

## VITIREGENERE: viticultura regenerativa para la mejora de la biodiversidad y gestión del viñedo

### Resumen

En el mundo de la viticultura, las prácticas más convencionales han causado pérdidas de fertilidad, estructura y microbiota de los suelos vitícolas, así como una degradación y pérdida de suelo progresiva. Como alternativa, la viticultura regenerativa se basa en mejorar la calidad de los suelos en suelos agrícolas, imitando la naturaleza. Como resultado, los suelos “regenerados” aportan un mayor número de servicios ecosistémicos, incluyendo una mayor capacidad de secuestro de carbono estable, pudiendo contribuir a frenar el cambio climático, sin perder la capacidad de producción agrícola. Con la viticultura regenerativa se pretende mejorar la calidad de los suelos, del entorno, de las viñas y, por último, pero no menos importante, la calidad del vino como producto final que llega al consumidor. Con la viticultura regenerativa se quiere respetar el equilibrio natural y la biodiversidad, tanto de los cultivos como del entorno. Se regeneran suelos, tanto a nivel de fertilidad como de estructura, se aumenta la capacidad de retención de agua de estos suelos, se usan cubiertas vegetales como medio para incrementar la captación de carbono atmosférico y disminuir la erosión.

En el proyecto \*VITIREGENERE se aplicarán diferentes prácticas de la agricultura regenerativa en viñas comerciales ecológicas en cuatro ubicaciones correspondientes a 4 bodegas diferentes. El objetivo es mejorar la calidad de los suelos agrícolas mediante la eliminación de los trabajos mecánicos del suelo, minimizando la aplicación de productos fitosanitarios que tienen efectos nocivos en el microbiota del suelo, potenciando la implantación de cubiertas vegetales para incrementar la captación de carbono y nitrógeno atmosférico al suelo y una mayor diversidad microbiana del suelo que puede promover también una mejor biodisponibilidad de nutrientes para los cultivos. Igualmente se priorizará la aplicación de productos naturales, tanto de origen orgánico como microbiano, con el objetivo de aumentar la biomasa microbiana total y específica del suelo y su diversidad, así como el secuestro de carbono orgánico al suelo. Se realizará una caracterización fisicoquímica extensiva del suelo, así como un estudio de la evolución de la diversidad microbiana total y funcional del suelo, mediante herramientas de metataxonomía y metagenómica, en las diferentes prácticas regenerativas, comparadas con prácticas convencionales, a lo largo del tiempo del proyecto en terrenos vitícolas de diferentes explotaciones comerciales.

La experiencia adquirida a raíz de este estudio, con el uso de nuevas técnicas y metodologías de monitorización del suelo, permitirá ampliar el abanico de las diferentes técnicas y prácticas que se pueden utilizar en agricultura y viticultura regenerativa, y poderlas recomendar a agricultores y viticultores regenerativos. En el caso de la viña, aplicar y monitorizar estas prácticas regenerativas aportará nuevo conocimiento para mejorar el cultivo, el entorno y la calidad final del producto.

### Objetivos

El objetivo principal del proyecto es demostrar y validar prácticas agronómicas que contribuyan a regenerar la salud y vitalidad de los suelos agrícolas para una agricultura de la viña más sostenible, bajo el concepto de viticultura regenerativa, mejorando la biodiversidad de los cultivos en general y de los suelos en particular.

Más específicamente se pretende que las prácticas regenerativas ayuden a:

- Mejorar la resiliencia de la viña versus el cambio climático y mejorar la calidad de los vinos.

- Mejorar en la gestión de los fertilizantes con una disminución gradual de los productos empleados a la viña.
- Mejorar la gestión del agua de lluvia y aumentar la capacidad de aprovechamiento de ésta.
- Reducir a valores mínimos o inexistentes la erosión de los suelos y mejorar la gestión y manejo de los mismos
- Restaurar, preservar y mejorar la biodiversidad (incluida la microbiana), el ecosistema vitivinícola para integrarlo mejor en los ecosistemas circundantes y proteger el valor paisajístico del territorio.

Los objetivos específicos son:

- Valorar la aplicación de diferentes manejos agronómicos.
- Validar la aplicación y efectos de la aportación de microorganismos en la diversidad microbiana del suelo.
- Evaluar la diversidad microbiana (hongos y bacterias) autóctona y alóctona (en tratamiento de adición de poblaciones microbianas) del microbiota del suelo, y su evolución en el tiempo, estudiada mediante enfoque molecular de estudios de metataxonomía mediante secuenciación masiva, y relacionarla con parámetros de gestión del cultivo, producción del cultivo, y las condiciones fisicoquímicas del suelo. Proponer nuevos indicadores microbianos, basados en la diversidad del suelo, de calidad del suelo y de prácticas regenerativas.
- Mejorar la biodiversidad del entorno con la plantación de especies arbóreas y arbustivas a los márgenes y alrededores de las parcelas, para crear una zona con un gran valor añadido agronómico, biológico, ambiental y paisajístico, capaz de mantenerse de la manera más sostenible posible y aportante valores positivos en la mitigación del cambio climático a través del almacenamiento de carbono, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, y un incremento del servicios ecosistémicos del suelo.

Redactar un manual de buenas prácticas agronómicas por la aplicación de la agricultura regenerativa en el ámbito vitivinícola, estableciendo indicadores que ayuden a valorar los resultados de las prácticas agronómicas.

## Descripción de las actuaciones llevadas a cabo en el proyecto

Se parte de diferentes fincas que en la actualidad ya tienen como eje común el manejo utilizando prácticas sostenibles en diferentes grados, desde la biodinámica de Clos Mogador al ecológico de Can Feixes, Jean Leon y Torres. Los suelos agrícolas objeto de estudio aparentemente tienen un punto de partida en términos de fertilidad y desequilibrios muy altos. El mismo pasa en la presencia de diferentes especies y biodiversidad en el entorno de las fincas agrícolas. Los resultados obtenidos a lo largo del estudio solo serán comparables dentro de las propias parcelas de estudio (a nivel de bodega). Debido a las diferentes tipologías de parcelas, a la climatología de las diferentes zonas y a las prácticas agronómicas anteriores al estudio hechas a cada parcela, los resultados obtenidos no se podrán comparar entre las fincas y las bodegas que forman parte del estudio.

Las actuaciones previstas se pueden resumir en un conjunto de 3 fases diferentes:

**Fase 1:** Elección y diagnóstico inicial de las parcelas y suelos.

- F1.1 Diagnóstico inicial del estado agronómico de las fincas.
- F1.2 Diagnóstico y caracterización fisicoquímica de los suelos a lo largo del tiempo.
- F1.3 Diagnóstico inicial metataxonómico (diversidad microbiana), metagenómico y funcional del Suelo.

**Fase 2:** Definición del Plan de adaptación a la agricultura regenerativa.

- F2.1 Definición de los aspectos agronómicos a implantar.
- F2.2 Diseño del Programa de tratamientos individualizado por microorganismos.
- F2.3 Producción de los diferentes bioconsorcios microbianos y bioactivadores.

**Fase 3:** Aplicación y seguimiento de las medidas de agricultura regenerativa.

Tratamientos a realizar:

- Parcelas Agricultura Regenerativa – 1 (AR1): Ausencia de labrado o labrado minimizado, aplicación de compuesto, siembra de cubiertas vegetales, aplicación de enmiendas naturales y minerales, tratamientos de descompactación del suelo, gestiones animales (introducción y manejo holístico de animales (gallinas y ovejas) a las parcelas agrícolas). Seguimiento botánico y promoción de biodiversidad en el entorno de las parcelas.
- Parcelas Agricultura Regenerativa – 2 (AR2): Manejo convencional con aplicación de consorcios microbianos producidos y seleccionados para cada bodega en base a información metagenómica previa del suelo.
- Parcelas Testigo – (MACETA). Manejo de la parcela utilizando las prácticas que se llevan a cabo a la actualidad (labrado convencional y ausencia de cubiertas vegetales. Fertilización organomineral.
- Caracterización fisicoquímica del suelo de AR1, AR2 \*y MACETA durante ejecución del proyecto (floración/envero 2022, 2023 y 2024).
- Caracterización de la diversidad microbiana y funcional del suelo mediante enfoques moleculares (metataxonomía y metagenómica) Se realizará a AR1, AR2 \*y MACETA durante ejecución del proyecto (floración/envero 2022, 2023 y 2024). Se identificarán aquellos parámetros fisicoquímicos del suelo y estrategias de manejo del cultivo de mayor influencia a la diversidad microbiana y funcional del suelo.

## Resultados finales y recomendaciones prácticas

En cuanto al estudio de la diversidad microbiana mediante metataxonomía, y la caracterización de parámetros físico-químicos del suelo, de AR1, AR2 y TEST durante ejecución del proyecto (floración/vero 2022, 2023 y 2024), los resultados se muestran a continuación :

### Caracterización y seguimiento de los parámetros físico-químicos del suelo en las 4 bodegas:

Los suelos de las 4 bodegas tienen características edafológicas bastante diferenciadas: Mas la Plana y Jean Leon presentan una textura franco-arcillosa y franco-arcillo-arenosa respectivamente, y con parámetros físico-químicos del suelo bastante más homogéneos al inicio del ensayo (enverado 2022, justo antes de implementar las estrategias regenerativas en AR1 y AR2), que los observados en los suelos de Huguet de Can Feixes (textura franco-arcillosa) y de Clos Mogador (textura franco-arenosa), los cuales son más heterogéneos entre parcelas. En las 4 bodegas los suelos presentan un buen drenaje, conjuntamente una buena capacidad de retención hídrica en todos los tratamientos (entre el 20-25 % a 0.3 bar).

Se ha observado un incremento significativo importante del stock de carbono (SOC en kg/m<sup>2</sup>) durante el período 2022-2024, en el tratamiento AR2 (inoculado) en Huguet de Can Feixes (incremental del 59 % de SOC en kg/m<sup>2</sup>) respecto a los valores iniciales de 2022 en la misma parcela los cuales eran bastante bajos en comparación con el control inicial). Se ha observado un incremento no significativo del stock de carbono (SOC en kg/m<sup>2</sup>) durante el período 2022-2024 en AR1 tanto en Mas la Plana, como en Can Feixes en AR1 (incrementales del 2-3 % respecto a 2022 en la misma parcela Habría que confirmar las tendencias y

diferencias observadas, así como alargar más los estudios que tengan la finalidad de demostrar el incremento del stock de carbono en los tratamientos regenerativos.

En Mas la Plana, no se han observado cambios a lo largo del tiempo en los niveles de carbono orgánico (SOC) en el suelo, respecto al valor inicial de 2022. No se ha observado un incremento de nitrógeno total, mientras si se ha observado una disminución del fósforo soluble en 2023 en todos los tratamientos vs 2022, recuperando los valores de P soluble durante el 2024. La mayoría de los parámetros físico-químicos del suelo están dentro de los umbrales de referencia óptimos, a excepción del P, con valores altos en el TEST de 2022 y AR1 de 2024, del K con valores altos en AR1 y AR2 de 2023, y el Ca en todos los tratamientos y todos los años.

En Jean Leon, no se ha observado un efecto de los tratamientos regenerativos (AR1 y AR2) sobre el incremento de Carbono orgánico, ni en 2023 ni en 2024. Se ha observado un incremento de nitratos en Julio 2024, en comparación con Julio 2022. A pesar del descenso de P Olsen observado en todos los tratamientos en 2023 y 2024 respecto 2022, en AR2 este descenso ha sido menor. Ha habido mayor dispersión analítica en las muestras de AR2 y TEST, en comparación con AR1, tanto en 2022 como en 2023, lo que indicaría un impacto más homogeneizador del tratamiento AR1 en el conjunto de la parcela. Los parámetros que muestran un rango de referencia óptimo son NO<sub>3</sub>, Cu, SO<sub>4</sub>, Mn y Na, mientras que los que están por encima del valor óptimo serían el Ca<sup>2+</sup> en todas las parcelas, y el Mg en 2024 en CNTRL y AR2 elevados (parcelas sin cubierta vegetal).

En Can Feixes, se ha observado que AR1 ha mostrado en 2023 vs 2022, parámetros más elevados de Carbono orgánico, K, EC y N (como si hubiera habido un impacto de compostaje reciente respecto a julio 2023). Se muestra una ligera tendencia a un incremento del Carbono orgánico sobre todo en AR2 respecto 2022. AR1 y AR2 muestran en julio 2023 y 2024 mayor Carbono orgánico que TEST (que podría deberse también al mayor contenido de arcillas en las muestras de 2023). Los valores de referencia de la mayoría de parámetros están dentro de los valores óptimos a excepción del Ca y el K para todos los años y todos los tratamientos, el P sobre todo en 2024 por AR2 y el NO<sub>3</sub> en 2023 por AR1.

En Clos Mogador se ha observado una elevada heterogeneidad en los parámetros físico-químicos del suelo entre parcelas, hecho que se ha tenido en cuenta durante la evaluación del impacto de los diferentes tratamientos convencionales y regenerativos. En 2023, el tratamiento AR2 fue asociado a un mayor contenido de carbono y materia orgánica que AR1 y TEST, en donde se mantuvo estable. En 2024 los valores de Carbono orgánico se han mantenido respecto a los tratamientos y 2022. Los valores de referencia de la mayoría de parámetros están dentro del rango óptimo, a excepción del P, Zn y Ca que presentan valores altos en todos los años y todos los tratamientos. El Mg es alto en AR1 y AR2 en casi todos los años.

#### Caracterización y seguimiento de las poblaciones y la diversidad microbiana en el suelo de las 4 bodegas:

Se han analizado un total de 12 muestras de suelo, por cada bodega y año. Considerando los muestreos de 2022, 2023 y 2024, se han analizado un total de 36 muestras por cada bodega que, por las 4 bodegas estudiadas, representan 144 muestras de suelo en todo el proyecto. Se trata del mismo número de muestras que han sido analizadas en paralelo para parámetros físico-químicos del suelo. Para el estudio de la diversidad se han estudiado las 144 muestras las cuales, para bacterias y Arqueas han tenido un rango de lecturas R1 y R2 de 30654 lecturas a 74829 lecturas limpias por muestra, y para el estudio de hongos el rango de lecturas ha sido de 44020 a 73420. En estas muestras, como se explica en material y métodos, se ha hecho una rarefacción, homogeneizando el número de lecturas al mínimo.

El estudio del seguimiento de la abundancia de las poblaciones microbianas de bacterias totales, hongos totales y bacterias amonio-oxidantes determinadas por PCR reveló que en condiciones iniciales a 2022 (antes de implementar prácticas regenerativas no existían diferencias significativas entre tratamientos en

cada bodega. Aunque AR2 y AR1 mostraron una menor abundancia de las tres poblaciones en Clos Mogador y CF respectivamente, mientras que se observó una mayor abundancia de las tres poblaciones en la parcela AR2 en JL y MP de las bodegas, CMG, JL y MP, mostraron mayores poblaciones en los tratamientos AR2 y CTRL en las tres poblaciones aunque no de forma significativa en JL y MP (pero) si en CM 2023 fue un año de sequía extrema y posiblemente el suelo del tratamiento AR1 (con cubierta vegetal) estuvo muy seco debido a la absorción de agua por parte de la cubierta, y la abundancia de microbiota se vio afectada. En cambio, CF la tendencia fue diferente, con una mayor abundancia de las 3 poblaciones en los 2 tratamientos regenerativos (AR1 significativo). Este cambio a CF respecto a otras bodegas posiblemente se debió al riego aplicado durante la fuerte sequía en todos los tratamientos. Finalmente, en 2024 no se detectaron diferencias significativas en la abundancia de las poblaciones entre los distintos tratamientos. Sin embargo, en Clos Mogador se observaron valores más elevados en las tres poblaciones en AR1, mientras que en Can Feixes en AR2 se encontraron las poblaciones más elevadas, aunque no de forma significativa.

Respecto a la microbiota del suelo, las condiciones edafoclimáticas influyen claramente sobre la beta diversidad (tanto sobre las bacterias y arqueas, como en los hongos), destacando los hongos ya que han mostrado una mayor tendencia a diferenciarse al cabo de los tres años de ensayo. La beta diversidad y composición microbiana globalmente es más similar entre las bodegas de Mas La Plana y Jean Leon que respecto a Clos Mogador y Huguet de Can Feixes que son las que muestran comunidades microbianas más disimilares entre ellas y respecto a Mas la Plana y Jean Leon.

A nivel de (beta diversidad, que compara la composición microbiana entre muestras y tratamientos) se ha observado una tendencia de mayor similitud entre 2 bodegas: Mas la Plana (MP) y Jean Leon (JL)). Las bodegas de Huguet de Can Feixes y Clos Mogador muestran resultados bastante diferenciados del resto de bodegas, y entre ellas, y mostrando una mayor dispersión en la diversidad que la observada en MP y JL. Todas las bodegas muestran diferencias entre sí, aunque lo más disimilar en beta diversidad respecto al resto es Clos Mogador, tanto en lo que se refiere a las poblaciones de bacterias-arqueas (16S rRNA), como a la de hongos (ITS2).

El estudio de la beta diversidad bacteriana y fúngica en las 4 bodega en los años 2022 y 2023 reveló diferencias significativas en la composición microbiana tanto entre años (excepto CMG), como en los tratamientos (todas las bodegas), y más marcado en la comunidad fúngica que la procariota. En el año 2024 Clos Mogador y Can Feixes exhibieron diferencias significativas en las dos comunidades entre los tratamientos AR1 y AR2, pero no con el control, probablemente por su elevada dispersión. En Jean Leon y Mas la plana, en 2024 no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en ninguna comunidad microbiana.

En las bodegas de Mas la Plana (Torres) (MP), Jean Leon (JL) y Clos Mogador (CM) se ha visto un incremento de los índices de alfa diversidad (Chao1 y Shannon) en el tratamiento AR1 al año 2023 a nivel de parcela AR1 de 2022, que podría ser causado potencialmente debido a la fuerte sequía y a la competencia del agua por parte de la cubierta vegetal (AR2) en este caso. En los tratamientos AR2 y TEST, sin cubiertas, por lo general, la afectación no ha sido tan fuerte. Por otro lado, parece que el tratamiento AR2 (sin cubierta, pero con inóculo), en general, muestra índices de diversidad y riqueza mayores que el TEST, lo que significa que el inóculo de microorganismos y/o la solución líquida en que van, introducido en este tratamiento, tiene influencia, y tiene un impacto positivo en parámetros nutricionales y de diversidad microbiana. En estas tres bodegas, durante 2024 los valores de diversidad y riqueza se vuelven a recuperar, observando incluso mayores valores en AR1 y AR2 que en el TEST.

En 2024, tanto en JL como en MP, AR1 mostró mayores valores de diversidad microbiana que AR2, a pesar de no ser estadísticamente significativo. En la bodega Huguet de Can Feixes, en 2024, destaca

principalmente el tratamiento AR2, mostrando mayores valores de diversidad y riqueza, así como microorganismos con potenciales funciones ecológicas beneficiosas para el cultivo de vid.

Respecto a la evolución de la funcionalidad potencial de la diversidad microbiana encontrada, analizada mediante FAPROTAX (para bacterias y arqueas) y FunGuild (para hongos), cabe destacar las bodegas de La Plana (Torres) (MP), Jean Leon ( JL) y Clos Mogador (CMG), donde el estudio FAPROTAX y FunGuild ha revelado la importancia de los tratamientos AR1 y/o AR2, mejorando ciertas funciones ecológicas beneficiosas para los cultivos y la salud del suelo, respecto al tratamiento TEST, relacionadas con el ciclo del nitrógeno (amoniooxidación y desnitrificación), saprotrofia fúngica de estiércol (MP, JL en AR1-AR2) y de residuos vegetales (AR1-JL) y de la madera (JL AR2; CF, CMG-AR2), y el enriquecimiento significativos de ciertas especies microbianas beneficiosas como *Penicillium* (MP, JL, CMG-AR1, CF AR1-2) y *Cladosporium* (CMG-AR1, MP TEST y AR1; CF-AR1) .

Los tratamientos regenerativos han incrementado en algunos casos (de forma significativa en CF) la presencia relativa de hongos potencialmente fitopatógenos como *Aspergillus* (AR2-CF), *Fusarium* (AR2-CF) y *Alternaria* (AR1-CF), aunque también estos tratamientos han causado incrementos significativos en microorganismos de biocontrol/supresivos de patógenos del suelo, como son *Penicillium* (MP, JL, CMG, CF AR1-2), *Botryotrichum* (MP-AR2, JL en todos tratamientos), *Scopulariopsis* en JL-AR2) y *Streptomyces* (CMG-AR1 ), que pueden mitigar el riesgo de patogenicidad en el suelo.

#### Recomendaciones prácticas para el estudio de la diversidad microbiana y las características físico-químicas del suelo

1. Habría que alargar la duración de los ensayos regenerativos, y su seguimiento físico-químico y microbiano, a medio y largo plazo (5-10 años) para poder confirmar las tendencias observadas sobre el impacto de las prácticas regenerativas en el suelo de viñedo, tanto en las comunidades microbianas como en su impacto sobre el stock de carbono del suelo.
2. Habría que incrementar el número de réplicas a analizar en cada tratamiento y momento de muestreo en cada bodega, a un total de 10-15 réplicas, en lugar de las 4 réplicas analizadas en el presente estudio.
3. Analizar el suelo a dos profundidades podría ayudar a demostrar de forma más clara el impacto de las estrategias de manejo del cultivo sobre las comunidades microbianas, así como sobre el ciclo del carbono, nitrógeno y fósforo.
4. La asignación de funcionalidad metabólica / rol ecológico de la comunidad microbiana será más informativo cuando la asignación taxonómica a nivel de género sea más óptima (utilizando tecnologías de secuenciación larga en metataxonomía, o con estudios de metagenómica funcional por shotgun de elevada profundidad (de por sí más caros que los de shotgun convencionales).

#### Estudio de metagenómica funcional y adición de inóculos microbianos del suelo

- Con el programa Genomaat aplicado el 2023 a la parcela AR2 de Mas La Plana, se consiguió incrementar la biodiversidad y sobre todo la abundancia relativa de microorganismos solubilizadores de P sin alterar los parámetros de biodiversidad. Además, se corrobora que este incremento en abundancia relativa de solubilizadores se corresponde con un incremento de genes involucrados en la solubilización del P al metagenoma de la zona AR2. El tratamiento, en cambio, parece haber tenido un ligero impacto negativo a los microorganismos fijadores de N de vida libre.
- Con el programa Genomaat aplicado el 2023 a la parcela AR2 de Jean Leon, se consiguió incrementar la abundancia relativa de microorganismos solubilizadores de P y fijadores de N (sobre todo los de vida libre), sin alterar los parámetros de biodiversidad taxonómica. Como consecuencia del tratamiento va disminuyendo ligeramente la biodiversidad funcional, sobre todo debido a una reducción de la abundancia relativa de micorrizas.

- Con el programa Genomaat aplicado el 2023 a la parcela AR2 de Can Feixes, no se consiguió incrementar la abundancia relativa de microorganismos solubilizadores de P. Sí que mejoró, de manera muy ligera, la biodiversidad funcional y el número de especies a la zona AR2 respecto al Control. En cambio, se aprecia un ligero impacto negativo a la abundancia relativa (no a la biodiversidad) de fijadores de N<sub>2</sub> de vida libre.
- Con el programa Genomaat aplicado el 2023 a la parcela AR2 de Clos Mogador, se consiguió, incrementar la abundancia relativa de microorganismos fijadores de N<sub>2</sub> de vida libre (y también ligeramente los nitrificantes), sin alterar los parámetros de biodiversidad taxonómica. En cambio, el programa Genomaat no consiguió incrementar ni la abundancia relativa ni la biodiversidad de microorganismos solubilizadores de P, como se pretendía. Sin embargo, se aprecia un incremento en la abundancia relativa de phoD, una fosfatasa alcalina que podría facilitar la solubilización del P a tierra bajo estudio. Por otro lado, como consecuencia del programa aplicado, ha aumentado considerablemente la abundancia relativa de agentes de biocontrol y ligeramente de patógenos, y ha disminuido la abundancia relativa de fijadores de N<sub>2</sub> simbióticos.

## Conclusiones

Los suelos de las 4 bodegas tienen características edafológicas bastante diferenciadas: Mas la Plana y Jean Leon presentan una textura franco-arcillosa y franco-arcillo-arenosa respectivamente, y con parámetros físico-químicos del suelo bastante más homogéneos al inicio del ensayo (envero 2022), justo antes de implementar las estrategias regenerativas en AR1 y AR2, que los observados en los suelos de Huguet de Can Feixes (textura franco-arcillosa) y de Clos Mogador (textura franco-arenosa), los cuales son más heterogéneos a nivel fisicoquímico entre parcelas. Habría que confirmar las tendencias y diferencias observadas, así como alargar más los estudios que tengan la finalidad de demostrar el incremento del stock de carbono en los tratamientos regenerativos.

Se ha observado un incremento significativo importante del stock de carbono (SOC en kg/m<sup>2</sup>) durante el período 2022-2024, en el tratamiento AR2 (inoculado) en Huguet de Can Feixes (incremental del 59 % de SOC en kg/m<sup>2</sup>) respecto a los valores iniciales de 2022 en la misma parcela los cuales eran bastante bajos en comparación con el control inicial). Se ha observado un incremento no significativo del stock de carbono (SOC en kg/m<sup>2</sup>) durante el período 2022-2024 en AR1 tanto en Mas la Plana, como en Can Feixes en AR1 (incrementales del 2-3 % respecto a 2022 en la misma parcela

Respecto a la microbiota del suelo, las condiciones edafoclimáticas influyen claramente sobre la beta diversidad (tanto sobre las bacterias y arqueas, como en los hongos), destacando los hongos ya que han mostrado una mayor tendencia a diferenciarse al cabo de los tres años de ensayo. La beta diversidad y composición microbiana globalmente es más similar entre las bodegas de Mas La Plana y Jean Leon que respecta a Clos Mogador y Huguet de Can Feixes que son las que muestran comunidades microbianas más disimilares entre ellas y respecto a Mas la Plana y Jean Leon.

Aunque no se han observado diferencias en la riqueza y diversidad de Shannon en 2024, sí que se han observado tendencias a su incremento en los tratamientos regenerativos, observándose un impacto positivo del uso de las cubiertas en caso de disponibilidad de agua, y también un impacto positivo en la adición de inóculos microbianos de microorganismos beneficiosos para el cultivo y el suelo durante condiciones de sequía (AR2 en 2023).

No se detectaron diferencias significativas en la abundancia de las poblaciones microbianas entre los distintos tratamientos en 2024. Sin embargo, en Clos Mogador se observaron valores más elevados en las

tres poblaciones en AR1, mientras que en Can Feixes en AR2 se encontraron las poblaciones más elevadas, aunque no de forma significativa.

A nivel de beta diversidad se han encontrada diferencias en la comunidad procariota i fúngica a largo plazo (2024) en Huguet de Can Feixes y Clos Mogador, mientras que no se han observado diferencias en Mas la plana y Jean Leon. Los resultados podrían estar relacionados con el mayor stock de carbono alcanzado en los tratamientos regenerativos en Can Feixes, aunque sería necesario realizar estudios adicionales a más largo plazo para poderlo confirmar.

Se ha confirmado la mejora en el potencial funcional /roles eco sistémicos de la microbiota del suelo (menor metanogénesis, e incremento de metanotrofia, amonio-oxidación, fijación de N<sub>2</sub>, patotrofia, descomposición de residuos vegetales, estiércol y residuos lignocelulósicos, en el conjunto de los dos tratamientos regenerativos, mediante el uso de las bases de datos FAPROTAX y Funguild. Se precisaría un mayor tiempo de ensayo a largo plazo (5-10 años) para poder confirmar las tendencias observadas.

Se recomienda alargar la duración de los ensayos regenerativos, y su seguimiento físico-químico y microbiano, a medio y largo plazo (5-10 años) para poder confirmar las tendencias observadas sobre el impacto de las prácticas regenerativas en el suelo de viñedo, tanto en las comunidades microbianas como en su impacto sobre el stock de carbono del suelo.

Se recomienda incrementar el número de réplicas a analizar en cada tratamiento y momento de muestreo en cada bodega, a un total de 10-15 réplicas, en lugar de las 4 réplicas analizadas en el presente estudio.

### Líder del Grupo Operativo

ENTIDAD: MIGUEL TORRES SA

### Coordinador del Grupo Operativo

ENTIDAD: ASSOCIACIO AEI INNOVI

### Otros miembros del Grupo Operativo (perceptores de ayuda)

ENTIDAD: JEAN LEON SL

ENTIDAD: CLOS MOGADOR SL

ENTIDAD: HUGUET DE CAN FEIXES SL

### Otros miembros del Grupo Operativo (no perceptores de ayuda)

ENTIDAD: IRTA

### Ámbito/s territorial/s de aplicación

| PROVINCIA/S          | COMARCA/S            |
|----------------------|----------------------|
| Barcelona, Tarragona | Alt Penedès, Priorat |

### Difusión del proyecto (publicaciones, jornadas, multimedia...)

[Apartado web de INNOVI](#)

[Apartado web de Jean Leon](#)

[Apartado web de Miguel Torres](#)

[Apartado web de Clos Mogador](#)  
[Publicació a l'Instagram d'INNOVI](#)  
[Publicación en Instagram de INNOVI](#)  
[Publicación en Instagram de INNOVI](#)  
[Publicación en LinkedIn de INNOVI](#)  
[Publicación en Instagram de INNOVI](#)  
[Noticia en el web de INNOVI](#)  
[Link al web del webinar](#)

### Página web del proyecto

<https://www.innovi.cat/vitiregenere0/>

### Otra información del proyecto

| DATOS DEL PROYECTO                  | PRESUPUESTO TOTAL                         |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Fecha de inicio:</b> Julio 2021  | <b>Presupuesto total:</b> 241.680,00 €    |
| <b>Fecha final:</b> Septiembre 2024 | <b>Financiamiento DACC:</b> 111.765,60 €  |
| <b>Estado actual:</b> Finalizada    | <b>Financiamiento UE:</b> 84.314,40 €     |
|                                     | <b>Financiamiento propio:</b> 45.600,00 € |

### Con el financiamiento de:

Proyecto financiado a través de la Operación 16.01.01 (Cooperación para la innovación) a través del Programa de desarrollo rural de Catalunya 2014-2020.

*Orden ARP/113/2021, de 20 de mayo, por la que se aprueban las bases reguladoras de las ayudas a la cooperación para la innovación a través del fomento de la creación de grupos operativos de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas y la realización de proyectos piloto innovadores por parte de estos grupos, y Resolución ARP/1660/2021, de 27 de mayo, por la que se convoca la mencionada ayuda.*

