

ORIGINAL

Biodiversidad microbiana en el suelo del viñedo como factor de calidad del vino

María Isabel Pérez Santos¹ y Antonio Palacios García²

¹Würrth España, S.A. Pol. Ind. El Sequero, Avda. Cameros 86 - 26150 Agoncillo (La Rioja)

²Laboratorios Excell Ibérica S.L. C/ Planillo N°12 - 26006 Logroño (La Rioja)

Tel. 941 445106 - E-mail: excelliberica@labexcell.com

Recibido 27 de octubre de 2023 / Aceptado 05 de diciembre de 2023 / Publicado 1 de marzo de 2024

RESUMEN

Cada vez son más los enólogos que están cambiando el enfoque del proceso de elaboración del vino en bodega y orientándose hacia el concepto *terroir*, defendiendo una viticultura sostenible que respete la biología del suelo y fisiología de cada parcela para obtener una producción de uva sana y de calidad, que tendrá una repercusión directa con la calidad sensorial y organoléptica del producto final, el vino.

Es necesario un cambio de enfoque en este sentido para frenar la drástica disminución de la fertilidad y materia orgánica de los suelos. Actualmente, se está viviendo un cambio de dirección hacia una agricultura más sostenible y regenerativa para mejorar y despertar de nuevo la tan necesaria biodiversidad microbiana del suelo.

No se debe olvidar que cada parcela posee unas condiciones únicas de microclima, entorno y terreno responsables de la singularidad de sus vinos, tratando de obtener diferencias en cuanto a la calidad sensorial del mismo, con un mayor sentido del origen y territorio.

ABSTRACT

Nowadays more and more winemakers are changing the focus of the production process in the cellar and turning towards the concept of *terroir*, defending sustainable viticulture that respects the biology of the soil and physiology of each plot to obtain a healthy and quality production, which would have a direct impact on the sensory and organoleptic quality of the final product; the wine itself.

A change of approach is necessary to stop the drastic decrease in soil fertility and organic matter. On this new era, there is a change in direction towards regenerative agriculture to improve and awake the essential soil biodiversity concept.

It should not be forgotten that for each plot there are unique conditions of microclimate, environment and terrain responsible of the singularity of each wine, trying to find differences in terms of sensory aspects and wines

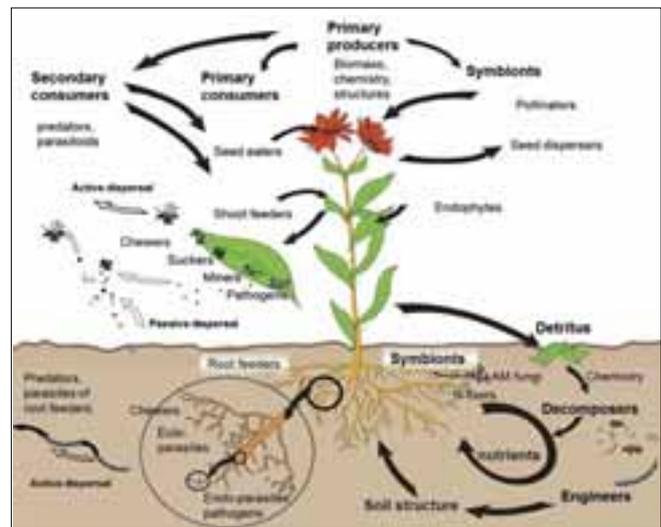


Ilustración 1. Relación de la diversidad en profundidad y superficie del suelo. (Fuente "Gestionando microbiomas del suelo para una agricultura sostenible", Chang-Hui Shen, Departamento de Biología, CSI, Nueva York, USA)

with the sense of place.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un ecosistema formado por partes diferenciadas que constituyen la base para la vida de las plantas, siendo una fuente fundamental de nutrientes. Se puede dividir en tres fracciones bien diferenciadas; la fracción sólida constituida por elementos minerales fruto de la disgregación de rocas y de la materia orgánica a partir de restos vegetales y animales; la fracción líquida en la que se encuentran en disolución las sustancias minerales y orgánicas solubles y la fracción gaseosa, como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica. El suelo es el lugar donde se llevan a cabo los ciclos biogeoquímicos de los ecosistemas terrestres, procesos naturales que reciclan elementos químicos, desde el medio ambiente hacia los organismos vivos y a la inversa, tales

como los ciclos del nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, potasio y carbono, entre otros, (Soria, 2016).

El suelo está compuesto por factores abióticos y bióticos. Los primeros son los elementos que forman la estructura sobre la que se alzan los distintos ecosistemas. Se caracterizan por no tener vida, aunque sí influyen en las comunidades presentes que albergan, siendo su combinación más o menos favorable para garantizar la supervivencia de ciertas especies. Los factores bióticos son todos aquellos organismos vivos como plantas, animales y microorganismos que desarrollan su vida en un ecosistema interactuando entre sí.

La vid se adapta a los distintos tipos de suelo, pero su desarrollo está condicionado por las propiedades físicas, químicas, mineralógicas y biológicas del mismo, lo que tendrá un efecto posterior en la calidad del vino, entendiendo este conjunto como el archiconocido concepto *terroir* (Van Leeuwen & Seguin, 2006).

Un componente esencial del terruño y que puede tener un impacto significativo en la calidad y singularidad del vino, es el microbioma del suelo, entendiéndolo como los microorganismos que interactúan con el ambiente y las plantas para influir en la calidad y características del vino producido en su contexto. Importante ejemplo es el de los rizomas. Los microorganismos del suelo pueden influir en la calidad de vida y la producción de la vid, así como en las características organolépticas del vino producido con su fruto. Por lo tanto, es esencial comprender cómo el microbioma del suelo puede afectar indirectamente a la calidad del vino y cómo se pueden mejorar las prácticas agrícolas para mantener un microbioma saludable.

El concepto de la relación entre los microorganismos presentes en el suelo, con la vid, bodega y vino fue introducido anteriormente por Barata *et al.*, 2012. Según sus afirmaciones, los microorganismos que habitan en el suelo y en la vid, pueden ser determinantes en la presencia de levaduras y bacterias en bodega, participando de forma activa en los procesos fermentativos y afectando así a las propiedades cualitativas del vino.

Un estudio de Zarraonaindia *et al.*, 2015, destaca que ciertas partes de la vid (hojas, flores y uvas), comparten más cantidad de taxones con las comunidades bacterianas del suelo que entre ellas mismas, por lo que podrían actuar como reservorio de la comunidad microbiana en el viñedo. Otro estudio de Gobbi *et al.*, 2020, proporciona nuevos conocimientos sobre la comunidad microbiana de los suelos. Los resultados mostraron que la distancia espacial determina el microbioma del suelo y que hay un cierto componente predictivo en la presencia de microorganismos que habitan en los viñedos en función de su localización. Por otro lado, estudios anteriores, como el de Coller *et al.*, 2019, concluyen que la biodiversidad microbiana del suelo de los viñedos está ampliamente influenciada por los factores geográficos, además de los climáticos y humanos en relación con el manejo del viñedo.

El reciente estudio de Cruz-Silva *et al.*, 2023, argumenta que la diversidad microbiana del suelo y la identificación de especies diferenciadoras podría proporcionar una forma útil de caracterizar los terruños de cada viñedo. En definitiva, la importancia del microbioma del suelo en la calidad del vino es innegable y los estudios analizados en

Polígono La Portalada - C/ Portalada 3B Parcela 35 - 26006 Logroño (La Rioja) Tel.: 941 241613 - E-mail: informacion@corinox.com

CORINOX
COMERCIAL RIOJANA DE INOXIDABLE
www.corinox.com

(Chapa, tubería, perfiles, racores, válvulas, mangueras, depósitos siempre llenos, prensas, filtros...)



Biodiversidad microbiana en el suelo del viñedo como factor de calidad del vino

TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA VIDA MICROBIANA EN SUELOS VITIVINÍCOLAS	PROS Y CONTRAS
Técnica de calzoncillos de algodón	Sin referencias. Posibles efectos de fenómenos abióticos (acidólisis, fenómenos oxidativos...) y ciertamente no sólo microbianos (posibles intervenciones de insectos, colémbolos...)
Citometría de flujo	Ruido de fondo variable asociado con el recuento de fenómenos no microbianos
Microscopía	Influencia de los pasos de preparación de la muestra y dificultad para implementar técnicas microscópicas genéricas de coloración permanentes en microscopía.
Análisis de actividades enzimáticas	Los análisis específicos sólo tienen en cuenta a una parte del consorcio microbiológico.
Mediciones de metabolismos respiratorios inducidos por sustrato	Ídem que los análisis de actividades enzimáticas
Aproximación metagenómica	Los análisis también están muy orientados y pueden desgranar fenómenos potencialmente muy raros, aislando unos de los otros sin una visión general. En el estado actual del conocimiento, los datos obtenidos son relativamente difíciles de interpretar.
Test de vitalidad biológica Excel. medida del ATP	El ATP es una molécula universal para cualquier célula viva. La cantidad de ATP por célula representa la energía celular y por lo tanto su actividad. El cálculo de su concentración es fácil y precisa.
Estimación de la carga total microbiana medida en ADN total.	El ADN también es una molécula universal para cualquier célula viva. Su cantidad se fija según tipo de célula y estado celular. El método de medida debe estar normalizado para que asegure fiabilidad en la comparación e interpretación adecuada de los datos.

Tabla 1. Técnicas de análisis del microbioma del suelo vitícola. (Fuente: análisis de la actividad biológica y cantidad de microorganismos en suelos vitivinícolas, Laetia *et al.*, 2022)

este trabajo demuestran la necesidad de mantener una comunidad microbiana diversa y autóctona para elaborar vinos con sentido del origen.

Este trabajo tiene como objetivo abordar la importancia del microbioma del suelo en la calidad del vino, recopilando la información más relevante sobre la relación entre los microorganismos del suelo y la producción de uvas de calidad y, en última instancia, de mejorar la calidad del vino.

También se aborda diversas técnicas de análisis que se están llevando a cabo para determinar la actividad biológica del suelo y su biodiversidad, lo que permite entender de manera más precisa como los microorganismos del suelo influyen en la calidad y en las características del vino. Los resultados obtenidos en este documento permitirán una mejor comprensión de la relación existente entre el microbioma del suelo y el factor *terroir*, y de la gran importancia de mantener la salud del suelo. Es fundamental que los productores de vino conozcan las características del suelo de sus parcelas y adapten sus prácticas agrícolas y de manejo para mejorar la calidad y singularidad del vino. En este sentido, el conocimiento adquirido en este trabajo puede ser un importante punto de partida para avanzar en prácticas agrícolas más sostenibles y responsables, que promuevan un microbioma singular, saludable y beneficioso para la producción de vino de calidad.

En la **tabla 1** se muestra una síntesis histórica de los diferentes enfoques analíticos para la caracterización de la vida microbiana en el suelo, además de un breve resumen de sus ventajas e inconvenientes.

Algunas de las prácticas vitícolas que se emplean para minimizar los efectos negativos sobre la calidad del suelo se basan en lo siguiente:

- Favorecer la presencia de fauna beneficiosa.
- Mínimo laboreo para reducir la erosión y conservar la estructura del suelo.
- Aporte de materia orgánica.
- Picado de los restos sanos de poda como fuente de materia orgánica.
- Uso de cubiertas vegetales (temporales o permanentes) para reducir la erosión y fomentar la presencia de fauna.
- Creación de hoteles de insectos para hospedar a los beneficiosos como enemigos naturales contra las plagas.
- Mejorar el microclima, mediante la plantación de setos o arbustos que favorezcan el régimen hídrico y térmico de los cultivos y actúen como barrera natural contra el viento. Además, actúan como aislante de contaminantes y sirven como refugio y alimento a la fauna beneficiosa.
- Conservar el paisaje del viñedo con construcciones tradicionales, como guardaviñas, muretes de piedra, etc.



Una de las citas europeas más importante del sector vitivinícola vuelve a Zaragoza del 15 al 16 de mayo de 2024

Enoforum será el epicentro de las innovaciones científicas y tecnológicas más recientes, reuniendo a los principales protagonistas del sector.

Centros de investigación, empresas proveedoras con actividad de I+D, técnicos y productores de vino se volverán a dar cita con el propósito de compartir los conocimientos e innovaciones más destacadas de los dos últimos años tanto a nivel nacional como internacional.

El programa comprende conferencias magistrales, ponencias científicas, proyectos de investigación, sesiones técnicas, pósters, catas, sesiones demostrativas, zona expositiva. Una oportunidad única para intercambiar conocimientos y hacer networking.

Para más información:

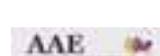
www.enoforum.eu/es
esp@enoforum.com



Organizado por



En colaboración con



MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la parte analítica en Laboratorios Excell Ibérica SL, enfocada en el estudio del microbioma del suelo. Para ello, se seleccionaron tres viñedos específicos de la DOCa Rioja de los cuales se tomaron muestras de tierra. Estas muestras fueron analizadas para determinar la actividad biológica utilizando diversos indicadores, entre ellos: la fluorimetría para la carga microbiana total y la bioluminiscencia para ver el nivel de ATP. Ambas metodologías trabajan con biomoléculas universales presentes en cualquier organismo vivo, y mediante su cuantificación se evalúa la cantidad total del DNA microbiano y su nivel de actividad enzimática del tipo ATPasa.

-Muestras realizadas: la recogida de muestras se llevó a cabo cavando un agujero de 10-30 cm cerca de las raíces. Una vez en el laboratorio, se eliminaron los elementos biológicos visibles y se midió la humedad de la tierra antes de realizar las mediciones correspondientes. Las muestras sucesivas se recogieron en los mismos puntos marcando las cepas más cercanas.

-Parcelas vitícolas contempladas: se seleccionaron tres fincas de viña ubicadas en la región de Rioja Alavesa (Álava), de las cuales se tomaron muestras de suelo para su posterior análisis.

-Parcela Nº 1 – Finca Cerro La Horca: la parcela seleccionada se encuentra rodeada de una abundante biodiversidad vegetal, donde arbustos y plantas herbáceas crean un entorno natural. Además, se encuentran ribazos y almendros plantados a ambos lados, formando límites naturales en el terreno.

-Parcela Nº 2 – Verdecillo El Roble: parcela adyacente a la carretera que conecta los municipios de Elciego y Baños de Ebro. Además, se encuentra unida a otra parcela y limita con un ribazo en las demás áreas, que se conecta con una zona superior donde conviven arbustos y matorrales. En esta parcela se practica una viticultura sostenible, y en algunos años se logra evitar por completo el uso de productos fitosanitarios.

-Parcela Nº 3 - Pisarnoso: en esta parcela se observa como la biodiversidad vegetal es bastante abundante, con lindes de arbustos y árboles plantados en su periferia, creando un hermoso paisaje vitícola.

-Carga microbiana del suelo: la carga microbiana del suelo se refiere a la cantidad de microorganismos presentes, incluyendo bacterias, hongos, virus y otros microbios que alberga el suelo y desempeñan un papel importante para su fertilidad y salud. La carga microbiana del suelo depende de factores como la humedad, temperatura, pH y nutrientes disponibles. Una baja carga microbiana deriva en suelos pobres y desequilibrados, mientras que un suelo con alta carga biológica es un suelo fértil capaz de desarrollar cultivos sanos y vigorosos que tendrá por seguro una repercusión posterior en la calidad de las cosechas.

La carga microbiana se determina mediante la medición de la fluorescencia generada por los microorganismos presentes en una muestra de suelo. En resumen, el procedimiento consiste en tomar una muestra, agregar un reactivo que emite fluorescencia al unirse al ADN y medir su intensidad. Este método es rápido, preciso y de alta selectividad y se expresa en $\mu\text{g ADN/g}$. Cuanto mayor sea su valor, se considera un resultado a priori más favorable ($> 25 \mu\text{g ADN/g}$). Es un método muy interesante, aunque no discrimina entre microorganismos beneficiosos y malos, por eso se maneja en paralelo el concepto de biodiversidad. El equipo (Quantus™) tiene dos sensores de fluorescencia (rojo y azul) con paso de excitación de 640 y 495 nm respectivamente. Es importante tener en cuenta que la cantidad de fluorescencia generada no es necesariamente proporcional a la cantidad de microorganismos presentes en la muestra, ya que la intensidad también puede verse afectada por factores como el tipo de microorganismo presente y las condiciones del suelo. Por lo tanto, es importante interpretar los resultados en un contexto donde otras mediciones y observaciones ayuden en su lectura global.

-Vitalidad biológica del suelo: se refiere a la capacidad de los microorganismos que alberga para realizar sus funciones biológicas, tales como la descomposición de la materia orgánica, la fijación del nitrógeno, la liberación de nutrientes para las plantas, etc.

Es un indicador muy completo para medir la salud y fertilidad del suelo, ya que no contabiliza únicamente los microorganismos presentes, si no que se enfoca más en la actividad que estos realizan. Se mide el contenido de ATP en el suelo mediante bioluminiscencia (cantidad de luz producida cuando una enzima específica, la luciferasa, que reacciona con el ATP del suelo y se expresa en ng

María Isabel Pérez Santos y Antonio Palacios García

Cerro de la Horca	
Municipio	Laguardia
Año de plantación	1969
Extensión (ha)	0,75
Variedad	80% Tempranillo y 20% Viura
Tipo de viticultura	Convencional
Marco de plantación	1,77 x 1,77
Tipo de suelo	Arcillo-calcáreo

Parcela nº 1 - Cerro La Horca (visor SIGPAC)

El Roble	
Municipio	Villabuena de Álava
Año de plantación	1984
Extensión (ha)	0,33
Variedad	Tempranillo
Tipo de viticultura	Sostenible
Marco de plantación	1,87 x 1,87
Tipo de suelo	Arcillo-calcáreo

Parcela nº 2 - Parcela Verdecillo El Roble (visor SIGPAC)

Pisarnoso	
Municipio	Laguardia
Año de plantación	1986
Extensión (ha)	0,49
Variedad	80% Tempranillo y 20% Viura
Tipo de viticultura	Convencional
Marco de plantación	1,73 x 1,73
Tipo de suelo	Arcillo-calcáreo

Parcela nº 3 - Parcela Pisarnoso (visor SIGPAC)

de ATP/g, molécula portadora de la energía celular en todas las formas de vida). Su concentración representa la vitalidad del conjunto microbiano (Laetitia *et al.*, 2022), ya que en su ejecución se eliminan previamente las for-

mas de vida no microbianas. Para determinar la cantidad de ATP se precisa un iluminómetro (Hygiene™), que cuantifica la reacción mediante un fotodiodo (DP) capaz de detectar niveles de luz muy bajos. Se mide en un

Biodiversidad microbiana en el suelo del viñedo como factor de calidad del vino



Ilustración 5. Reacción bioluminiscente durante la desfosforilación del ATP. (Fuente: www.kepler.es)

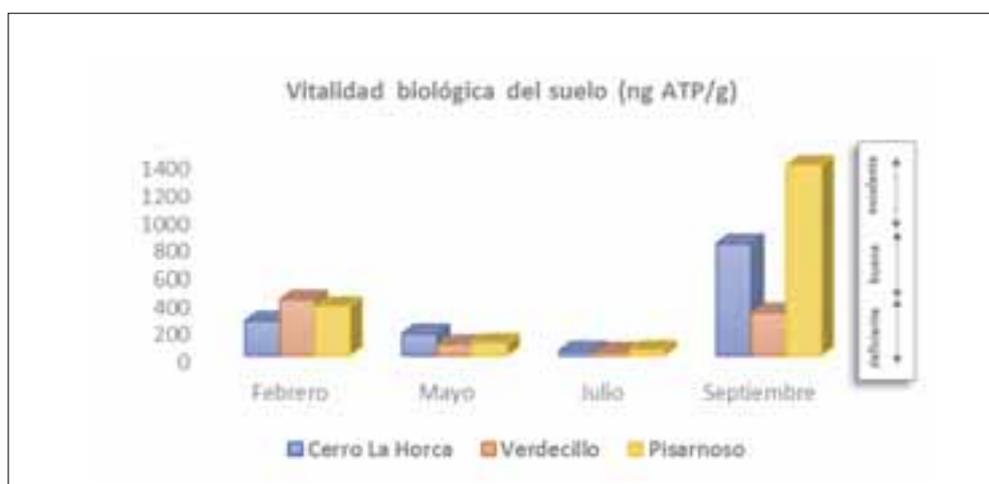


Gráfico 1. Vitalidad del suelo por viñedo y fecha de muestreo

medio líquido, proporcionando resultados más precisos y usando para la recolección de la muestra un dispositivo llamado UltraSnap®.

-Análisis de pesticidas en el suelo: Para el análisis de los residuos de fitosanitarios en el suelo del viñedo, primero se hace un tratamiento de la muestra sólida mediante el cual se extraen las moléculas para poder ser así analizadas en un medio líquido. Para la detección, en los Laboratorios Excell Ibérica se emplea cromatografía de gases con espectrometría de masas triple cuadrupolo (GC-MS/MS) y cromatografía líquida con detector masas-masas (LC-MS/MS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en los análisis de los tres viñedos analizados:

-Vitalidad biológica del viñedo: en el gráfico 1 se puede observar cómo los valores de ATP descienden a medida que las condiciones climáticas en las que se realiza el

análisis son más hostiles según avanza su ciclo vegetativo, debido a la sequía y el calor que influye en el suelo y en los microorganismos, como recoge en su trabajo Bastida *et al.*, 2006. Esto ocurre principalmente en verano y se revierte al final de dicho periodo, alcanzando máximos en las parcelas Cerro la Horca y Pisarnoso. En primavera la situación se encuentra en un estadio intermedio. De lo que parece no haber duda, es acerca de la gran actividad microbiana que aloja el suelo al final del verano y el otoño, por lo que parece una época ideal para realizar los trabajos agronómicos que mejoren la vida del suelo en dichas estaciones, dada la imposibilidad de actuar durante el verano. Es precisamente en invierno, cuando la finca Verdecillo, donde se desarrollan prácticas agronómicas sostenibles, muestra mayor vitalidad biológica, lo que resulta chocante.

La vitalidad del suelo es el reflejo del metabolismo de los organismos vivos que se encuentran activos en él y estos se ven condicionados por la falta de humedad debido a la escasez de lluvia y a las altas temperaturas, por lo que tiene sentido que los valores en primavera y, sobre todo,

María Isabel Pérez Santos y Antonio Palacios García

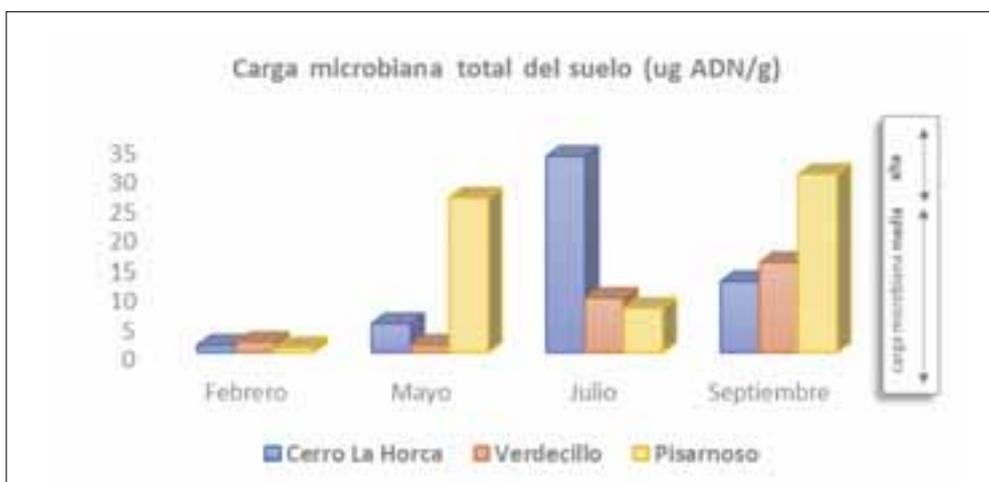


Gráfico 2. Carga microbiana por viñedo y fecha de muestreo

Presencia pesticidas (mg/kg)				
Compuesto	LMR	Cerro La Horca	Verdecillo	Pisarnoso
Benalaxil	-	0,016	<0,01	0,053
Bifenileno	0,01	0,028	0,036	0,04
Boscalida	5	0,015	<0,01	<0,01
Metrafenona	7	0,027	<0,01	0,035

Tabla 2. Análisis de pesticidas en el suelo de cada parcela

verano fueran menores que en invierno. Donde mayores diferencias existen entre las muestras es al final de verano, cuando las uvas ya están en su periodo final de maduración, siendo entonces un periodo muy crítico a considerar desde el punto de vista de la microbiología del suelo.

-Población total de microorganismos: respecto a los valores de DNA total (ver gráfico 2), parece, como es razonable, que cuando las condiciones son más hostiles se hacen dominantes las formas de vida mejor adaptadas y más resistentes a la sequía y el calor excesivo, aumentando en proporción y abundancia con la llegada de la primavera y el verano. Los niveles más bajos y con apenas diferencias entre los viñedos se encuentran en invierno.

En el caso de las muestras tomadas en primavera, destaca sobre todo el aumento de DNA del viñedo Pisarnoso, esto podría coincidir con un efecto de dilución respecto a la vitalidad biológica debido a la formación de grupos excesivamente dominantes, efecto que se acrecienta aún más al final del verano. En el periodo estival la carga

microbiana del viñedo con prácticas sostenibles aumenta paulatinamente de forma regular hasta el final. Sin embargo, en el Cerro La Horca al principio del verano se produce un aumento muy significativo, para disminuir posteriormente al final de dicho periodo. Por el momento no tenemos datos que expliquen estas evoluciones y diferencias parcelarias, lo que sí parece claro es que el viñedo con prácticas vitícolas sostenibles es el más estable y predecible.

-Presencia de residuos de pesticidas: adicional al análisis de la actividad biológica del suelo y con la finalidad de obtener más información que refuerce los resultados obtenidos anteriormente, se ha realizado con el muestreo correspondiente al mes de Julio un análisis de presencia de pesticidas cuyos resultados se pueden ver en la tabla 2, análisis realizado mediante cromatografía de gases y cromatografía de líquidos junto a espectrometría de masas-masas (GC-SMSM y HPLC-MSMS). En dicho análisis se detectó la presencia de los siguientes compuestos.

Biodiversidad microbiana en el suelo del viñedo como factor de calidad del vino

Índices de maduración	Cerro la Horca	Verdecillo	Pisarnoso
Masa media (g)	1,8	2	2
Grado alcohólico prob. % (v/v)	13,1	12,9	13
Acidez total (g/L)	3,7	3,7	4,2
pH	3,98	3,79	3,62
Ácido L-málico (g/L)	1,7	1,1	1,1
Antocianos extraíbles (mg/L)	1157	771	824
Índice DMACH	123	126	108
Índice de taninos potenciales	51	41	41
Índice de madurez de taninos	42	33	38
Potencial organoléptico	3	2,6	2,6

Tabla 3. Madurez industrial y fenólica de las uvas de los tres viñedos en estudio

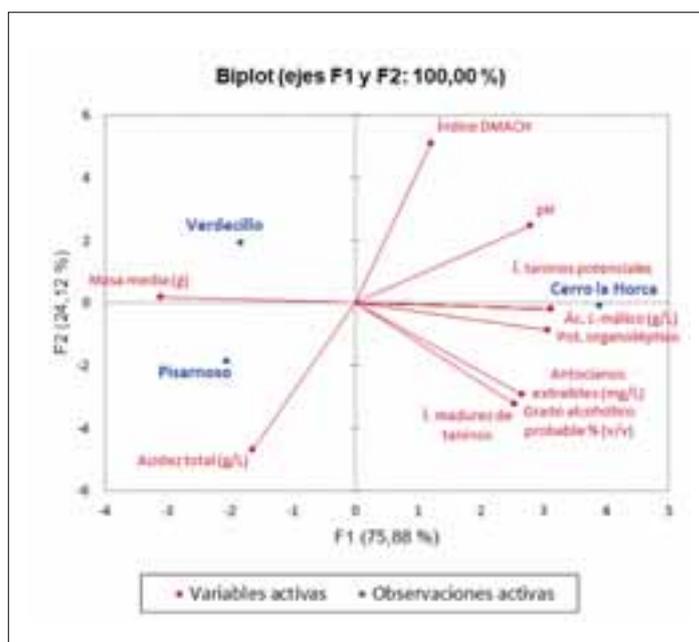


Gráfico 3. ACP de los resultados de madurez industrial y fenólica

Se puede observar como el único compuesto que supera el límite máximo de residuo (LMR) fijado en el reglamento (CE) N1 396/2005, cuya aplicación entró en vigor el 1 de septiembre de 2008, es el Bifenileno, lo que indica que se debe racionalizar su uso como pesticida en dichas parcelas, con más razón en la parcela Verdecillo. Se observa también en la misma tabla que el viñedo Pisarnoso es en el que se encuentran mayores cantidades de pesticidas, lo cual podría explicar el bajón de carga biológica y vitalidad del suelo en primavera, momento en el que se hicieron los muestreos y análisis de los residuos.

-Calidad madurativa de la uva: se realizaron también análisis de la madurez industrial y fenólica de las uvas, resultados que se pueden ver en la **tabla 3**. Las uvas más pequeñas se encuentran en el viñedo del Cerro La Horca, teniendo el grado alcohólico potencial más alto, así como el pH y ácido málico. También son las uvas más concentradas en antocianos y con la presencia de los taninos más maduros y de mayor potencial organoléptico. En el análisis factorial de componentes principales (ACP del **gráfico 3**), que explica el 100% de la varianza, se observa como las uvas del Cerro La Horca se aproxi-

ULTRAWINE PERSEO



Extracción del máximo potencial
de la uva por Ultrasonidos

+35%

en la extracción de compuestos
fenólicos y aromáticos

-50%

en tiempos de maceración

+15%

de ahorro energético

✉ comercial@agrovin.com | ☎ +34 926 550 200

agrovin.com

Monsant Filtration

Nuevo sistema de prefiltración

- . Fácil de usar
- . Eficaz
- . Reducción de turbidez
- . Elevados caudales
- . Mejora cualitativa y cuantificable del vino, respecto métodos tradicionales
- . Respetuoso con el vino
- . Sin mermas
- . Para todo tipo de vinos



 **MultiFiltration**

www.multifiltration.com - 977 65 31 35 - info@multifiltration.com

Biodiversidad microbiana en el suelo del viñedo como factor de calidad del vino

man en el plano factorial a las variables de madurez, relacionándose con parámetros que representan mayor calidad de uva, a excepción del pH elevado. Las uvas de la parcela Verdecillo se relacionan sobre todo con el tamaño grande de grano de uva y las de la parcela Pisarnoso con un índice Dmach bajo, lo que es muy positivo, ya que este índice es inversamente proporcional al grado de polimerización de los flavanoles y por lo tanto significa una mayor bondad gustativa en boca de los taninos.

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos resaltan la importancia del microbioma del suelo como factor que puede ser determinante en la calidad del vino, tanto a nivel del metabolismo de la planta como su influencia en los procesos fermentativos en bodega, contribuyendo a la singularidad de cada vino y su sentido de origen, lo que viene a afirmar la relación microbiológica entre el suelo del viñedo y su vino. Se debe destacar como la mayor actividad biológica y las poblaciones más elevadas en el suelo se alcanzan cuando las uvases-tán cerca de su esplendor madurativo, justo al final del verano.

- En este sentido, las investigaciones acerca de la biodiversidad microbiológica del suelo y su actividad biológica también pueden aportar ideas para desarrollar prácticas vitícolas de cultivo y enológicas de vinificación más adecuadas, sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Filosofías que se encuentra en sintonía con las nuevas tendencias que promueven la elaboración de vinos más comprometidos y empáticos con su territorio y medio ambiente, reduciendo el uso de pesticidas en el viñedo y del sulfuroso en bodega.

- Además, se ha demostrado que la composición microbiológica del suelo del viñedo está, en gran parte, influenciada por factores ambientales, como el clima, la estación del año y el uso de pesticidas, así, en el suelo donde más residuos se ha encontrado, es donde al principio del verano más cae la actividad biológica y más crece la dominancia de grupos resistentes a las condiciones de estrés, justo al final del mismo periodo.

- En la fase del análisis de la actividad biológica de las muestras de suelo se vio aconsejable profundizar en el estudio realizando en paralelo análisis de la

calidad de las bayas para establecer relaciones entre la microbiología del suelo y los parámetros de maduración fenólica e industrial de las bayas. Se observó como las uvas de la parcela Cerro La Horca fueron las de mayor calidad, coincidiendo con una población de microorganismos elevada a principios del verano y una actividad moderada al final de dicho periodo estival.

- En conclusión, se abre una nueva ventana en el estudio biológico del suelo en relación a las posibles mejoras de la calidad de uva y del vino con un sentido de origen más marcado.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, A., de Celis, M., Ruiz, J., Vicente, J., Navascués, E., Acedo, A., Ortiz Álvarez, R., Belda, I., Santos, A., Gómez-Flechoso, M., & Domingo, M. (2019). Looking at the Origin: Some Insights into the General and Fermentative Microbiota of Vineyard Soils. *Fermentation*, 5, 1-15. <https://doi.org/10.3390/fermentation5030078>.
- Barata, A., Malfeito-Ferreira, M., & Loureiro, V. (2012). The microbial ecology of wine grape berries. *International Journal of Food Microbiology*, 153(3), pag. 243-259.
- Bastida, F., Moreno, J. L., Hernández, T., & García, C. (2006). Microbiological activity in a soil 15 years after its revegetation. *Soil Biology and Biochemistry*, 38 (8), pag. 2503-2507. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.02.022>
- Belda, I., Palacios, A., Fresno, J., Ortega, H., & Acedo, A. (2017). WineSeq®: A new tool for the study of the functional biodiversity of soils, and its use as a biomarker and guide for vitiviculture practices. *BIO Web of Conferences*, 9, 01012. <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20170901012>
- Belda, I., Zorraonaindia, I., Palacios, A., & Acedo, A. (2016). La huella microbiológica del *terroir*. *Semana Vitivinícola*, Nº 3483.
- Belda, I., Zorraonaindia, I., Perisin, M., Palacios, A., Acedo, A., Belda, I., Zorraonaindia, I., Perisin, M., Palacios, A., & Acedo, A. (2017). From vineyard soil to wine fermentation: Microbiome approximations to explain the *terroir* concept. *Frontiers in Microbiology*, 8(MAY), Article MAY. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2017.00821>.
- Burns, K. N., Kluepfel, D. A., Strauss, S. L., Bokulich, N. A., Cantu, D., & Steenwerth, K. L. (2015). Vineyard soil bacterial diversity and composition revealed by 16S rRNA genes: Differentiation by geographic features. *Soil Bio-*

María Isabel Pérez Santos y Antonio Palacios García

logy and Biochemistry, 91, 232-247.

<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.09.002>.

-Chang-Hui Shen. (s. f.). Gestionando los microbiomas del suelo para una agricultura sostenible.

-Coller, E., Cestaro, A., Zanzotti, R., Bertoldi, D., Pindo, M., Larger, S., Albanese, D., Mescalchin, E., & Donati, C. (2019). Microbiome of vineyard soils is shaped by geography and management. *Microbiome*, 7(1), 140. <https://doi.org/10.1186/s40168-019-0758-7>

-Cruz-Silva, A., Laureano, G., Pereira, M., Dias, R., Silva, J., Oliveira, N., R. Gouveia, C., Cruz, C., Gama-Carvalho, M., Alagna, F., Duarte, B., & Figueiredo, A. (2023). A new perspective for vineyard *terroirs* identity: Looking for microbial indicator species. *Microorganisms*, 11, 672. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11030672>.

-Gobbi, A., Acedo, A., Imam, N., Santini, R. G., Ortiz Álvarez, R., Ellegaard-Jensen, L., Belda, I., & Hansen, L. (2020). Microbial map of the world's vineyards: Applying the concept of microbial *terroir* on a global scale. <https://doi.org/10.1101/2020.09.25.313288>.

-Laetia, E., Tommaso, N., Vincent, R., Borinaga, I., Paniagua, I., Zaldivar, E., Palacios, Antonio, Excell France, & Laboratorios Excell Iberica. (2022). Análisis de la actividad biológica y de la cantidad de microorganismos en suelos vitícolas. 2022.

-Soria, M. A. (2016). ¿Por qué son importantes los microorganismos del suelo para la agricultura? *Revista QuímicaViva*, Número 1, año 15, agosto 2016.

-V. David, S. Terrat, & K. Herzine. (2014). High-throughput sequencing of amplicons for monitoring yeast biodiversity in must and during alcoholic fermentation | *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, Oxford Academic. <https://academic.oup.com/jimb/article/41/5/811/5995215>.

-Zarraonandia, I., Owens, S. M., Weisenhorn, P., West, K., Hampton-Marcell, J., Lax, S., Bokulich, N. A., Mills, D. A., Martin, G., Taghavi, S., van der Lelie, D., & Gilbert, J. A. (2015). The soil microbiome influences grapevine-associated microbiota. *MBio*, 6(2), e02527-14. <https://doi.org/10.1128/mBio.02527-14>.

Fabricando bombas desde 1970




EQUIPOS DE BOMBEO
www.bombasparralamancha.com



Poligono Industrial Serycal · Avda. Julián Sáez, nº 38 · PEDRO MUÑOZ · Ciudad Real


bombas parra

Tel. 926 58 60 72 · info@bombasparralamancha.com


@bombasparra