

2

IMPACTO DOS PRODUTOS USADOS NA PROTECCIÓN DO VIÑEDO NA CONTAMINACIÓN DE AUGAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÁNEAS



Autores artigo orixinal: V. Fernández-Fernández, M. Ramil, E. Díaz-Losada, M.D. Loureiro-Rodríguez, E. Trigo-Córdoba, M.S. Andrades, J.M. Marín-Benito, M.S. Rodríguez-Cruz, I. Rodríguez

En: *Science of the Total Environment* 1009, 181074. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.181074>. 2025

Introdución

A viticultura desempeña un papel importante na economía agrícola española, especialmente en rexións como A Rioxa e Galicia, onde representa unha achega significativa dentro do sector primario. O uso de praguicidas —fundamentalmente funxicidas e insecticidas— para o control das enfermidades do viñado xera preocupación polo seu potencial impacto ambiental, sobre todo en relación co risco de contaminación de augas superficiais e subterráneas.

Segundo as condicións pedoclimáticas de cada rexión e as características dos fitosanitarios empregados, estes produtos poden espallarse desde os puntos de aplicación cara ás masas de augas superficiais e/ou subterráneas, debido a procesos de transporte por lavado da propia vexetación, a escorrentías superficiais, á erosión do terreo e á infiltración nos solos.

A pesar da importancia desta problemática, existen poucos estudos específicos que avalíen os riscos de contaminación do medio acuático en áreas vitícolas

con diferentes características pedoclimáticas. A Rioxa e Galicia presentan diferenzas no clima, nos tipos de cultivos e nas prácticas agrícolas, o que podería influír na distribución e persistencia destes pesticidas no medio acuático.

O presente estudo ten como obxectivo determinar a presenza e a evolución temporal dos funxicidas e insecticidas en augas superficiais e subterráneas, así como comparar o seu comportamento en diferentes ámbitos xeográficos e avaliar os riscos asociados mediante a análise das concentracións en relación cos niveis tóxicos de referencia.

Material e Métodos

O estudo desenvolveuse en dúas rexións vitícolas representativas no norte de España: A Rioxa e Galicia. A Rioxa, denominación de orixe (DO) que abrangue tres subzonas, caracterízase por solos calcarios e un clima continental. Galicia inclúe cinco DO, con solos cun menor pH e maior contido de materia orgánica que A Rioxa, e con condicións climáticas variables dependendo da súa distancia á costa. As DO de clima atlántico presentan frecuentes choivas que favorecen unha maior incidencia de infeccións fúxicas e, polo tanto, un maior número de tratamentos, o que pode contribuír á presenza dunha maior concentración de residuos nas augas.

Para as análises da auga realizáronse seis mostraxes distribuídas entre a primavera e o outono durante os anos 2023 e 2024, e abarcaron tanto as augas superficiais como as subterráneas nas zonas próximas ás explotacións vitícolas. Recolléronse 171 mostrax de auga na Rioxa e 254 en Galicia, distribuídas de maneira homoxénea entre as diferentes subzonas ou DO en cada rexión.



Recollida de augas no río Avia

Todas as mostras foron analizadas mediante cromatografía líquida combinada con espectrometría de masas exactas (LC-QTOF-MS), despois dunha etapa de concentración en liña. Grazas a esta tecnoloxía, pódense determinar simultaneamente moitas substancias, tanto compostos preseleccionados para a análise como posibles contaminantes “sospeitosos” que non se consideraran nun primeiro momento ou para os que non se dispoñía de patróns de referencia ao comezo do estudo.

Dentro do primeiro grupo incluíronse 44 praguicidas e 14 análogos marcados isotopicamente, seleccionados en función da súa prevalencia nos viños, da súa aplicación rexistrada nas áreas de estudo e das súas propiedades químico-físicas (como a persistencia no solo e o seu potencial de mobilidade cara ás augas subterráneas). O risco ambiental dos pesticidas detectados nas mostras de auga avalíase usando os cocientes de risco (RQ), que se obteñen dividindo os niveis de cada composto por aquela concentración que permite predicir que non hai efectos significativos (PNEC) sobre organismos acuáticos, onde un valor superior a 1 indica un posible efecto adverso para os ecosistemas acuáticos. Ademais, mediante técnicas de cribado, procuráronse compostos adicionais non previstos inicialmente para comprender a variedade total de contaminación.



Recollida de augas no pozo do viñado

Resultados

Os resultados indican unha presenza xeneralizada de praguicidas en ambas as áreas xeográficas, aínda que hai diferenzas nos patróns específicos e nas frecuencias de detección. Como media, a concentración total de residuos para os 44 praguicidas preseleccionados nas mostras de auga foi lixeiramente superior en Galicia (260,8 ng/L) que na Rioxa (181,1 ng/L). Esta diferenza pode asociarse ás condicións climáticas e ás prácticas de manexo agrícola, xa que Galicia presenta unha maior presión de enfermidades fúnxicas e maior frecuencia de choivas, o que favorece a escorrentía e a infiltración de praguicidas. Os niveis de fungicidas foron máis altos que os de insecticidas nos ambientes acuáticos.

A distribución rexional de residuos reflicte as prácticas específicas de manexo e as enfermidades predominantes en cada DO, que requiren o uso intensivo de certos fungicidas. As concentracións máximas de residuos rexistráronse nas mostraxes de verán, coincidindo coa época de maior aplicación de tratamentos. Nalgúns puntos da mostraxe de augas subterráneas detectáronse incrementos nos niveis de residuos durante o outono, o que podería deberse a procesos de lixiviación desde os solos cara ás augas subterráneas. Detectáronse niveis altos de azoxistrobin, carbendazima, fluopicolida, tebuconazol e zoxamida. Estes compostos, en altas concentracións, poden causar efectos deletéreos en diversos organismos acuáticos, por exemplo, alteracións no microbioma de biofilms que medran na auga doce contaminada ou xenotoxicidade nos peixes.

O cribado non dirixido revelou a presenza de herbicidas e produtos de transformación que non foron considerados inicialmente, incluíndo compostos en fase de retirada, como diversas triazinas e os seus produtos de degradación ambiental, que son persistentes e móbiles no medio acuático. A detección destes compostos nas augas subterráneas, mesmo en niveis baixos, evidenciou o seu potencial de transporte e persistencia.

Ao analizar o impacto ambiental, observouse que nunha pequena parte das mostras (entre o 5 % e o 10 %) a concentración dalgúns herbicidas e fungicidas foi o suficientemente elevada como para representar un risco.

Discusión

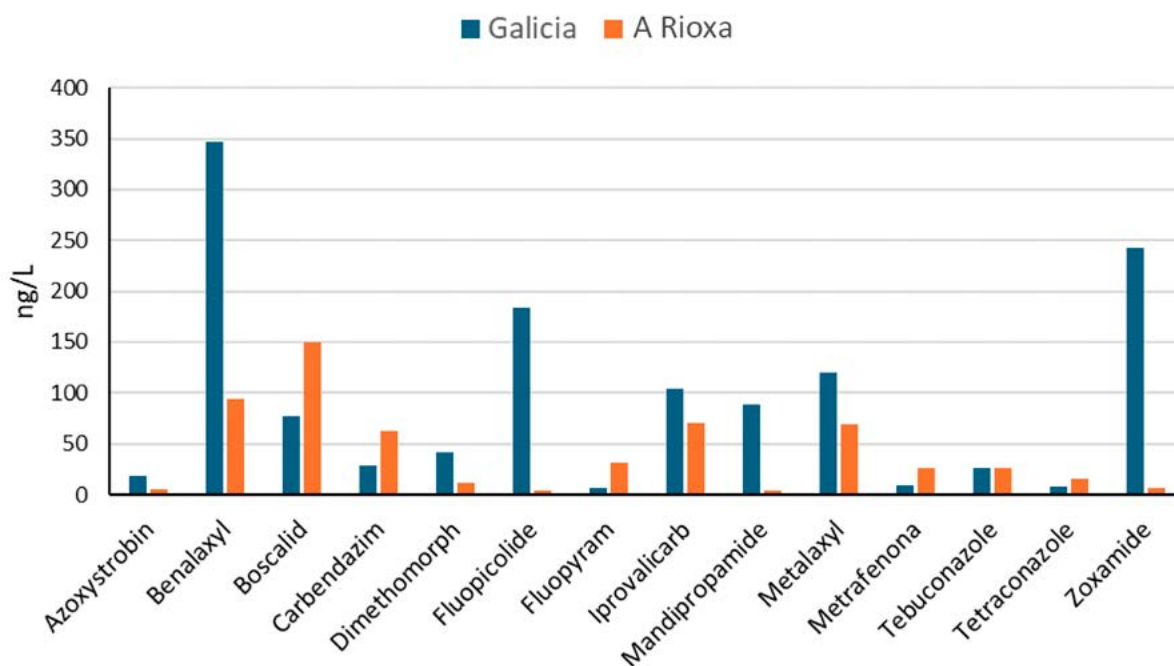
A presenza de praguicidas nos acuíferos e nos corpos de auga superficiais nas zonas estudadas confirma que as prácticas agrícolas intensivas contribúen á contaminación ambiental, con diferentes perfís rexionais derivados das condicións climáticas, dos tipos de cultivos lindantes e das estratexias de manexo.

A detección de compostos en niveis superiores aos valores PNEC nalgunhas mostras indica a necesidade de implementar medidas de xestión que minimicen o seu impacto. Entre estas medidas destacan as prácticas agrícolas máis sustentables, combinadas cunha vixilancia continua do medio acuático e as accións de formación dirixidas ao sector produtivo para optimizar o manexo e a aplicación dos fitosanitarios no viñado.

Ademais, a presenza de compostos en fase de retirada e dos seus produtos de transformación nas augas subterráneas indica que a persistencia e a mobilidade de certos praguicidas representan un desafío a longo prazo na protección dos recursos hídricos.

Conclusiones

Os resultados do estudo amosan que se deberían implementar medidas de control máis estritas, promover técnicas de manexo integrado de pragas e desenvolver campañas de sensibilización para agricultores e xestores, co obxectivo de reducir a aplicación indiscriminada de praguicidas e protexer os recursos hídricos da contaminación química.



Concentracións medias dos fungicidas máis frecuentemente detectados nas augas de Galicia e da Ríoxa