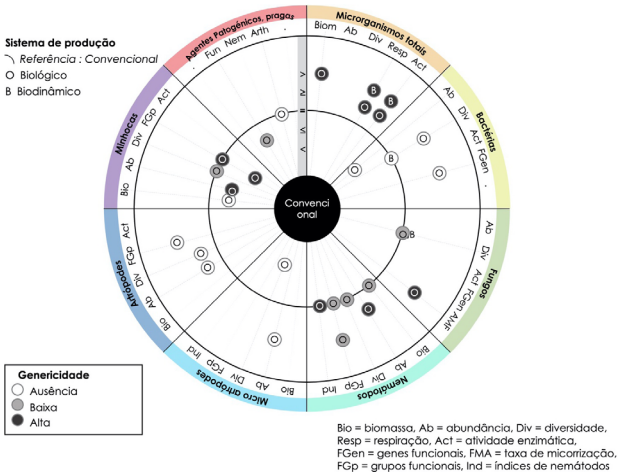


FIGURA 1. Comparação da qualidade biológica do solo entre os diferentes métodos de produção vitícola.

também estão muito presentes, enquanto os fungos patogénicos estão menos presentes. A abundância de nemátodos[3], juntamente com a abundância de micro artrópodes e artrópodes, tende a ser mais elevada na viticultura biológica do que na viticultura convencional. A diversidade biológica dentro de todos os grupos taxonómicos é equivalente, independentemente do sistema de produção. As comunidades de minhocas são as únicas que são negativamente afetadas pela viticultura biológica e biodinâmica, quer em termos de biomassa, abundância total ou grupos ecológicos.
O aumento da vida biológica nos solos sob viticultura biológica pode ser explicado pela menor toxicidade/ persistência dos pesticidas e pela utilização de aditivos biológicos. Por outro lado, o impacto negativo observado nas minhocas pode ser explicado pela lavoura mais intensa, especialmente quando a monda mecânica substituiu os herbicidas.

As práticas vitícolas têm um grande impacto na biologia do solo

As práticas vitícolas suscetíveis de influenciar a qualidade biológica do solo podem ser divididas nas quatro áreas de estudo principais: lavoura, cobertura do solo, tratamentos fitossanitários e fertilização, cada uma delas envolvendo várias condições, documentadas na literatura. O presente artigo centra-se especificamente no impacto da cobertura do solo.
A principal cultura de cobertura estudada foi a cobertura vegetal, havendo pouca informação disponível sobre o efeito da cobertura morta. Uma cobertura vegetal entre linhas, temporária ou permanente, espontânea ou semeada, aumenta a biomassa microbiana e a diversidade, mas também a abundância de nemátodos e minhocas. Comparativamente com o solo sem cobertura (Figura 2), o solo com uma cobertura vegetal temporária pode apresentar uma duplicação da sua biomassa microbiana e

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

abundância de nemátodos, enquanto uma cobertura permanente pode aumentar 3 vezes mais a biomassa microbiana, e 4 vezes mais a abundância de nemátodos[4]. A cobertura vegetal entre linhas tende a diminuir a diversidade fúngica em comparação com o solo lavrado. Se a cobertura for semeada, a diversidade microbiana também tende a diminuir em comparação com o solo lavrado. A diversidade e densidade de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) aumentam com a cobertura permanente e natural do solo, em comparação com a monda química ou mecânica[5].

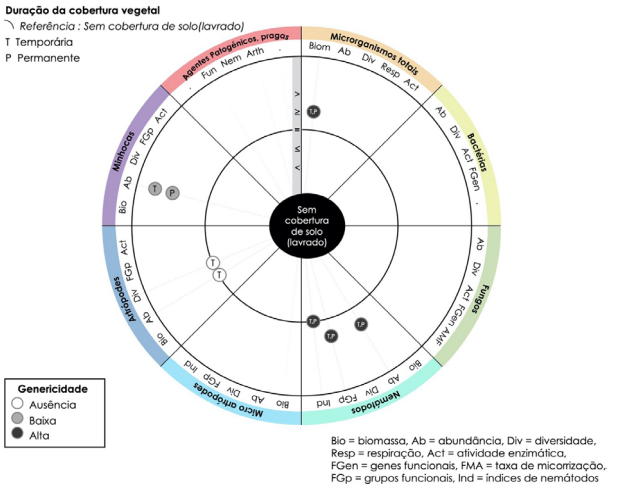


FIGURA 2. Impacto da cobertura vegetal temporária ou permanente na qualidade biológica do solo.

Relativamente ao impacto da monda mecânica *versus* química, os herbicidas têm efeitos variáveis, dependendo do parâmetro biológico (Figura 3). Os parâmetros microbianos não diferem com a utilização de herbicidas, contrastando com a monda mecânica. A biomassa e a abundância de minhocas parecem aumentar com a monda química, relativamente à monda mecânica, mas a atividade das minhocas é afetada. Por outro lado, os herbicidas têm um forte efeito deletério na abundância total de nemátodos e nos diferentes grupos funcionais de nemátodos, com metade da quantidade de nemátodos, quando comparada com a monda mecânica. Os herbicidas também têm um efeito nocivo sobre os fungos micorrízicos[6]. Embora o tema da monda química seja frequentemente abordado na literatura, o impacto ecotoxicológico de apenas um pequeno número de alternativas ao glifosato tem sido testado.

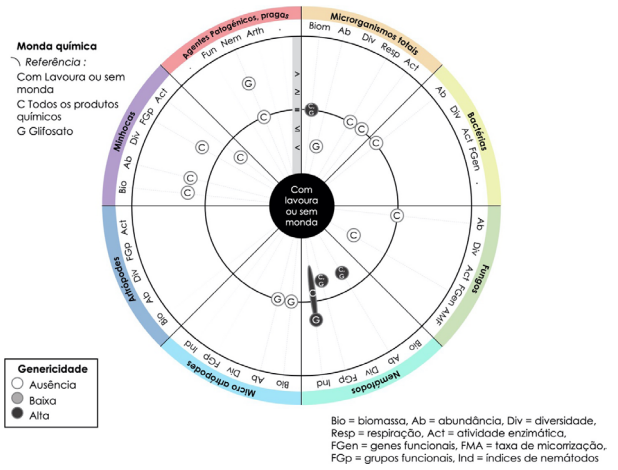


FIGURA 3. Impacto da monda química na qualidade biológica do solo.

Rumo a soluções agroecológicas para uma viticultura sustentável

Com base na nossa meta-análise (Figura 4), podemos concluir que a aplicação de uma cobertura do solo, seja com plantas ou com cobertura morta, é uma prática que melhora a vida no solo. Permite reduzir a utilização de produtos fitossanitários sintéticos, aumentando assim a biodiversidade do solo, como indicam os efeitos ecotoxicológicos bastante negativos da monda química e os resultados das comparações entre a viticultura biológica e a viticultura convencional. No entanto, a agricultura biológica inclui geralmente a monda mecânica, uma prática que parece sempre desfavorável à vida no solo. Embora os

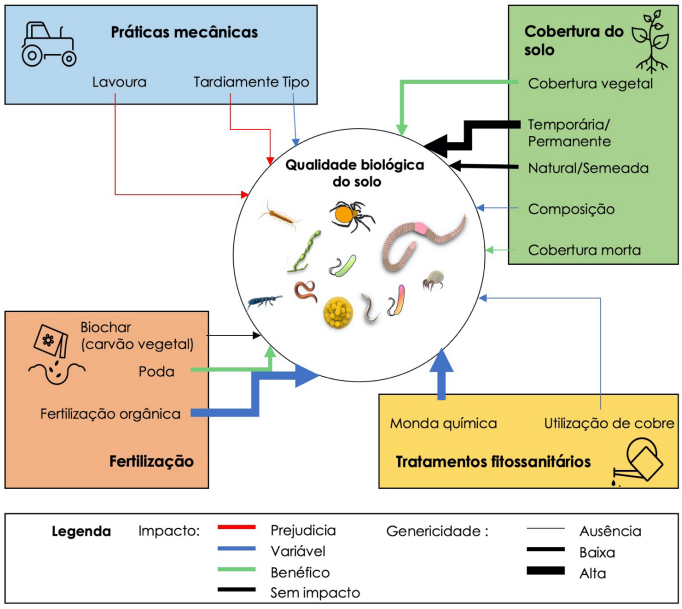


FIGURA 4. Visão geral do impacto das práticas vitivinícolas na qualidade biológica do solo.

efeitos dos fertilizantes biológicos dependam fortemente de fatores locais específicos (por exemplo, tipo de produto e tipo de solo), a sua aplicação é consistentemente mais benéfica do que a dos fertilizantes minerais. A madeira da poda das videiras são o único *input* com um efeito claramente positivo. Assim sendo, a lógica subjacente à utilização de um determinado *input* deve ser desenvolvida e testada tendo em conta a disponibilidade do produto e as restrições pedoclimáticas locais.

O nosso trabalho destacou campos de pesquisa que permanecem por investigar, como o impacto de i) pesticidas sintéticos, que não herbicidas, ii) cobre nas doses atualmente aplicadas, iii) diferentes tipos de fertilização e corretivos, iv) técnicas de estabelecimento de videiras, v) herbicidas que não o glifosato, quando comparados com a lavoura do solo e vi) soluções de bio controlo. Desta forma, a investigação deve continuar a visar o desenvolvimento de abordagens fundamentais e finalizadas que integrem a qualidade biológica do solo como chave para mudar o modelo de produção de vinho no sentido de uma maior sustentabilidade ambiental. ■

Agradecimento: *este estudo foi financiado pelo Plan National Dépérissement du Vignoble (PNDV) e pelo Comité National des Interprofessions des Vins (CNIV).*

Extraído do artigo de investigação "A meta-analysis of the ecotoxicological impact of viticultural practices on soil biodiversity" (Environmental Chemistry Letters, 2020).

1 Maron, P. A, & Ranjard, L. (2019). Qualité écologique des sols. Techniques de l'ingénieur, GE1051v1. https://doi.org/10.51257/a-v1-ge1051

2 Cortet, J., & Hedde M. (2020). La faune du sol pour évaluer l'impact des pratiques agricoles et la santé des sols. Techniques de l'ingénieur, GE1058v1. https://doi.org/10.51257/a-v1-ge1058

3 Coll, P., Le Cadre, E., Blanchart, E., Hinsinger, P., & Villenave, C. (2011). Organic viticulture and soil quality: A long-term study in Southern France. *Applied Soil Ecology*, 50, 37-44. https://doi.org/10.1163/156854112X 624195

4 Salomé, C., Coll, P., Lardo, E., Metay, A., Villenave, C., Marsden, C., ... & Le Cadre, E. (2016). The soil quality concept as a framework to assess management practices in vulnerable agroecosystems: A case study in Mediterranean vineyards. *Ecological Indicators*, 61, 456-465. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.047

5 Rivera-Becerril, F., Van Tuinen, D., Chatagnier, O., Rouard, N., Béguet, J., Kuszala, C., ... & Martin-Laurent, F. (2017). Impact of a pesticide cocktail (fenhexamid, folpel, deltamethrin) on the abundance of Glomeromycota in two agricultural soils. *Science of the Total Environment*, 577, 84-93. https://doi.org/10.1016/j.scito tenv.2016.10.098

6 Zaller, J. G., Cantelmo, C., Santos, G. D., Muther, S., Gruber, E., Pallua, P., Mandl, K., Friedrich, B., Hofstetter, I., Schmuckenschlager, B., & Faber, F. (2018). Herbicides in vineyards reduce grapevine root mycorrhization and alter soil microorganisms and the nutrient composition in grapevine roots, leaves, xylem sap and grape juice. *Environmental science and pollution research international*, 25(23), 23215–23226. https://doi.org/10.1007/s11356-018-2422-3

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