



Cubiertas vegetales y conservación de poblaciones nativas de nematodos entomopatógenos en viña

La vegetación espontánea favorece la presencia y la actividad de los nematodos entomopatógenos, agentes de control biológico frente a plagas de artrópodos

La sostenibilidad de la agricultura es uno de los grandes retos de la sociedad actual. Sin embargo, aún hoy el manejo del viñedo contra plagas, enfermedades y ‘malas hierbas’ se basa principalmente en prácticas tradicionales como son el laboreo y la aplicación de agroquímicos de amplio espectro. En un contexto de crisis medioambiental es necesario apostar por estrategias de gestión alternativas, de bajo impacto ambiental, que promuevan la biodiversidad en el medio agrícola. La implementación de cubiertas vegetales,

como técnica de mantenimiento alternativa al laboreo, favorece la presencia de organismos benéficos del suelo. Entre ellos destacan los nematodos entomopatógenos, agentes de control biológico de extendido uso comercial frente a plagas de artrópodos. En oposición a la práctica del laboreo tradicional, los resultados del presente estudio avalan el uso de cubiertas vegetales, en particular de tipo espontánea, en el reto de conservar sus poblaciones nativas en suelo dedicados a la viticultura.

➤ TEXTO Y FOTOGRAFÍAS:

Rubén Blanco Pérez, Ignacio Vicente Díez, Sergio Ibáñez Pascual, Raquel Campos Herrera.

Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (CSIC, Gobierno de La Rioja, Universidad de La Rioja)

María G. Sáenz Romo, Elena Martínez Villar, Vicente S. Marco Mancebón, Ignacio Pérez Moreno.

Universidad de La Rioja

La viticultura es un sector de gran valor a escala mundial con especial repercusión en España, uno de los países líderes en producción de uva y elaboración y exportación de vino, y que mayor superficie de cultivo dedica al viñedo (cerca de un millón de hectáreas). Si bien es cierto que,

durante las dos últimas décadas, la agricultura ecológica ha crecido con fuerza en los viñedos del sur de Europa, de forma muy relevante en España, Italia y Francia, la viticultura a escala global experimenta una fuerte expansión y mantiene la intensificación de prácticas de manejo con-

vencional, como son el uso generalizado de agroquímicos, que preocupan por su fuerte impacto ambiental y riesgo para la salud humana a través del acceso de residuos a la cadena alimentaria, y la labranza del terreno, que implica un alto riesgo de pérdida de suelo fértil y biodiversidad.



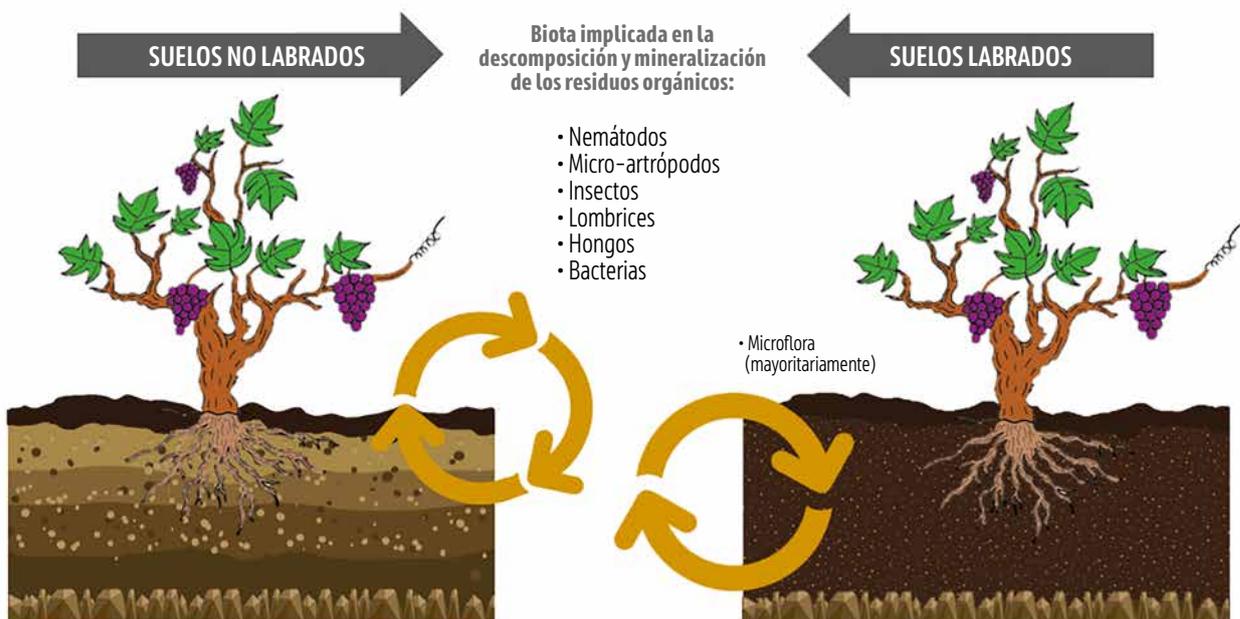
Vid variedad Tempranillo (clon RJ-26, porta-injerto '110 Richter') en una finca experimental de La Grajera.

La viticultura sostenible considera el viñedo como un ecosistema donde cada recurso debe ser optimizado para mejorar la calidad y cantidad de la producción con el menor impacto ambiental posible, apoyando el desarrollo socioeconómico del sector. En este sentido, mantener una rica biodiversidad es un objetivo fundamental para disminuir las presiones ejercidas por plagas y enfermedades. Son numerosos los estudios que defienden la viabilidad económica

de la apuesta por la gestión ecológica en viticultura en la mejora de la preservación del capital natural. De esta forma, proteger el suelo, entendido como un recurso no renovable a escala humana, es crítico no solo en un contexto de producción agraria sino, tal y como suscribe la FAO, como pieza fundamental para el aporte de servicios ecosistémicos vitales para el bienestar humano. Cuando los recursos hídricos no son limitados, el manejo de la vegetación del

suelo a través de la implementación de cubiertas vegetales, o la conservación de la cubierta vegetal nativa, se plantea como una práctica alternativa que puede aportar numerosos beneficios al viñedo. Entre ellos destacan la reducción de la erosión del suelo, el suministro de materia orgánica adicional, la mejora de la estructura del suelo y una fuerte promoción de la biodiversidad, tanto de los organismos que habitan en el suelo como en la parte aérea del cultivo.

Figura 1. Principales diferencias físico-químicas y biológicas entre suelos de cultivo labrados y no labrados. Esquema modificado de House & Parmelee (1985), Soil and Tillage Research



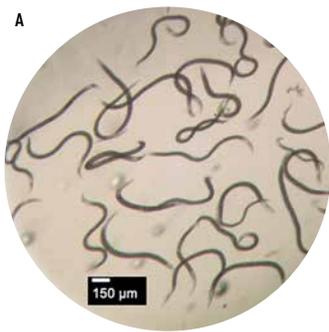
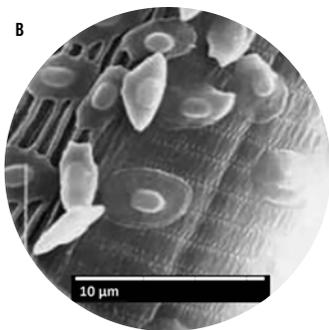


Figura 2. A. Juveniles infectivos de la especie de nematodo entomopatógeno *Steinernema feltiae*.

B. Microscopía electrónica de barrido de la cutícula de un juvenil infectivo de la especie *Steinernema diaprepesi* cubierta de esporas de la bacteria ectoparásita *Paenibacillus* sp. (imagen por cortesía de Fahiem E. El-Borai, CREC-UF).



Organismos del suelo

Los organismos edáficos son los principales responsables de procesos fundamentales como la mineralización del carbono, el fósforo y el nitrógeno, y del secuestro de carbono y nitrógeno atmosférico. Las poblaciones de estos organismos responden de forma distinta a diferentes tipos de manejo. Los suelos de un cultivo no labrado tienden a estratificarse, de modo que los nutrientes y la materia orgánica se concentran mayoritariamente en la superficie, donde una comunidad de distintos organismos del suelo, entre los que se establecen complejas interacciones, interviene en la descomposición de los residuos orgánicos. Por el contrario, en suelos sistemáticamente labrados, estos procesos de mineralización y descomposición de la materia orgánica tienen lugar a mayor profundidad, son más rápidos e involucran a una menor variedad de organismos, mayoritariamente microflora (figura 1).

Los agentes de control biológico juegan un papel clave en los programas de manejo integrado y ecológico de plagas y enfermedades, siendo su presencia en cultivos favorecida por elevadas tasas de biodiversidad. Entre los organismos beneficiosos propios de hábitats edáfi-

cos destacan los nematodos entomopatógenos (NEPs) (figura 2A) capaces de localizar, infectar y, con la ayuda de una bacteria simbiote que portan en su interior, matar un amplio rango de especies de artrópodos. Estudios previos sugieren que su presencia y actividad en cultivos perennes, entre los que se incluye el viñedo, podría estar directamente relacionadas con la salud del suelo. De este modo, planteamos el presente estudio con el objetivo de evaluar el impacto de la implantación de diferentes cubiertas vegetales en un viñedo experimental sobre la presencia y actividad de especies de NEPs nativos. Además, con el fin de ampliar nuestro conocimiento sobre las causas que expliquen los resultados obtenidos, se evaluó la presencia de ciertos organismos asociados a su red trófica, en concreto, especies de nematodos de vida libre que pueden competir con los NEPs por el alimento dentro del cadáver del artrópodo, organismos depredadores como hongos nematófagos y, por último, bacterias ectoparásitas (figura 2B), con capacidad de reducir la motilidad y patogenicidad de los estadios juveniles de algunas especies de NEPs al adherirse a su cutícula externa.

Cubiertas vegetales

El grupo de investigación In-Vid del Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV), en colaboración con los grupos IPM (Universidad de La Rioja) y VitisGESTON (ICVV), realizó el presente estudio en un viñedo experimental de la variedad Tempranillo emplazada en la finca La Grajera (Logroño). Se dispusieron sobre el viñedo cuatro tratamientos de manejo del suelo distribuidos al azar: tres tipos de cubierta vegetal (espontánea, sembrada florícola y sembrada con gramíneas) y la práctica tradicional del laboreo (figura 3). Las muestras de suelo fueron recogidas en los meses de junio y septiembre de los años 2017 y 2018 (figura 4A).

La actividad general del suelo (mortalidad larval total) y aquella vinculada a la presencia de nematodos, NEPs incluidos, fue determinada siguiendo la metodología de insecto-trampa, una técnica de medida indirecta que consiste en poner en contacto las muestras de suelo con larvas de insectos (*Galleria mellonella*, Lepidoptera: Pyralidae) para posteriormente contabilizar la tasa de mortalidad larval. Adicionalmente, trascurrido un periodo de incubación para los cadáveres de insectos de 7-15 días, se contabilizaron



Figura 3. Tratamientos de manejo del suelo estudiados.



Figura 4A. Recogida de muestras de suelo.



Figura 4B. Aislamiento de la meso-fauna (25-125 µm) del suelo.

y recogieron las posibles emergencias de nematodos. Con el fin de confirmar su actividad como los agentes causantes de la infección, estos organismos fueron, a su vez, inoculados nuevamente sobre larvas de *G. mellonella* (postulados de Koch). De forma paralela, la micro y mesofauna del suelo fue aislada por centrifugación en gradiente de sacarosa, un método de extracción directa en el que las muestras de suelo son previamente cribadas haciendo uso de cedazos de un tamaño de malla determinado (25-125 µm) (figura 4B). Los organismos aislados por ambas metodologías, previa extracción del ADN genómico, fueron analizados por PCR cuantitativa a tiempo real (qPCR) para la identificación de las especies de interés en este estudio. Por último, en el Laboratorio Regional del Gobierno de La Rioja se analizaron diferentes parámetros abióticos del suelo (figura 4C) para incluirlos, de ser necesario, como covariables en los modelos estadísticos empleados en el análisis de datos.

Cubierta espontánea, aliada de los NEPs

En líneas generales, se obtuvo mayor abundancia y mayores índices de actividad de NEPs en suelos mantenidos con cubiertas vegetales que en suelos labrados (figura 5). Sin embargo, estos valores fueron estadísticamente significativos para ambas mediciones únicamente en el caso de cubierta vegetal espontánea. La selección adecuada de estrategias alternativas de manejo en agroecología es esencial para maximizar los beneficios y reducir potenciales problemas. Por ejemplo, se observó que la cubierta sembrada con gramíneas favorece la abundancia de NEPs, pero también la proliferación de hongos nematófagos (especialmente endoparásitos) y bacterias ectoparásitas que podrían reducir su actividad beneficiosa para el cultivo. Por el contrario, la cubierta sembrada florícola parece potenciar la abundancia de nematodos de vida libre en detrimento de especies de NEPs, pero creando unas

condiciones que no inhiben su actividad. La cubierta espontánea, en definitiva, benefició tanto la abundancia como la actividad de poblaciones naturales de NEPs manteniendo bajos los niveles de abundancia de organismos antagonistas (figura 5).

En general, este estudio aporta nuevas evidencias sobre el impacto positivo que la implementación de cubiertas vegetales en viña supone para la presencia y actividad de organismos beneficiosos del suelo. En particular, la estrategia de mantener la vegetación espontánea, con la que reduce al mínimo la intensidad del manejo del suelo, resultó la más favorable para la conservación de la comunidad de NEPs, en parte por crear las condiciones idóneas para evitar la excesiva proliferación de sus enemigos naturales.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos para un estudio realizado en paralelo en la parte aérea del mismo viñedo experimental, en el que se reveló que varios taxones de artrópodos depredadores potencialmente beneficiosos, entre los



Figura 4C. Análisis de las propiedades físico-químicas del suelo.

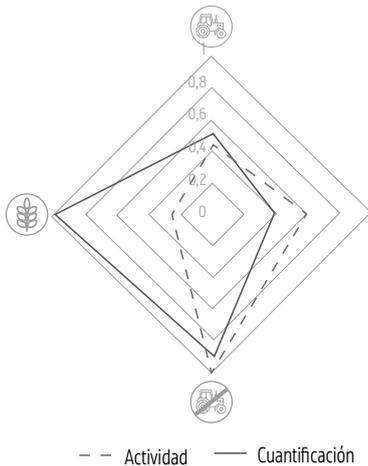
que se incluían hormigas, carábidos, tijeretas y avispas, estaban, del mismo modo, significativamente mejor representados en la cubierta vegetal espontánea.

En conjunto, este estudio muestra el potencial de la implantación de este tipo de cubierta para la preservación de fauna beneficiosa en viña, tanto en la par-

te aérea como subterránea del cultivo. Considerando que la apuesta por su uso supondría un bajo coste para el agricultor, puesto que no requiere de trabajos adicionales de siembra o mantenimiento, creemos necesario ahondar en el conocimiento del impacto de este tipo de cubiertas en diferentes condiciones ambientales, sistemas de producción y variedades, así como descifrar los factores que modulan su éxito para avanzar hacia su implementación de un modo más eficiente y satisfactorio.

Figura 5. Frecuencias de actividad y abundancia de nematodos entomopatógenos (NEPs) y de especies de nematodos de vida libre (NVL), de hongos nematófagos (NF) y de bacterias ectoparásitas (BecP), asociadas a su red trófica

Actividad y abundancia de NEPs



Abundancia de organismos asociados a NEPs

