

Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

Grupo operativo

“Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”

PLANTAVID

(FEADER 2022/014B)

MEMORIA LIBRE



Fondo Europeo Agrícola de
Desenvolvemento Rural:
Europa inviste no rural



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



XUNTA
DE GALICIA

Contenidos

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	OBJETIVOS DEL PROYECTO	8
3	METODOLOGÍA	8
3.1	Selección de ecotipos de Folla Redonda.....	8
3.1.1	Selección de parcelas con plantas de Folla Redonda.....	8
3.1.2	Análisis de virosis	8
3.1.3	Identidad varietal.....	9
3.1.4	Registro de Folla Redonda y certificación de clones.....	9
3.2	Producción de planta en vivero	10
3.3	Ensayo de tolerancia a <i>Armillaria mellea</i>	11
3.3.1	Analítica de <i>Armillaria mellea</i> para confirmar identificación a nivel de especie.....	11
3.3.2	Evaluación de resistencia a <i>Armillaria mellea</i> en invernadero.....	11
3.3.3	Evaluación de resistencia a <i>Armillaria</i> sp. en campo.....	12
3.4	Evaluación de Folla Redonda para su uso como portainjerto	12
3.4.1	Tolerancia a filoxera.....	12
3.4.2	Tolerancia a nemátodos.....	14
3.4.3	Evaluación de la absorción de potasio.....	16
3.4.4	Tolerancia a salinidad en suelo	17
3.4.5	Tolerancia a sequía	19
3.4.6	Tolerancia a diferentes pH de suelo	20

Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

3.5	Establecimiento de campos de ensayo.....	20
3.6	Análisis estadístico	20
3.7	Cálculo de la huella de carbono del proceso de producción de planta en base a la utilización de distintos tipos de injerto	20
4	RESULTADOS.....	22
4.1	Selección de ecotipos de Folla Redonda.....	22
4.2	Producción de planta	29
4.3	Tolerancia a <i>Armillaria mellea</i>	33
4.4	Evaluación de Folla Redonda para su uso como portainjerto	35
4.4.1	Tolerancia a filoxera.....	35
4.4.2	Tolerancia a nemátodos.....	35
4.4.3	Tolerancia a sequía	37
4.4.4	Evaluación de la absorción de potasio.....	40
4.4.5	Tolerancia a salinidad en suelo	41
4.4.6	Tolerancia a distintos pH de suelo	43
4.4.7	Establecimiento de campos de ensayo de Folla Redonda	45
4.5	Huella de carbono del proceso de producción de planta en base a la utilización de distintos tipos de injerto.....	45
4.5.1	Con injerto omega.....	46
4.5.2	Con injerto inglés	47

Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

4.5.3	Valor de las huellas de carbono calculadas.....	48
5	CONSIDERACIONES FINALES DE CARÁCTER GENERAL.....	50
6	ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN	50
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

1 INTRODUCCIÓN

La viticultura es el mayor pilar de la economía rural en las zonas en que se asientan las Denominaciones de Origen Rías Baixas y Ribeiro. La elevada incidencia de algunas enfermedades origina importantes costes económicos que reducen considerablemente la rentabilidad del cultivo. A este respecto, las podredumbres de raíz originadas fundamentalmente por hongos del género *Armillaria* se han multiplicado en los últimos años, debido al establecimiento de viñedos en zonas forestales y a las replantaciones de viñedos viejos con presencia previa del hongo. Este género causa podredumbre de raíz en más de 500 especies vegetales, fundamentalmente especies leñosas (coníferas, frutales, viñedo, etc.) y también herbáceas (Poveda et al., 2024).

Armillaria sp. ataca al sistema radicular y cuello de la planta produciendo además rizomorfos que se extienden por el suelo diseminando la enfermedad. Las plantas infectadas acaban muriendo. Estudios realizados en Italia muestran que un 25% de los viñedos se encuentran infectados por *Armillaria*, con una mortandad anual de plantas del 0,25% (Pertot et al., 2008). En Galicia el 25,8% de los suelos de viñedo de Rías Baixas y 60,6% del Ribeiro estarían afectados (Aguín et al., 2015).

Aparte del daño económico causado por el debilitamiento y muerte de la planta, la persistencia del hongo en el suelo ocasiona la infección y muerte de las plantas en posteriores replantaciones, invalidando el suelo para la plantación durante varios años debido a su gran capacidad de permanencia en campo, ya que se alimenta de materia orgánica muerta o en descomposición.

Hasta el momento no se ha descrito ningún tratamiento efectivo para su control. Las investigaciones realizadas para evitar las pérdidas de producción en el viñedo causadas por la podredumbre de raíz se han centrado en la fumigación del suelo con productos fitosanitarios, la aireación del terreno durante varios años, y la utilización de hongos antagonistas como *Trichoderma* sp. o *Glomus intraradices* (Aguín et al., 2006; Aslan et al., 2022; Nogales et al., 2009). Sin embargo, a día de hoy no existe una solución a la problemática.

Al igual que en el caso de otras problemáticas de suelo, como la filoxera o los nematodos, un método de control podría ser la utilización de patrones tolerantes al patógeno. Sin embargo, hasta la fecha todos los portainjertos existentes para su uso en el viñedo muestran sensibilidad, en mayor o menor grado, a este hongo (Baumgartner & Rizzo, 2006; Prodorutti et al., 2009). La mayoría se han obtenido por cruces entre variedades americanas (*Vitis rupestris*, *Vitis riparia*, *Vitis berlandieri*, en ocasiones incluyendo en el cruzamiento alguna vinífera) y su principal objetivo es la resistencia a la filoxera. Además, se valoran otros efectos secundarios como su adaptación a las características físicoquímicas del suelo (caliza, acidez, clorosis, sequía, etc.), resistencia a nemátodos, su afinidad con la vinífera y su efecto sobre la calidad de la uva (Pou et al., 2022).

La llegada de la plaga de la filoxera en el siglo XIX determinó en Galicia la introducción de Híbridos Productores Directos (híbridos entre variedades americanas resistentes a la filoxera y viníferas productoras de vino), entre ellos el Jacquez, Catalán, o Folla Redonda, que se diseminaron ampliamente debido a su resistencia a enfermedades criptogámicas y elevada producción de uva. Su utilización para elaboración de vino decayó con los años, debido a las prohibiciones existentes en cuanto a su plantación debido a la mala calidad del vino resultante. Folla Redonda (Figura 1.1) fue muy cultivado en la comarca del Salnés, y persiste en la actualidad en la zona debido al vino para autoconsumo que produce, de gran arraigo en la cultura popular con el nombre de ‘Tinto de Barrantes’. Los viticultores lo utilizan además como patrón para injertar viníferas en campo, puesto que indican que presenta resistencia a la podredumbre blanca de la raíz. Sin embargo, el potencial de producción vitícola impide realizar esta práctica, puesto que Folla Redonda no está incluido en las variedades de portainjertos que se pueden utilizar en las plantaciones (BOE, 2023).



Figura 1.1. Cepa de Folla Redonda

Por otra parte, las investigaciones en la obtención de nuevos portainjertos han decaído porque los viveros son reticentes a la introducción de nuevas variantes, y los procesos de obtención y legalización de los mismos son costosos y dilatados en el tiempo. Escasos grupos de investigación están centrados en la obtención de nuevos portainjertos, mayoritariamente enfocados a la adaptación al cambio climático, como los obtenidos recientemente por la Universidad de Milán (Bianchi et al., 2020).

La producción de planta injertada sobre Folla Redonda requiere la legalización del mismo como portainjerto, la adecuación de técnicas de injerto que aumenten la viabilidad de la planta injertada, sobre todo en vivero, así como la evaluación de su efecto sobre las viníferas injertadas. El primer paso para recomendar un portainjerto para una determinada variedad, suelo y clima es hacer una evaluación de su tolerancia a plagas (filoxera y nemátodos), adecuación a diversos suelos y climas (suelos salinos,

Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

ácidos, básicos, comportamiento ante estrés hídrico), aptitud para el injerto y otras características de interés (absorción de potasio).

El objetivo de este proyecto es resolver el importante problema fitosanitario causado por *Armillaria mellea* de un modo ecológico y sostenible. Para ello, se busca el establecer un protocolo de producción de planta de vid resistente al hongo, legalizar Folla Redonda como portainjerto de vid, y poner en valor su adaptabilidad a las viníferas autóctonas. Para ello se comparará la viabilidad de producción de planta injerto a raíz desnuda y de planta pot, utilizando distintos tipos de injerto en taller (injertos omega e inglés) con el injerto en campo. Se determinará su afinidad con variedades autóctonas, su grado de resistencia a *Armillaria mellea*, y se valorará su sensibilidad a filoxera, nemátodos, pH, estrés hídrico y absorción de potasio. Además, se seleccionarán ecotipos para iniciar su registro y posterior certificación, y se establecerán campos de ensayo que permitan profundizar en las características aportadas a las viníferas gallegas.

Todo ello redundará en la revalorización de un recurso vitícola en vías de desaparición para ser utilizado como portainjerto; en un aumento de la sostenibilidad al incrementar la vida útil de las plantaciones; y en un aumento de la competitividad en el mercado de producción de planta y en el sector vitícola gallego en general. La utilización de un portainjerto resistente a la podredumbre de raíz y que permita mantener la calidad de la uva supone una aportación al conocimiento y a la ciencia abriendo el camino a la posterior evaluación de su adaptación a otros tipos de suelo y la afinidad con otras viníferas. Su viabilidad pondría fin a esta problemática extendida a nivel mundial.

Para llevar a cabo este proyecto se ha contado con los siguientes participantes:

- Viveros López Vid S.L., empresa con muchos años de experiencia y trabajo en el sector del vivero. Su actividad se centra en la producción de planta de vid injertada y barbados. Debido a su crecimiento tanto en número de plantas como en mecanización, es un vivero consolidado en toda Galicia, resto de España y Portugal.

- Axencia Galega da Calidade Alimentaria, a través de la Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia (EVEGA-AGACAL), con amplia experiencia en selección clonal, registro de variedades y evaluación de portainjertos.

- Cooperativa Vitivinícola Arousana (Paco & Lola). Es una bodega fundada en el año 2005 por iniciativa de un grupo de viticultores y productores de vino de la comarca de O Salnés, que decidieron profesionalizar su producción. La bodega cuenta con 220 hectáreas de viñedo propio repartidas en más de 2000 parcelas, características del minifundio gallego y localizadas en su totalidad en la subzona del “Val do Salnés”, y está constituida por más de 430 socios, siendo la cooperativa más importante por número de socios de la D.O. Rías Baixas.

Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

- Cooperativa Viña Costeira, es una de las cooperativas vitivinícolas más antiguas de Galicia, ubicada en la zona del Ribeiro pero con viñedos en diversas denominaciones de origen de Galicia. Cuenta con aproximadamente 450 socios y unas 400 hectáreas de viñedo.

2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo fundamental del proyecto fue la producción de planta injertada resistente a *Armillaria mellea*, con el fin de paliar el daño producido por este hongo en los viñedos. Para conseguir este objetivo general, son precisos una serie de objetivos parciales:

- Registrar Folla Redonda como portainjerto de vid. Para ello hay que identificar inequívocamente la variedad mediante análisis de ADN y seleccionar clones libres de las virosis establecidas por legislación.
- Valorar sistemas de producción de planta injertada en vivero, evaluando su capacidad de enraizamiento y afinidad de injerto con las distintas viníferas.
- Demostrar la tolerancia de Folla Redonda a *Armillaria mellea*.
- Estudiar las características definitorias para su empleo como portainjerto (resistencia a filoxera y nemátodos, tolerancia a suelos ácidos y sequía; absorción de potasio, etc.).
- Establecer campos de ensayo para evaluar a largo plazo el efecto del portainjerto Folla Redonda sobre las características agronómicas y organolépticas de la uva para cada variedad.

Además, se han establecido una serie de objetivos adicionales:

- Medición de la huella de carbono en el proceso de producción de planta en vivero hasta su plantación.

3 METODOLOGÍA

3.1 Selección de ecotipos de Folla Redonda

3.1.1 Selección de parcelas con plantas de Folla Redonda

En base a encuestas realizadas a los viticultores, la Cooperativa Vitivinícola Arousana y Viña Costeira localizaron viñedos con Folla Redonda en O Salnés y Ribeiro, respectivamente, entre los meses de diciembre de 2022 y marzo de 2023. Aquellas plantas que presentaron buen estado fitosanitario se marcaron, y se recogieron cinco varas de cada una para analítica de virosis y de identidad varietal.

3.1.2 Análisis de virosis

El estado sanitario de las varas de Folla Redonda recogidas se testó en los laboratorios de EVEGA-AGACAL mediante test DAS-ELISA para las virosis establecidas por legislación para la certificación de plantas de vivero de vid (entrenudo corto, mosaico del arabis, enrollado tipos I y III, jaspeado). Para ello,

se extrajo madera de debajo de la corteza, se trituró en tampón de extracción y se siguió el protocolo establecido por el fabricante (Bioreba AG) de los kits de diagnóstico empleados. Los resultados se leyeron en un lector Infinite F50 (Tecan) a 405 nm a los 30 y 120 min. En cada placa se incluyeron un control positivo para el virus testado y un control negativo. Se tomó como valor positivo aquellas muestras cuya absorbancia fuera 2 veces la del control negativo.

3.1.3 Identidad varietal

Las plantas que dieron negativas para todas las virosis testadas se identificaron mediante los loci microsatélite establecidos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV), con fines confirmatorios de su identidad. Para ello se realizó la extracción de ADN a partir de hoja usando el DNeasy® Plant kit (Quiagen). Tras la cuantificación se ajustó la concentración de ADN a 5 ng·μL⁻¹. Se utilizaron seis cebadores microsatélite nucleares (VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD27, VrZAG62 y VrZAG79) empleados en los bancos de germoplasma para la identificación de variedades de vid (OIV, 2009). La PCR se llevó a cabo según el protocolo de Martín et al. (2003). Posteriormente se compararon los tamaños de los fragmentos obtenidos con bases de datos internacionales.

Adicionalmente, se describieron los siguientes caracteres morfológicos en las plantas originales siguiendo el protocolo de la OIV. Los parámetros medidos se especifican en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Parámetros de la OIV medidos para la descripción de Folla Redonda

ÓRGANO	CÓDIGO OIV
PÁMPANO JOVEN	OIV 001, OIV 002, OIV 003
HOJA ADULTA	OIV 067, OIV 068, OIV 070, OIV 076, OIV 079, OIV 080, OIV 082, OIV 084, OIV 085, OIV 086, OIV 087
RACIMO	OIV 204, OIV 208
BAYA	OIV 223, OIV 225, OIV 231, OIV 236

Material vegetal de clones negativos para dichas virosis y correctamente identificados se establecieron como cabezas de clon en la EVEGA-AGACAL.

Material de dichas plantas se utilizó para realizar los ensayos de tolerancia a *Armillaria mellea* y de aptitud para su uso como portainjerto en vid.

3.1.4 Registro de Folla Redonda y certificación de clones

Envío de 15 barbados a la Oficina Española de Variedades Vegetales (OEVV) para los exámenes pertinentes de distinción, homogeneidad y estabilidad establecidos por normativa.

El indexaje biológico realizado en Murcia permitirá la certificación de los clones negativos para las virosis establecidas por legislación.

3.2 Producción de planta en vivero

Para la determinación de un protocolo de producción de planta, fue necesario establecer distintos tipos de ensayos. Se trabajó con 5 variedades gallegas: Albariño, Caíño blanco, Godello, Treixadura y Mencía. Se ensayaron dos tipos de producción de planta injerto de vivero: 1) producción de planta injerto a raíz desnuda con dos variantes de injerto, injerto omega e injerto inglés, 2) producción de planta pot con las mismas variantes de injerto (injerto omega e injerto inglés). El procedimiento de producción ha sido el más común utilizado en vivero. En las Figuras 3.2.1 a 3.2.3 se muestra el proceso.



Figura 3.2.1 Estaca de Folla Redonda, y yemas de las distintas variedades, preparadas por lotes para realizar los distintos tratamientos de injertado y producción de planta



Fig. 3.2.2. Fases del proceso de injerto manual tipo inglés. Preparación de púas, inserción del injerto, fijación con cinta de injertar y parafinado

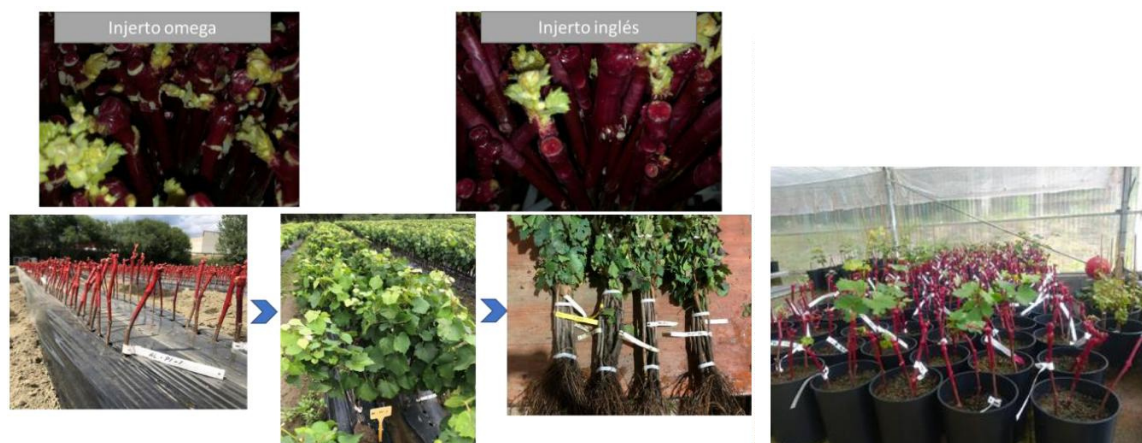


Figura 3.2.3. Estratificación, plantación y obtención de planta a raíz desnuda y planta pot

Por otra parte, se realizó un ensayo simulanto en injerto en campo. Un total de 200 barbados se plantaron en macetas de 10 L. 100 de ellos se injertaron el primer año de su plantación, mediante injerto inglés e injerto en cuña. Los 100 restantes se mantuvieron en invernadero hasta la segunda anualidad en que fueron injertados con injerto en cuña.

3.3 Ensayo de tolerancia a *Armillaria mellea***3.3.1 Analítica de *Armillaria mellea* para confirmar identificación a nivel de especie**

Mediante extracción del ADN, amplificación del fragmento IGS mediante PCR con los primers IR12R y O-1, digestión con la enzima de restricción *AluI* y análisis de los patrones de restricción.

3.3.2 Evaluación de resistencia a *Armillaria mellea* en invernadero

Para la evaluación de *Armillaria mellea* en maceta en invernadero, se utilizó un inóculo de procedencia gallega, aislado y cedido por el Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino (La Rioja), que se repicó y se inoculó en bellotas estériles. Una vez obtenido inóculo suficiente, se plantaron en marzo en los invernaderos de EVEGA-AGACAL las plantas de Folla Redonda en macetas de 4,5 L con turba como sustrato, y con dos bellotas inoculadas con *Armillaria mellea* unidas a la raíz.



Figura 3.3.1. Placa con *Armillaria mellea* e inoculación con bellotas infectadas

El diseño experimental fue el siguiente:

Año 2023: Se plantaron el 28 de marzo (tanda 1) un total de 30 plantas enraizadas de Folla Redonda y 30 plantas del portainjerto de vid 110 R con dos bellotas inoculadas con *Armillaria mellea* unidas a la raíz. Se establecieron además 15 plantas de Folla Redonda y 15 de 110 R con bellota estéril unida a la raíz como control. En julio de 2023 (tanda 2) se plantaron 30 plantas adicionales de Folla Redonda con bellota infectada con *Armillaria mellea* unidas a la raíz. En enero-febrero de 2024 se evaluaron: número de plantas muertas, presencia de micelio en raíz, presencia de necrosis en raíz, número de raíces con necrosis, número de raíces con micelio, presencia de micelio en cuello y número de raíces muertas.

Año 2024: En marzo de 2024 se plantaron Folla Redonda, 110 R, 3309 C y Rupestris de Lot (30 plantas de cada uno) con bellota inoculada con *Armillaria mellea* unida a la raíz, junto a los correspondientes controles con bellota estéril unida a la raíz. Se evaluaron en noviembre de 2024 los mismos parámetros que en 2023.



Figura 3.3.2. Plantas inoculadas con *Armillaria mellea*. Año 2024

3.3.3 Evaluación de resistencia a *Armillaria* sp. en campo

Se ha plantado Folla Redonda en parcelas con *Armillaria* sp. (concretamente en la finca experimental de EVEGA-AGACAL) y se hará su seguimiento a lo largo de los años, para ver posibles síntomas en condiciones naturales con posterioridad a la finalización del proyecto, teniendo en cuenta que la expresión de síntomas en campo se produce transcurridos más de 4 años.

3.4 Evaluación de Folla Redonda para su uso como portainjerto

3.4.1 Tolerancia a filoxera

El ensayo de tolerancia a filoxera se realizó en colaboración con el Institut des Sciences de la Vigne et du Vin (ISVV) del INRAE Bordeaux-Aquitaine, especializados en evaluación de filoxera para la certificación de portainjertos.

Cuatro plantas de Folla Redonda y de cada uno de los controles (Cabernet Sauvignon clon 169, Pinot noir, Börner, Fercal y 1103 Paulsen) se plantaron en macetas y se colocaron en invernadero para obtener madera. En abril de 2024 se obtuvieron 30 esquejes de una yema de cada uno de ellos, que se

plantaron, dispuestas en 5 repeticiones, en macetas de 7 litros conteniendo tierra no estéril, sobre un lecho de gravilla. Las plantas se regaron dos veces a la semana con una solución nutritiva al 2%.

A mediados de julio de 2024, se colocaron en la superficie de las macetas hojas con muchas agallas filoxéricas, con el haz hacia el suelo (Figura 3.4.1.b). Se repitió la inoculación cada dos días cuando las hojas empezaron a dañarse, hasta que se observó la presencia de agallas de filoxera en las hojas de las plantas. Las plantas se regaron mediante un sistema de goteo, procurando no encharcarlas para mantener viva la filoxera. El cultivo se mantendrá durante un año en el invernadero. En junio/julio de 2025 se anotará el número de nódulos y tuberosidades por genotipo presentes en las raíces. Se utilizará la calificación más severa para cada genotipo.

Las notaciones a utilizar para la evaluación de la tolerancia a filoxera son las siguientes:

Clase i (inmunidad). No se ven trazas de picaduras filoxéricas en las raíces. La filoxera no se fija prácticamente nunca ni en raíces adultas ni en sus extremidades.

Clase 0: no se ven tuberosidades en las raíces adultas; las filoxeras pueden fijarse en las extremidades de las raicillas, que presentan en ese caso trazas más o menos netas de picaduras (deformaciones, leve hinchazón). Esto sucede en algunos portainjertos.

Clase 1: en el conjunto de las raíces se ven escasas hinchazones (tuberosidades), cuyos tejidos pueden estar necrosados como consecuencia de la descomposición por los saprófitos del suelo. Esta necrosis se limita a la parte cortical y no afecta al floema (éste es el caso de la mayoría de los portainjertos).

Clase 2: hay dos posibilidades. O bien hay pocas tuberosidades, pero la necrosis de los tejidos es muy penetrante y afecta a los vasos del floema; o hay numerosas tuberosidades en cordón y más o menos penetrantes.

Clase 3: Las tuberosidades son muy numerosas, bastante voluminosas y casi completamente descompuestas, llegando esta descomposición hasta el centro de la raíz. En las plantas más afectadas, todas las raíces están necrosadas o destruidas (es el caso de *Vitis vinifera*).



Figura 3.4.1. Ensayo de tolerancia a filoxera. a) Instalación experimental; b) inoculación con hojas con agallas filoxéricas; c) presencia de agallas filoxéricas en hojas del testigo Cabernet Sauvignon

Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

3.4.2 Tolerancia a nemátodos

En este ensayo se evaluó la respuesta de Folla Redonda frente a nemátodos noduladores de raíces (*Meloidogyne javanica*) y nemátodos vectores de virus (*Xiphinema index*).

1. En el experimento realizado se utilizaron Folla Redonda, y los portainjertos 41-B y 100-R como controles. Las plantas a raíz desnuda se trasplantaron a principios de abril de 2024 a macetas de plástico de 2 L de capacidad conteniendo un suelo arenoso artificial pasteurizado (mezcla de arena y limo en proporción 2:1 v/v), y se mantuvieron en invernadero con temperatura controlada entre 18 y 28 °C (Figura 3.4.2.a). Tras 4-5 semanas en estas condiciones, los portainjertos comenzaron a brotar y desarrollaron hojas, tallos y un buen número de raíces óptimas para la infección. En este momento óptimo se realizaron las inoculaciones con *M. javanica* y *X. index*.

2. Inóculo de Nematodos. El inóculo de *M. javanica* (Figura 3.4.2.b) necesario para el experimento (huevos y juveniles infectivos) se extrajo de plantas de tomate infectadas mediante la disolución de las masas de huevos del sistema radical infectado mediante el método de Hussey y Barker (1973). La población de *X. index* (Figura 3.4.2.c) había sido aislada en un viñedo de Moriles (Córdoba) naturalmente infectado por este nematodo, se mantuvo en un huésped susceptible como la higuera (CV. Blanca Gota de Miel) en condiciones controladas hasta alcanzar las cantidades de inóculo necesarias para el experimento, y el inóculo necesario (juveniles y adultos infectivos) se extrajo mediante centrifugación del suelo infestado mediante el método de Coolen (1979).

3. Inoculación de las poblaciones de nematodos y tratamientos. Cuando las plantas presentaron pámpanos bien desarrollados, a inicios de mayo de 2024, se procedió a su inoculación. Para ello, en cada maceta se realizaron 4 orificios de aproximadamente 0,5 cm de diámetro y 2-4 cm de profundidad en el sustrato de las macetas con ayuda de una varilla de vidrio (Figura 3.4.2.d). La inoculación con los nematodos se efectuó aplicando una suspensión de 10 mL conteniendo la cantidad total de inóculo para cada planta que se vertió equitativamente en cada uno de los 4 orificios alrededor del tronco.

Los tratamientos realizados a cada portainjerto (Folla Redonda, 41-B y 100-R) fueron los siguientes:

1. Control sin inocular; 2. Inoculación con 30.000 huevos + J2s infectivos de *M. javanica* por planta; y 3. Inoculación con 3.000 juveniles y adultos infectivos de *X. index* por planta. Tras la inoculación, se regó el suelo con un volumen de agua que garantizara el sellado del sustrato, pero que no comprometiera la conservación del inóculo dentro de la maceta. Durante el experimento, las plantas se regaron y se fertilizaron según las necesidades existentes, y se mantuvieron en invernadero durante 160 días.

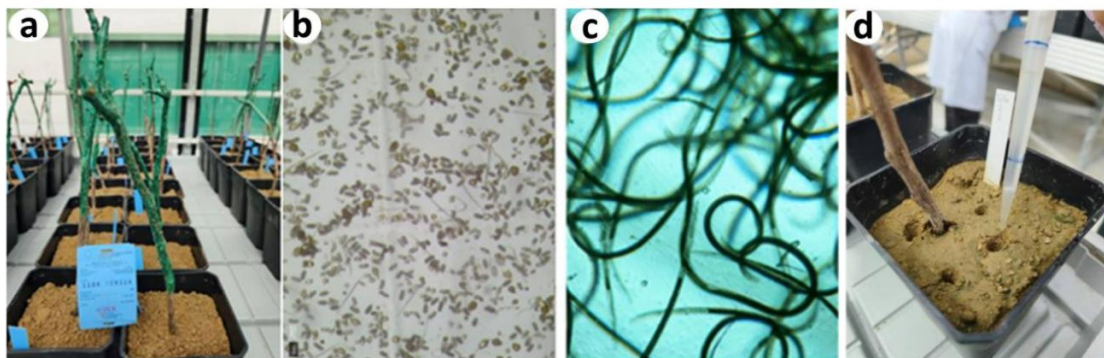


Figura 3.4.2. Preparación del ensayo de tolerancia a nemátodos. a) Plantas trasplantadas en invernadero; b) fuente de inóculo (huevos y juveniles infectivos) de *Meloidogyne javanica*; c) fuente de inóculo (juveniles y adultos infectivos) de *Xiphinema index*; d) método de inoculación (4 orificios alrededor del tronco)

4. Evaluación de severidad de los síntomas radicales y las poblaciones de nematodos en suelo y raíces. A los 160 días tras la inoculación se evaluó la severidad del parasitismo por ambos nematodos en el sistema radical de cada planta. Para ello, se extrajo cada planta de su maceta, se separaron los restos de suelo adheridos a las raíces y se lavaron suavemente para evitar el desprendimiento de masas de huevos de *M. javanica*. En el caso de las plantas inoculadas con *X. index*, al ser un nematodo ectoparásito, se realizó un lavado más intenso para separar los posibles ejemplares que estuvieran adheridos a las raíces.

En el caso de las plantas inoculadas con *M. javanica* se estimó el índice de nodulación radical de acuerdo con una escala de 0 a 6 (Gutiérrez-Gutiérrez et al., 2011), según la cual 0 = sistema radical sin nódulos; 1 = sistema radical con 1-10 nódulos; 2 = sistema radical con 11-20 nódulos; 3 = sistema radical con 21-40 nódulos; 4 = sistema radical con 41-70 nódulos; 5 = sistema radical con 71-90 nódulos; 6 = sistema radical con ≥ 91 nódulos.

En el caso de las plantas inoculadas con *X. index* se estimó el índice de nodulación apical de acuerdo con la escala de 0 a 3 (Gutiérrez-Gutiérrez et al., 2011), según la cual 0 = sistema radical sano; 1 = sistema radical con pocos ápices radicales nodulados y difíciles de ver; 2 = sistema radical con nódulos apicales evidentes, 3 = segmentos de raíces con nódulos apicales muy engrosados y muy intensos en todo el sistema radical.

Posteriormente, las raíces se cortaron, se pesaron separadamente del resto de la planta y en el caso de *M. javanica*, se procedió a la extracción de los nematodos contenidos en su interior. El suelo de las macetas se conservó para la extracción de los nematodos contenidos en él. Con objeto de evaluar la reproducción de cada una de las especies de nematodos seleccionadas, se determinó la población final

(Pf) de los nematodos contenida en cada maceta. Esta población final resultó de la suma del número de nematodos presentes en la raíz más el número de nematodos presentes en el suelo. Ambos parámetros se calcularon realizando un recuento directo sobre las extracciones efectuadas siguiendo el método de centrifugación descrito por Coolen (1979). El índice o tasa de reproducción (Rf) de cada una de las poblaciones en cada uno de los portainjertos de vid se calculó según la siguiente expresión: $Rf = Pf/Pi$, donde Rf = índice o tasa de reproducción, Pf = población final y Pi = población inicial. Con el fin de evaluar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos, los valores del índice de nodulación final y Rf se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) mediante el contraste de la mínima diferencia significativa protegida de Fisher (LSD), evaluándose posteriormente las diferencias entre los grupos mediante el método de Tukey a un nivel de confianza del 95%. Todos estos análisis se realizaron mediante el software libre R R (versión 4.2.2114; <https://www.R-project.org>).

3.4.3 Evaluación de la absorción de potasio

Con el fin de estudiar la absorción de potasio de Folla Redonda, se estableció un experimento con los portainjertos 110 R y 3309 C como controles. Para cada tratamiento y portainjerto ensayado, se plantaron tres repeticiones de 3 plantas cada una en maceta de 4,5 L con fibra de coco y arena (9:1) como sustrato. El 5 de julio de 2024 se comenzaron a regar las plantas con el medio nutritivo de Hoagland modificado (Hoagland sin KNO_3 , Tabla 3.4.1). A partir del 15 de julio de 2024 se adicionaron dosis diferenciales de potasio (en forma de K_2SO_4) al medio de Hoagland modificado. Las dosis adicionadas fueron las siguientes:

K0= control (solamente riego con Hoagland modificado)

K1= adición de 5 mM de K_2SO_4 .

K2= adición de 10 mM de K_2SO_4 .

K3= adición de 15 mM de K_2SO_4 .

Tabla 3.4.1. Medio de Hoagland modificado (sin KNO_3) utilizado en el ensayo de absorción de potasio

	Solución de reserva	ml Solución reserva /L agua
Macronutrientes		
1 M $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	236 g/0,5L	2,5
2 M $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	493 g/L	1
1 M NH_4NO_3	80 g/L	1
1 M KH_2PO_4	136 g/L	0,5
Quelato de hierro	15 g/L	1,5

Micronutrientes		
H ₃ BO ₃	2,86 g/L	1
MnCl ₂ ·4H ₂ O	1,81 g/L	1
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0,22 g/L	1
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,051 g/L	1
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	1,12 g/L	1

Se añadió 0,5 L de la solución a cada maceta dos veces a la semana. En septiembre se dejó de regar, se recogieron las hojas, las cuales se pesaron y se enviaron para el análisis de su composición química al Laboratorio Agrario e Fitopatológico de Galicia. A continuación, se trocearon y pesaron separadamente raíz, tronco y pámpanos, que, posteriormente, se secaron en estufa a 65 °C (Figura 3.4.3) hasta peso constante y se midió su peso seco.



Figura. 3.4.3. Secado en estufa (65°C) del material vegetal

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza con el paquete estadístico XLSTAT-Basic+ (Addinsoft, Paris, France). Se realizó la comparación de medias con el test de Tukey.

3.4.4 Tolerancia a salinidad en suelo

Con el fin de estudiar el comportamiento de Folla Redonda en suelos salinos, se estableció un experimento con el portainjertos 3309 C como control. Para cada tratamiento y portainjerto ensayado, se plantaron 3 repeticiones de 3 plantas de cada unas en maceta de 4,5 L (Figura 3.4.4). El 5 de julio de 2024 se comenzaron a regar las plantas con el medio nutritivo de Hoagland (Tabla 3.4.2). A partir del 15 de julio de 2024 se adicionaron dosis diferenciales de cloruro sódico al medio de Hoagland modificado. Las dosis ensayadas fueron las siguientes:

S 0= control (solamente riego con solución nutritiva de Hoagland).

S1= adición de NaCl 25 mM junto con Hoagland.

S2= adición de NaCl 50 mM junto con Hoagland.



Figura 3.4.4. Ensayo de tolerancia a salinidad

Tabla 3.4.2. Medio de Hoagland utilizado en el ensayo de tolerancia a la salinidad

	Solución de reserva	ml Solución reserva /L agua
Macronutrientes		
2M KNO ₃	202 g/L	2,5
1 M Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	236 g/0,5L	2,5
2 M MgSO ₄ ·7H ₂ O	493 g/L	1
1 M NH ₄ NO ₃	80 g/L	1
1 M KH ₂ PO ₄	136 g/L	0,5
Quelato de hierro	15 gr/L	1,5
Micronutrientes		
H ₃ BO ₃	2,86 g/L	1
MnCl ₂ ·4H ₂ O	1,81 g/L	1
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0,22 g/L	1
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,051 g/L	1
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	1,12 g/L	1

Se añadieron 0,5 L de la solución a cada maceta dos veces a la semana. En septiembre se dejó de regar, se recogieron las hojas, las cuales se pesaron y se enviaron para el análisis de su composición

química al Laboratorio Agrario e Fitopatológico de Galicia. A continuación, se trocearon y pesaron separadamente raíz, tronco y pámpanos, que, posteriormente, se secaron en estufa a 65°C hasta peso constante y se midió su peso seco.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza con el paquete estadístico XLSTAT-Basic+ (Addinsoft, Paris, France). Se realizó la comparación de medias con el test de Tukey.

3.4.5 Tolerancia a sequía

En este ensayo se sometieron las plantas a riego sin restricciones y a riego deficitario. En 2023, para cada modalidad se plantaron 3 repeticiones de 10 plantas cada una de Folla Redonda. El volumen de la maceta era de 5,5 L y el sustrato era turba. El tratamiento de riego sin restricciones consistió en 14 riegos durante el periodo de ensayo (12, 14, 17, 20, 24, 27 y 31 de julio; 3, 7, 10, 14, 17, 21 y 24 de agosto). En el tratamiento deficitario se realizaron 5 riegos (12, 14 y 27 de julio; 10 y 24 de agosto). Con la cámara de presión Pump up se determinó el potencial hídrico foliar. Las fechas de toma de datos fueron 12 julio, 14 julio, 21 julio, 26 julio, 31 julio, 4 agosto, 7 agosto, 9 agosto, 11 agosto, 16 agosto y 21 de agosto.

En 2024 se añadió el portainjerto 110 R, que se considera tolerante a sequía, a efectos comparativos (Figura 3.4.5). El tratamiento de riego sin restricciones consistió en 25 riegos durante el periodo de ensayo (21 y 28 de junio; 8, 11, 15, 18, 22, 24, 26, 29 y 31 de julio; 2, 5, 7, 9, 12, 14, 16, 19, 21, 23, 26, 28 y 30 de agosto; 2 de septiembre). En el tratamiento deficitario se realizaron 8 riegos (21 junio; 11 y 24 julio; 2, 12, 14 y 23 de agosto; y 2 septiembre). Las medidas realizadas fueron las mismas que en el año 2023, en 17 fechas (5, 12, 15, 17, 19, 23 y 26 de julio; 1, 5, 8, 12, 14, 19, 22, 26 y de 29 agosto; y 2 de septiembre).



Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

Figura 3.4.5. Ensayo de riego. Año 2024

Se pesaron las hojas. A continuación, se trocearon y pesaron separadamente raíz, tronco y pámpanos, que, posteriormente, se secaron en estufa hasta peso constante y se midió su peso seco.

3.4.6 Tolerancia a diferentes pH de suelo

En este ensayo se usaron como portainjertos control el 196-17 C, apropiado para suelos ácidos, y el 41-B, utilizado en suelos básicos. El comportamiento de Folla Redonda ante distintos pH de suelo se evaluó sobre turba adicionada, con fecha 7 de marzo de 2024, en la siguiente manera, en base a Bates et al (2002):

- pH ácido: adición de 1,8 g azufre/litro turba. pH buscado: 4,5.
- pH intermedio: no se adicionó nada a la turba. pH: 6,0.
- pH básico: se añadió 7,5 gr de caliza dolomítica/litro turba. pH buscado: 7,5.

Se plantaron 9 plantas para cada portainjerto y pH dispuestas en 3 repeticiones de 3 plantas cada una. En septiembre de 2024 se midió el pH de las macetas con un pHmetro (Soil pHmeter PCE-pH20S, PCE Instruments) para confirmar que el pH se correspondía con el pH teórico buscado. Se recogieron las hojas, las cuales se pesaron y se enviaron para el análisis de su composición química al Laboratorio Agrario e Fitopatológico de Galicia. A continuación, se trocearon y pesaron separadamente raíz, tronco y pámpanos, que, posteriormente, se secaron en estufa hasta peso constante y se midió su peso seco. En el momento de recogida de la hoja se evaluó el pH de las macetas. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza con el paquete estadístico XLSTAT-Basic+ (Addinsoft, Paris, France). Se realizó la comparación de medias con el test de Tukey.

3.5 Establecimiento de campos de ensayo

Para evaluar a lo largo de los años, el comportamiento en campo de la utilización de folla redonda como portainjerto, el material resultante de los ensayos en vivero e invernadero se trasladó a campo. Se han relaizamicroparcelas para las distintas variedades ensayadas en fincas de la Cooperativa vitivinícola del Ribeiro y en la coopertiva vitivinícola arousana.

3.6 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza con el paquete estadístico XLSTAT-Basic+ (Addinsoft, Paris, France). Se realizó la comparación de medias con el test de Tukey.

3.7 Cálculo de la huella de carbono del proceso de producción de planta en base a la utilización de distintos tipos de injerto

La huella de carbono se ha estimado con el cálculo de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) generada en la producción de planta injerto a raíz desnuda o planta pot utilizando distintos tipos

de injerto en taller, el injerto omega y el injerto inglés. A partir de esta información, y gracias a conocer las emisiones y el origen de estas asociadas a cada tipo de injerto empleado, se pueden valorar alternativas de actuación para llevar a cabo una reducción de emisiones de GEI y/o bien medidas de mitigación como método de compensación por las emisiones de CO₂ producidas.

El injerto omega es la tipología de injerto más extendida y ampliamente utilizada en vivero. La sujeción es mecánica y no requiere de más acciones. El injerto inglés es, a diferencia del anterior de tipo manual, más difícil y laborioso que el omega. Una elaboración correcta de este tipo de injerto conlleva una unión con mayor superficie útil de contacto, requiriendo de atado para mantener un correcto contacto y sujeción. El objetivo de aplicar uno u otro injerto es valorar cuál de ellos consigue una mayor viabilidad de la planta injertada sobre el patrón de ‘Folla Redonda’.



Figura 3.4.6. Injertos tipo omega e inglés (Fuente: Vitis Navarra®)

Existen varias normativas internacionales que permiten evaluar correctamente las emisiones de GEI asociadas a un producto o a una organización. La elección de una de estas normativas u otra dependerá del objeto a analizar y de las características del estudio. En el caso de la huella de carbono del vivero, se empleó la herramienta “Calculadora de Huella de carbono de una explotación agrícola. Alcance 1+2”, que facilita el Ministerio para la Transición Ecológica (<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.html>), y que permite estimar las emisiones de GEI producidas por una explotación agrícola, un vivero en este caso.

El alcance del análisis de la huella de carbono incluye todas las etapas y procesos realizados hasta que las estaquillas están listas para su distribución y venta. Se incluye en el estudio tanto la fase agrícola, como las tareas de injerto de las plantas previa venta, por un lado, la planta con injerto omega, y en comparación, la planta con injerto inglés. El proceso del vivero fue desglosado en diferentes etapas (Figura 3.4.7) para llevar a cabo el cálculo del ciclo de vida de las plantas de vivero.



Figura 3.4.7. Etapas del proceso del vivero

Los principales materiales incluidos en el cálculo han sido:

1. Insumos y actividades en el manejo de la viña:
 - Fertilizantes químicos, orgánicos y enmiendas aplicadas.
 - Combustible agrícola para las labores mecanizadas.
2. Materiales utilizados en la preparación y transporte de las plantas en el vivero:
 - Energía eléctrica consumida en la nave.
 - Combustible de desplazamiento de la flota propia de la organización.
 - Combustible de desplazamiento de los trabajadores contratados durante periodos extraordinarios, entre otras el periodo de injerto.

Los principales procesos incluidos en el cálculo han sido:

- Actividades agrícolas en el viñedo empleando para ello distintos tipos de aperos (atomizador y máquina de instalación de malla antihierba y tirado de manguera por goteo).
- Laboreo ligero del suelo por medio de un rotocultor-grada accionada.
- Actividades generales y preparación de planta en nave industrial: comparamos la producción de planta utilizando dos tipos de injerto diferentes: el injerto omega, elaborado de forma mecánica con máquinas injertadoras o bien el injerto inglés, elaborado de forma manual. En función de este factor se tendrá en cuenta el tiempo empleado y con ello la energía eléctrica requerida en la nave para realizar los injertos y el número de trabajadores requeridos para llevar a cabo cada uno de ellos, resultando estos los factores principales de variación entre los dos cálculos estimados.

4 RESULTADOS

Los resultados se presentan en función de los objetivos planteados al inicio de este proyecto.

4.1 Selección de ecotipos de Folla Redonda

Como resultado de las prospecciones realizadas entre diciembre de 2022 y marzo de 2023, se recogieron un total de 275 muestras de Folla Redonda procedentes de 27 parcelas, que se testaron en los laboratorios de EVEGA-AGACAL contra las virosis establecidas por la legislación vigente para

proceder a la certificación de Folla Redonda como portainjerto de vid (Figura 4.1.1). En la Tabla 4.1.1 se muestran las localizaciones de las parcelas prospectadas, indicando, número de socio de la cooperativa a la que pertenece la parcela, referencia catastral y localización.

6 concellos, 27 parcelas, 275 cepas

4 Cambados

6 Meaño

6 Meis

7 Ribadumia

2 Vilanova de Arousa

2 Poio



Figura 4.1.1 Ayuntamientos donde se localizan las parcelas prospectadas

Se marcaron en torno a 10 cepas por parcela. Todas las cepas han sido sometidas a análisis mediante Test ELISA (Figura 4.1.2). Las cepas que no mostraron virosis en la primera anualidad se muestrearon de nuevo en la segunda anualidad para confirmar ausencia de virosis.



Figura 4.1.2. Resultados en placa de test ELISA para análisis de virosis

Se observó un elevado porcentaje de parcelas afectadas por virosis. En la Tabla 4.1.2 se muestra un gráfico de color en el que se observa para cada parcela evaluada el porcentaje de plantas con virosis. En verde se indica la ausencia de virosis y a medida que el color cambia a rojo refleja el aumento del porcentaje de virosis.

Tabla 4.1.2. Porcentaje de cepas afectadas por virosis para cada una de las parcelas prospectadas

Localización (lugar, parroquia, concello)	% cepas con virosis/parcela					TOTAL
	EI	EIII	GFLV	GFKV	ARMV	
Meaño, Meaño	20,0	10,0	0,0	30,0	0,0	30,0
Seixiños, Dena, Meaño	30,0	50,0	0,0	3,0	0,0	60,0
Simes, Meaño	40,0	30,0	0,0	0,0	0,0	55,0
Dadin, Dena, Meaño	0,0	11,1	0,0	11,1	0,0	22,2
Carballoso, Xil, Meaño	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
Barreiro, Xil, Meaño	20,0	0,0	0,0	20,0	0,0	20,0
Fofán, Armenteira, Meis	40,0	0,0	0,0	10,0	0,0	50,0
Gondarei de Abaixo, 5, San Martino, Meis	0,0	20,0	0,0	60,0	0,0	70,0
Gondarei de Abaixo, 5, San Martino, Meis	30,0	40,0	0,0	10,0	0,0	60,0
Bouza, San Martino, Meis	43,8	62,5	0,0	0,0	0,0	68,8
Bouza, San Martino, Meis	44,4	55,6	0,0	0,0	0,0	55,6
Bouza, San Martino, Meis	80,0	80,0	0,0	10,0	0,0	80,0
Groufa, Baión, Vilanova de Arousa	30,0	20,0	0,0	0,0	0,0	40,0
Pontearmelas, Vilanova de Arousa	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	10,0
Retorta, Besomaño, Ribadumia	30,0	0,0	0,0	10,0	0,0	40,0
Loureiro, Barrantes, Ribadumia	10,0	0,0	0,0	20,0	0,0	30,0
Castaños, Barrantes, Ribadumia	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	30,0
Leiro - Ribadumia	20,0	10,0	0,0	10,0	0,0	40,0
Lugar do Couto de arriba, Barrantes Ribadumia	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
Couto de arriba, Barrantes, Ribadumia	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0	14,3
Sisan, Ribadumia	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
Xesterira, Cambados	0,0	10,0	0,0	10,0	0,0	20,0
Facho, Castrelo, Cambados	10,0	10,0	0,0	20,0	0,0	20,0
Lourido, Castrelo, Cambados	20,0	0,0	0,0	10,0	0,0	30,0
Bouza, Castrelo, Cambados	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3
Bouza, Castrelo, Cambados	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3
San Xoan de Poio, Poio	20,0	20,0	0,0	30,0	0,0	60,0
San Martiño, Poio	20,0	10,0	0,0	10,0	0,0	40,0
% total de virosis	23,1	18,3	0,0	11,6	0,0	

Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

La virosis que se ha detectado ha sido el enrollado 1 y 3. El 23,1% de las parcelas presentaron enrollado 1, y el 18,3% enrollado 3. El 11,6% mostró el virus del jaspeado (GFLV), y no se ha detectado entrenudo corto (GFKV) no mosaico de Arabis (ArMV). Del total de cepas analizadas el 42% mostraron algún tipo de virosis. Este elevado porcentaje de virosis, y la presencia de las mismas en todas las parcelas prospectadas, hace que sea necesario un seguimiento pormenorizado a lo largo de los años. El análisis de las diferentes virosis está muy condicionado por el muestreo efectuado dentro de la propia planta. La distribución del virus no es homogénea por toda la planta, y la carga vírica varía de unos años a otros, por lo que es posible que la virosis pueda ser detectada en posteriores muestreos.

Del total de las cepas analizadas se han seleccionado 21, que se conservan en invernadero para su seguimiento posterior, y si las características sanitarias se mantienen poder utilizarlas como material inicial para el registro del portainjerto.

Con el fin de confirmar la identidad de las plantas recogidas como Folla Redonda, se confirmó su identidad varietal.

La variedad Folla Redonda también conocida como Saibel 1020 o Flout rouge es un Híbrido Productor Directo, resultante del cruce de las variedades Munson x Durif, (Syrah x Peloursin) (Datos ofrecidos por AGAP-DAAV Unit INRAE Montpellier. Munson conocida también como Jaeger 70, es un cruce interespecífico entre JAEGER 43 X JAEGER 60 O.P. obtenido por el obtentor Jaeger, M. Hermann. Jaeger 43 es cruce entre Jaeger 60 (*Vitis rupestri* Schelle) y Jaeger 43 (*Vitis lincecumii* Buckley). Peloursin es El Peloursin es una variedad antigua, probablemente originaria del valle de Grésivaudan, en Isère. Los análisis genéticos realizados en Montpellier muestran que sería uno de los progenitores del Durif y del Joubertin. En Francia, el Peloursin está inscrito oficialmente en el «Catalogue des variétés de vigne» desde 2016, en la lista A y está clasificado (<https://www.plantgrape.fr/es/variedades/variedades-frutales/360>). Syrah es una variedad francesa, con toda probabilidad, esta variedad es originaria de la parte septentrional de las Côtes du Rhône o del Delfinado. Según los análisis genéticos publicados, sería el resultado de un cruce entre la Mondeuse blanche y el Dureza. Folla Redonda contiene el gen de resistencia a Plasmopara viticola Rpv 3.2.

En la Tabla 4.1.3 se indica para cada locus evaluado el número de pares de bases. Se confirmó que todas las cepas seleccionadas se correspondían con Folla Redonda.

Tabla 4.1.3. Número de pares de bases de cada locus evaluado

locus	VMC1b11	VMC4f3	VVlb01	VVlh54	VVln16	VVin73	VVlp31	VVlp60	VVlq52	VVlv37	VVlv67
número pares de bases	165 180	168 205	284 290	167 167	145 151	254 263	176 182	315 320	87 87	159 159	333 377
locus	VVMD21	VVMD24	VVMD25	VVMD27	VVMD28	VVMD32	VVMD5	VVMD7	VVS2	VrZAG62	VrZAG79
número pares de bases	226 247	204 210	236 248	188 198	235 247	251 251	229 250	239 251	131 149	194 194	246 252

Además de su identificación genética, se procedió a su descripción ampelográfica (Figura 4.1.3).



Figura 4.1.3. Hojas (haz y envés) y racimos de Folla Redonda

Los resultados obtenidos de la descripción ampelográfica se indican en la Tabla 4.1.4.

Tabla 4.1.4. Descripción ampelográfica de Folla Redonda

OIV 001: Apertura de la extremidad	Semiabierta
OIV 002: Distribución de la pigmentación antociánica de los pelos tumbados de la extremidad	Ribeteada
OIV 003: Intensidad de la pigmentación antociánica de los pelos tumbados de la extremidad	Fuerte
OIV 067: Forma del limbo	Pentagonal
OIV 068: Número de lóbulos	Tres
OIV 070: Distribución de la pigmentación antociánica de los nervios principales del haz del limbo	Nula o muy débil
OIV 076: Forma de los dientes	Convexos
OIV 079: Grado de apertura del seno peciolar	Poco abierto
OIV 080: Forma de la base del seno peciolar	V
OIV 082: Grado de apertura de los senos laterales superiores	Abiertos

OIV 084: Densidad de los pelos tumbados entre los nervios en el envés de la hoja	Nula o muy baja
OIV 085: Densidad de los pelos erguidos entre los nervios en el envés de la hoja	Nula o muy baja
OIV 086: Densidad de los pelos tumbados en los nervios principales en el envés de la hoja	Baja - media
OIV 087: Densidad de los pelos erguidos en los nervios principales en el envés de la hoja	Nula o muy baja
OIV 204: Compacidad del racimo	Media
OIV 208: Forma del racimo	Cilíndrico
OIV 223: Forma de la baya	Esférica
OIV 225: Color de la epidermis de la baya	Azul-negro
OIV 231: Intensidad de la pigmentación antocianica de la pulpa	Coloreada
OIV 236: Sabor particular	Ninguno

4.2 Producción de planta

Para evaluar y poder validar un protocolo de producción de planta en vivero, se establecieron distintos tratamientos utilizando como portainjerto Folla Redonda, con las variedades Albariño, Caíño Blanco, Godello, Treixadura y Mencía: 1) producción de planta a raíz desnuda utilizando la técnica de injerto en omega, 2) producción de planta a raíz desnuda utilizando la técnica del injerto inglés, 3) producción de planta pot utilizando la técnica de injerto en omega, 4) producción de planta pot utilizando la técnica del injerto inglés. Por otra parte, se simuló el injerto en campo, injerto tipo cuña e injerto inglés en barbados de uno y dos años. Después del proceso de estratificación 30 plantas de cada variedad se plantaron en pots, y se mantuvieron en invernadero, en condiciones controladas de humedad y temperatura, 25°C y 60% de humedad, para determinar su viabilidad.

No se observaron diferencias importantes en la utilización de un tipo u otro de portainjerto, siendo en general ligeramente inferior en el injerto inglés, en la anualidad 2023 (Figura 4.2.1). El porcentaje de supervivencia de planta a raíz desnuda fue inferior al 60% independientemente del tipo de injerto. Siendo la variedad Godello en injerto en omega y Caíño Blanco en injerto inglés las que presentaron un mayor porcentaje de supervivencia. La variedad Mencía, tanto en injerto inglés como en injerto omega es la que presentó el menor prendimiento.



Figura 4.2.1. Porcentaje de supervivencia de plantas a raíz desnuda, en función del tipo de injerto.

Anualidad 2023

En la anualidad 2024 (Figura 4.2.2), el porcentaje de supervivencia fue mayor cuando se utilizó el injerto inglés, a diferencia de la anualidad 2023. Este hecho puede deberse a que, al tratarse de injerto manual, técnica no habitual en el vivero, la experiencia adquirida en la anualidad 2023, influyó en la producción de 2024.



Figura 4.2.2. Porcentaje de supervivencia de plantas a raíz desnuda, en función del tipo de injerto.

Anualidad 2024

El porcentaje de supervivencia en general fue inferior al 50%. Solo Albariño en injerto inglés presentó porcentaje de supervivencia del 50%. Los porcentajes en las demás variedades evaluadas, variaron entre un 35% de Godello en injerto inglés, y un 10% de Treixadura, presentando en genera una supervivencia media inferior al 20%.

La producción de planta a raíz desnuda es inferior a la esperada para otro tipo de portainjerto, como 110R O Pausen, que según indica el vivero cuenta con supervivencia entre el 60 y 70%.

El porcentaje de supervivencia de planta pot (Figura 4.2.3), independientemente de la variedad, fue inferior al 15%, en la anualidad 2023, a excepción de Albariño en injerto inglés que alcanzó entorno al 25%. Los bajos porcentajes de supervivencia en general pudieron estar condicionados por las primeras etapas de aplicación de riego a las bandejas. Si bien en las primeras etapas se observó la brotación de un elevado número de plantas, el prendimiento posterior fue bajo. No se llegó a formar adecuadamente la soldadura del injerto (Figura 4.2.4).

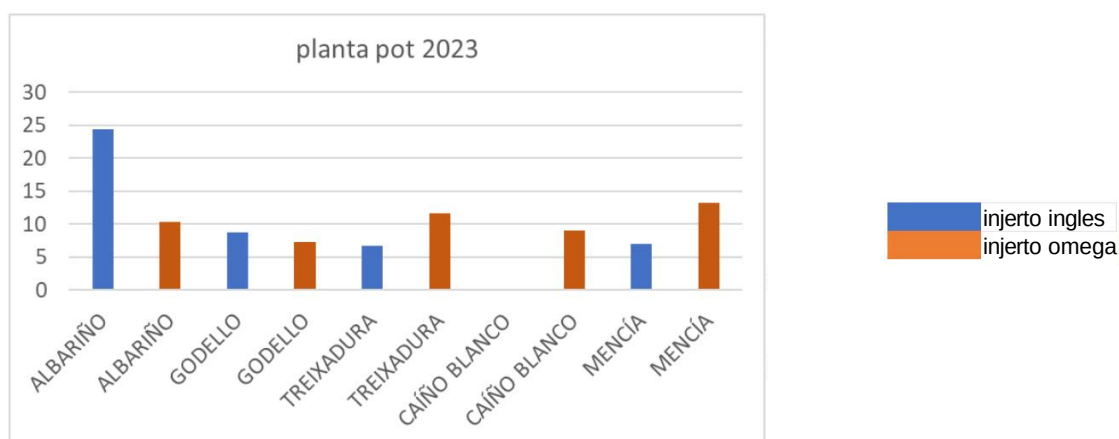


Figura 4.2.3. Porcentaje de supervivencia de planta pot, en función del tipo de injerto. Anualidad 2023



Figura 4.2.4. Imagen de la falsa soldadura el injerto

En la anualidad 2024 (Figura 4.2.5), el porcentaje de supervivencia fue algo superior. En la mayoría de las variedades el injerto inglés presentó mejores resultados que el injerto en omega. En Albariño y Treixadura el porcentaje de supervivencia fue superior, en torno a un 50%. Los menores porcentajes de

supervivencia correspondieron a la variedad Mencía y Caíño blanco independientemente del tipo de injerto.

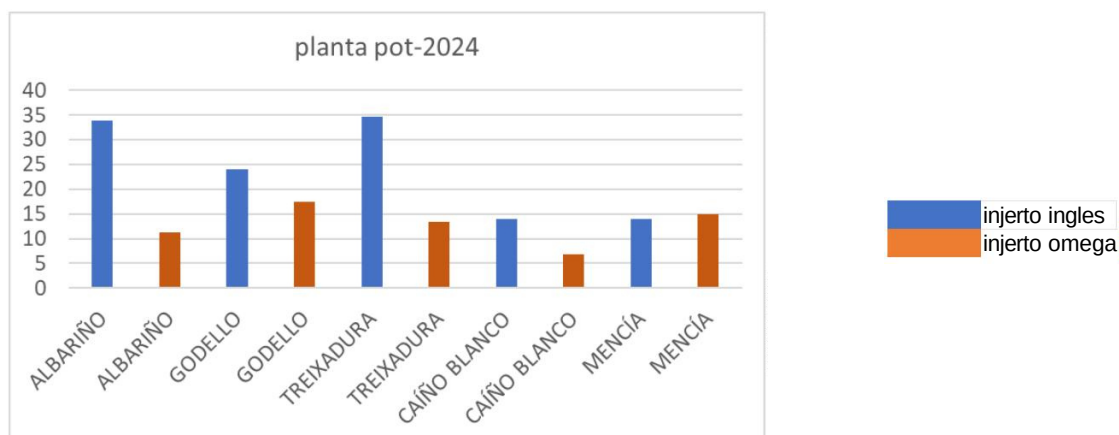


Figura 4.2.5. Porcentaje de supervivencia de planta pot, en función del tipo de injerto. Anualidad 2024

Los bajos porcentajes de supervivencia encontrados en general en la variedad Mencía, hace pensar una menor afinidad entre esta variedad y Folla Redonda, si bien es necesario realizar estudios posteriores para confirmar esta premisa.

El ensayo de injerto en campo ofreció mejores resultados (Figura 4.2.6). En Godello y Treixadura se alcanzaron porcentajes de supervivencia del 100% y en Albariño del 80%, utilizando el injerto en cuña. El injerto en cuña es el injerto más utilizado por los viticultores cuando se realiza el injerto en campo. La variedad que presentó menor grado de supervivencia ha sido la variedad Mencía cuando se utiliza el injerto en cuña. Los porcentajes de supervivencia cuando se utiliza el injerto inglés, ha sido independientemente de la variedad inferior al 60%.

En relación al injerto en barbado de un año solamente se realizó en injerto en cuña. Los resultados muestran una baja supervivencia de la planta, inferior al 45% (Figura 4.2.7).

Por los resultados obtenidos en los distintos tipos de tratamientos de producción de planta establecidos en el marco de este proyecto, la producción de planta injertada en Folla Redonda en vivero es inferior al que supondría con otros portainjertos como 110R o Pausen, ampliamente utilizados en Galicia, según los datos manejados por el viñedo, que indican una supervivencia de planta en estos últimos portainjertos superior al 70%.

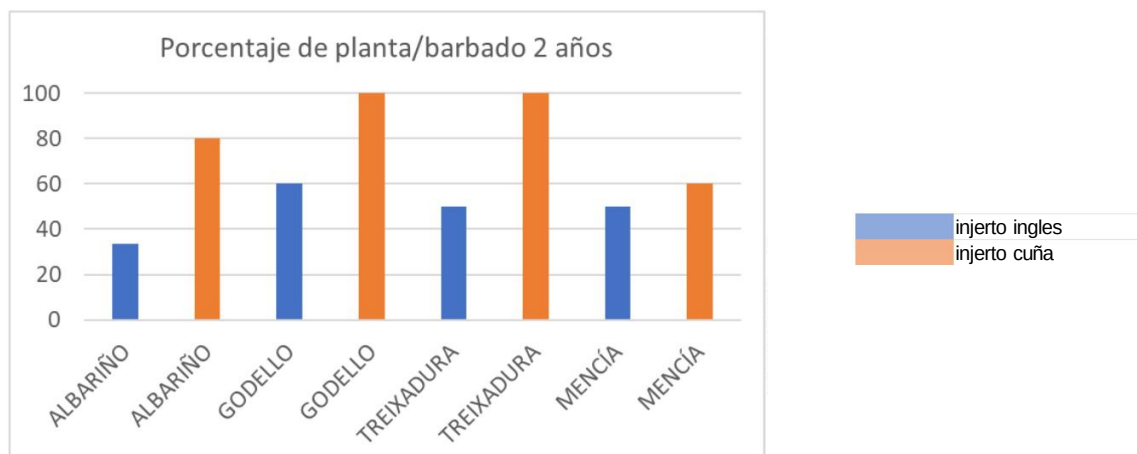


Figura 4.2.6. Porcentaje de supervivencia de planta injertada en campo, mediante injerto en cuña e injerto inglés, en barbados de 2 años

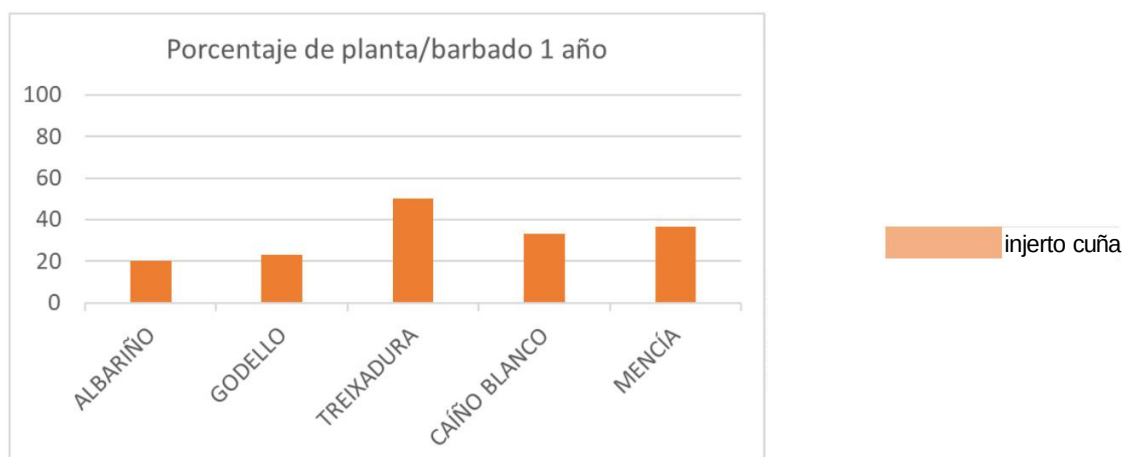


Figura 4.2.7. Porcentaje de supervivencia de planta injertada en campo, mediante injerto en cuña, en barbados de 1 año

El injerto en campo por la técnica habitual de injertado, injerto en cuña, en barbados de dos años, parece ser la más adecuada para la obtención de planta viable.

Los resultados también muestran un grado de supervivencia diferente en función de la variedad, siendo la variedad Mencía con la que se obtendría una menor producción de planta.

4.3 Tolerancia a *Armillaria mellea*

La evaluación de los síntomas presentados por las plantas de Folla Redonda y 110 R inoculadas en 2023 mostró que más del 80 % de las plantas estaban infectadas con *Armillaria mellea*. Más del 50% de las raíces evaluadas presentaban micelio del hongo. Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de plantas con micelio en el cuello de la planta, presentando el portainjerto 110 R un 30,8% en comparación a Folla Redonda, que mostró un 60% de plantas con el cuello afectado (Figura 4.3.1).

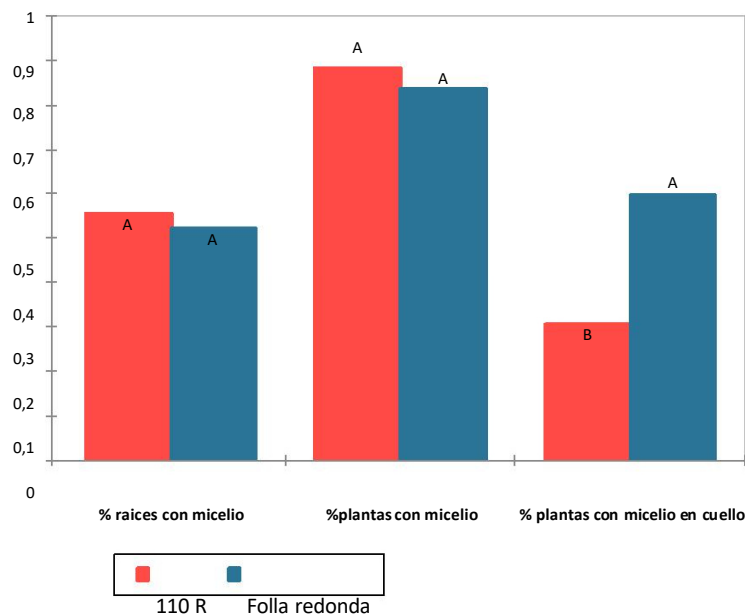


Figura 4.3.1. Ensayo de tolerancia a *Armillaria mellea*, año 2023. Presencia de micelio en raíz y cuello de las plantas

En 2024 se añadieron dos nuevos portainjertos al estudio (Rupestris de Lot y 3309 C). Se puede ver que los porcentajes son inferiores al año 2023, posiblemente porque el tiempo entre la inoculación y la evaluación de síntomas fue menor (Figuras 4.3.2 y 4.3.3). Folla Redonda presenta un mayor porcentaje de plantas con micelio con respecto a los demás portainjertos, excepto Rupestris de Lot que presenta similares valores. Sin embargo, Folla Redonda presentó un menor porcentaje de plantas con micelio en el cuello este año. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los portainjertos para los parámetros evaluados (% de plantas con micelio/plantas totales, % raíces con micelio/raíces totales evaluadas, % plantas con micelio en cuello/ plantas totales).



Figura 4.3.2. Micelio de *Armillaria mellea* en cuello y raíz de la planta

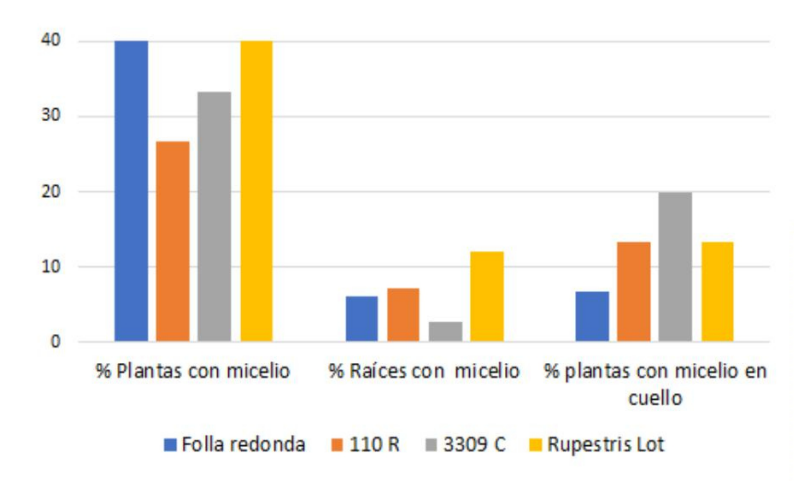


Figura 4.3.3. Ensayo de tolerancia a *Armillaria mellea*, año 2024. Presencia de micelio en raíz y cuello de las plantas

4.4 Evaluación de Folla Redonda para su uso como portainjerto

4.4.1 Tolerancia a filoxera

Debido a que es preciso esperar un año para obtener los resultados de implantación del insecto en las raíces, hasta 2025 no se tendrán datos de este ensayo.

4.4.2 Tolerancia a nemátodos

Al final del experimento no se observaron ningún tipo de síntomas en la parte aérea de las plantas de los tres portainjertos, independientemente de que hubiesen sido inoculados con los nematodos o no (Figura 4.4.1). Similarmente a lo que habíamos constatado en experimentos anteriores en condiciones controladas realizados en nuestro laboratorio, estas condiciones son óptimas para evaluar la capacidad reproductiva de especies de nematodos en portainjertos de plantas, pero no son adecuadas para medir los efectos sobre el crecimiento y productividad de las plantas, dado el corto espacio temporal de la evaluación. Por consiguiente, solo se evaluaron los síntomas del parasitismo en las raíces y la tasa de reproducción (Rf) de los nematodos (Gutiérrez-Gutiérrez et al., 2011). La severidad de los síntomas de nodulación radical de los portainjertos Folla Redonda, 41-B y 100-R, frente al parasitismo por *M. javanica* y *X. index*, así como las poblaciones de ambos nematodos en suelo y/o raíz se muestran en la Tabla 4.4.1. La severidad de la nodulación radical en los patrones de viñedo estuvo afectada muy significativamente ($P < 0.0001$) por el parasitismo de ambos nematodos. La mayor severidad de los síntomas de nodulación en las plantas infectadas con *M. javanica* se observó en el portainjerto 41-B (5,04), que fue significativamente mayor ($P < 0.0001$) que la observada en 110-R (2,58), y seguida por una menor nodulación por Folla Redonda (1,29) ($P < 0.0001$), que fue significativamente menor que las dos anteriores. Sin embargo, en las plantas inoculadas con *X. index*, la severidad de la nodulación apical fue

similar ($P \geq 0.05$) en ambos portainjertos (41-B y 110-R; 2,88 y 2,92, respectivamente), y significativamente inferior en Folla Redonda (1,00). Similarmente a lo que ocurrió con la severidad de los síntomas, la tasa de reproducción de ambos nematodos se vio afectada muy significativamente ($P < 0.0001$) por los diferentes tratamientos. Análogamente a lo detectado en la severidad de los síntomas, el portainjerto 41-B mostró una mayor tasa de reproducción para ambos nematodos ($P < 0.0001$), seguido de 110-R para ambos nematodos. De igual manera y para ambos nematodos, la tasa de reproducción de los nematodos en Folla Redonda fue significativamente menor ($P < 0.0001$) que en los cultivares 41-B y 110-R (1,61 y 1,84 para *M. javanica* y *X. index* respectivamente).

Los resultados obtenidos para ambos nematodos en los portainjertos 41-B y 110-R son similares a los observados por nuestro laboratorio en experimentos anteriores (Gutiérrez-Gutiérrez et al., 2011), con ligeras diferencias, que pueden deberse a los diferentes niveles de inóculo utilizados y el espacio temporal, que fue ligeramente superior en el presente experimento, con objeto de facilitar al máximo la reproducción de los nematodos en las plantas y obtener un resultado más concluyente. En lo que respecta al portainjerto, Folla Redonda, los datos para ambos nematodos indican que es huésped óptimo de *M. javanica* y *X. index* (Rf 1,61 y 1,84, respectivamente) con escasa presencia de síntomas de nodulación radical (1,29 y 1,00, respectivamente) y con un comportamiento frente a *M. javanica* y *X. index* claramente diferente a los portainjertos 41-B y 110-R.



Figura 4.4.1. Síntomas en raíces de los portainjertos inoculados con *M. javanica* y *X. index*

Tabla 4.4.1. Sintomatología radical y capacidad reproductiva del nematodo nodulador de raíces *M. javanica* y en nematodo daga *X. index* sobre los portainjertos de vid 110-R, 41-B y Folla Redonda^a

Portainjerto	Tratamiento	Peso fresco Raíz	Índice Nodulación ^b	Nematodos Suelo (total)	Nematodos Raíz (total)	Pf ^c	Rf ^c
110-R	Control	75,18 ± 11,41	0	0	0	0	0
	<i>Meloidogyne javanica</i>	79,17 ± 9,16	2,58 ± 0,79 B	45266 ± 14935	111166 ± 27225	156433 ± 29692	5,21 ± 0,99 B
	<i>Xiphinema index</i>	80,50 ± 5,42	2,92 ± 0,19 a	9002 ± 2019	0	9002 ± 2019	4,02 ± 0,67 b
41-B	Control	81,55 ± 1,76	0	0	0	0	0
	<i>Meloidogyne javanica</i>	95,69 ± 12,07	5,04 ± 0,92 A	147733 ± 24236	474450 ± 64164	622183 ± 64979	20,74 ± 2,17 A
	<i>Xiphinema index</i>	92,19 ± 5,63	2,88 ± 0,23 a	17412 ± 2416	0	17412 ± 2416	5,80 ± 0,81 a
Folla Redonda	Control	68,99 ± 4,08	0	0	0	0	0
	<i>Meloidogyne javanica</i>	79,80 ± 6,62	1,29 ± 0,62 C	48200 ± 7246	86975 ± 15482	48279 ± 7247	1,61 ± 0,24 C
	<i>Xiphinema index</i>	76,28 ± 6,15	1,00 ± 0,37 b	5523 ± 535	0	5523 ± 535	1,84 ± 0,18 c

^a Medias de los tratamientos de cada nematodo entre portainjertos seguidas por la misma letra (mayúscula para *M. javanica*, minúscula para *X.index*) no difieren significativamente (≥ 0.05) según el contraste de diferencias entre grupos mediante el método de Tukey.

^b Escalas de severidad de la nodulación radical.

^c Pf = Población final de nematodos (suelo + raíz); Rf (índice o tasa de reproducción) = Pf/Pi; donde Rf = tasa de reposición, Pf = población final y Pi = población inicial

4.4.3 Tolerancia a sequía

El estado hídrico de la planta es muy importante debido a que es un indicador del grado de hidratación de esta y del grado de abastecimiento hídrico desde el suelo, lo que determinará en cada estado fenológico la multiplicación celular, la capacidad fotosintética, el desarrollo vegetativo de la planta y también la composición final del fruto y la producción de la planta.

Es necesario conocer el estado hídrico de la planta para decidir sobre la necesidad que tiene del cultivo de riego, ya que una misma cantidad de agua puede ser excesiva o escasa dependiendo de las condiciones concretas en las que se encuentre el viñedo.

La apreciación visual de las cepas es una forma de ver si el crecimiento es muy activo o se ralentiza, observando la marchitez o senescencia de las hojas de la cepa, incluso el ángulo que forma el eje del peciolo y el plano de la hoja o observando el crecimiento de los entrenudos, pero este sistema es una valoración subjetiva en la cual el acierto o el error dependerá de la pericia del observador. Por eso, el potencial hídrico del tallo es una medida sencilla de realizar y que nos da un valor cuantitativo que se puede comparar con unos datos de referencia, que instantáneamente, va a indicar cuál es la situación en la que se encuentra esa cepa del viñedo.

El potencial hídrico foliar, es un indicador del estado hídrico de la planta en campo. El mediodía es el momento del día en el que se debe medir el potencial, tal como se ha realizado en este ensayo.

Para saber si la planta se encuentra en un nivel de estrés hídrico hay marcados unos parámetros de potencial hídrico dependiendo de la forma y del momento del día de medida para los diferentes grados de estado hídricos, que resumimos en la siguiente imagen.

Estado hídrico	Potencial hídrico foliar antes de amanecer (MPa)	Potencial hídrico foliar a mediodía (MPa)
No estrés. Crecimiento vegetativo no limitado. Actividad fotosintética alta.	$\Psi_{aa} > -0,2$	$\Psi_{MD} > -0,8$
Déficit moderado. Crecimiento vegetativo bajo o casi parado. Actividad fotosintética alta.	$-0,2 > \Psi_{aa} > -0,4$	$-0,8 > \Psi_{MD} > -1,2$
Déficit fuerte. Crecimiento vegetativo parado. Actividad fotosintética disminuida.	$-0,4 > \Psi_{aa} > -0,6$	$-1,2 > \Psi_{MD} > -1,4$
Déficit severo. Si persiste habrá caída de hojas por desecación. Ralentización o parada de la maduración.	$-0,6 > \Psi_{aa}$	$-1,4 > \Psi_{MD}$

En la fig. 4.4.2 Se muestra el potencial hídrico de las plantas de Folla Redonda que han sido sometidas a estrés hídrico y de las plantas que se han regado en condiciones habituales. En la campaña 2023 solamente se realizaron plantas de Folla Redonda con y sin estrés hídrico, solamente en dos días se observó un déficit fuerte. Los resultados del potencial hídrico han sido muy similares en las plantas con y sin estrés. En la anualidad 2024, se compararon los resultados con uno de los portainjertos más utilizados en el viñedo gallego, el 110R (fig. 4.2.3, 4.3.4). Los valores de potencial no alcanzaron niveles indicativos de déficit hídrico a excepción del 1 de agosto, en el que se midieron -0,8 Mpa en folla Redonda y de -1,10 Mpa en 110R, y el 14 de agosto con valores para ambos portainjerto de aproximadamente -1,4 Mpa. En general la respuesta de Folla Redonda al estrés hídrico ha sido superior que en 110R.

En la fig 4.4.5 se muestra la integral de estrés observándose diferencias significativas entre 110R y Folla redonda, la integral de estrés para Folla redonda sometida a estrés ha sido de 90,85 Mpa.día frente a 1116,32 Mpa-día de 110R.

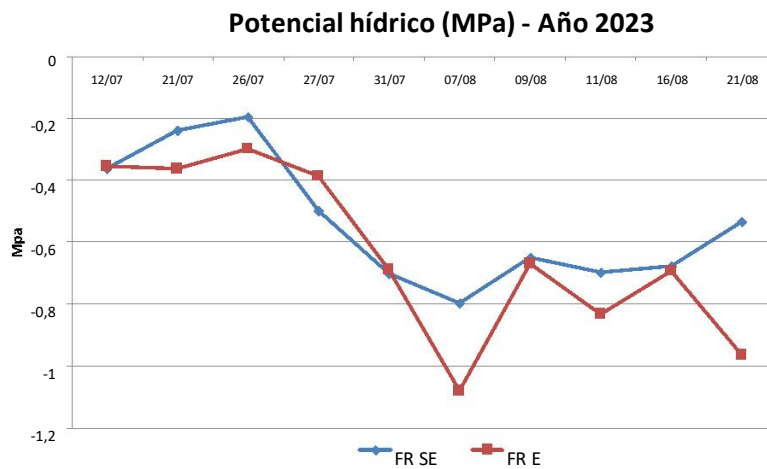


Figura 4.4.2. Respuesta de Folla redonda al estrés, medida a través del potencial hídrico foliar. En azul se muestra Folla redonda sin estrés y en rojo sometida a estrés hídrico

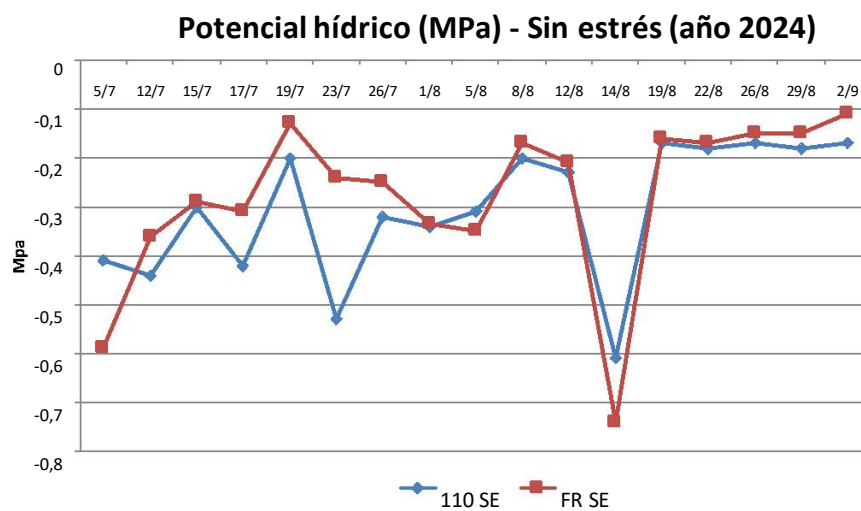


Figura 4.4.3. Respuesta de Folla redonda y 110R al riego. En azul se muestra Folla redonda y en rojo 110R

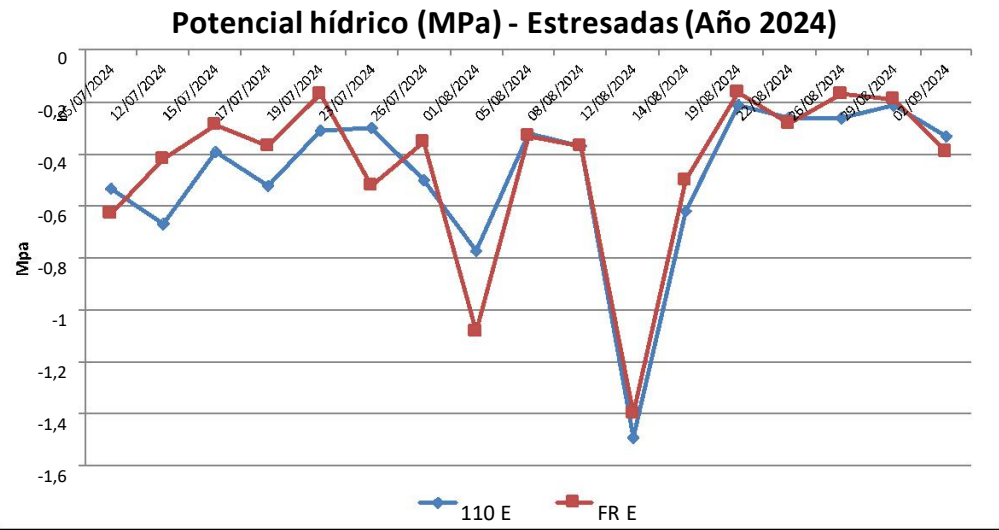


Figura 4.4.4. Respuesta de Folla redonda y 110R al estrés hídrico. En azul se muestra Folla redonda y en rojo 110R

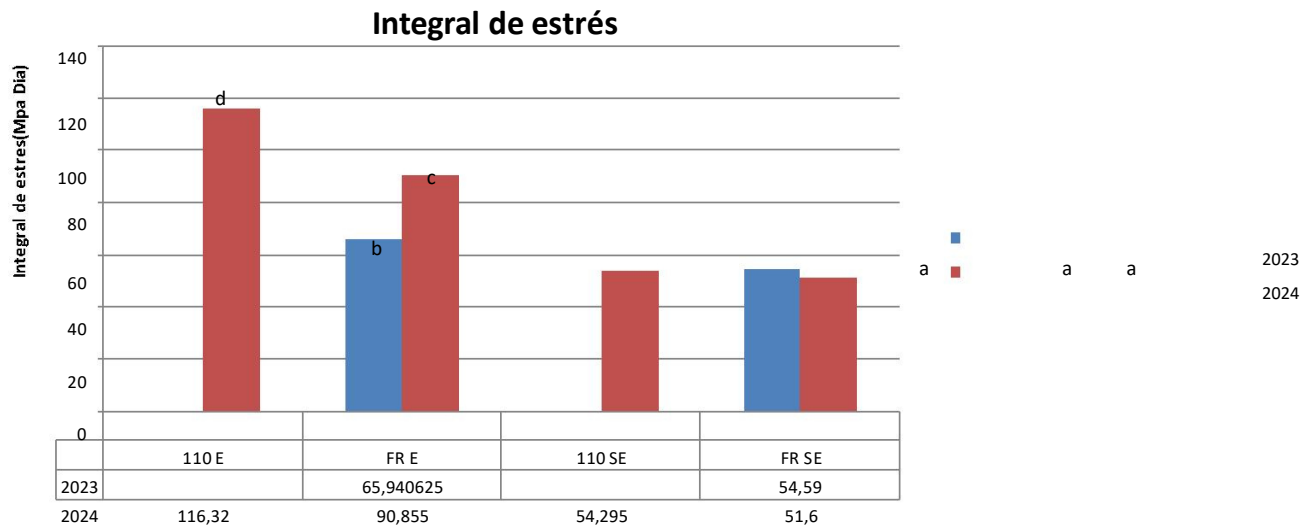


Figura 4.4.5. Integral de estres hídrico para Folla Redonda y 110R con riego (S) y con riego deficitario (SE).

4.4.4 Evaluación de la absorción de potasio

Las raíces de Folla Redonda presentaron un aumento de peso significativo conforme aumentaba la concentración de potasio en el riego. (Figura 4.4.6), así como de peso de hojas, si bien este último no fue significativo (Figura 4.4.7).

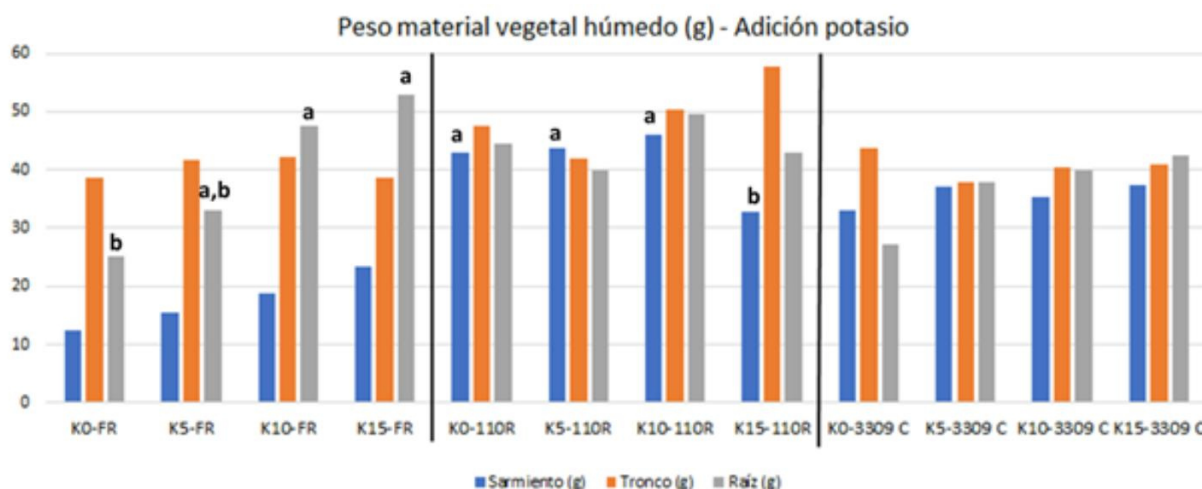


Figura 4.4.6. Peso del material vegetal por planta para los tres portainjertos testados a las diferentes concentraciones de potasio

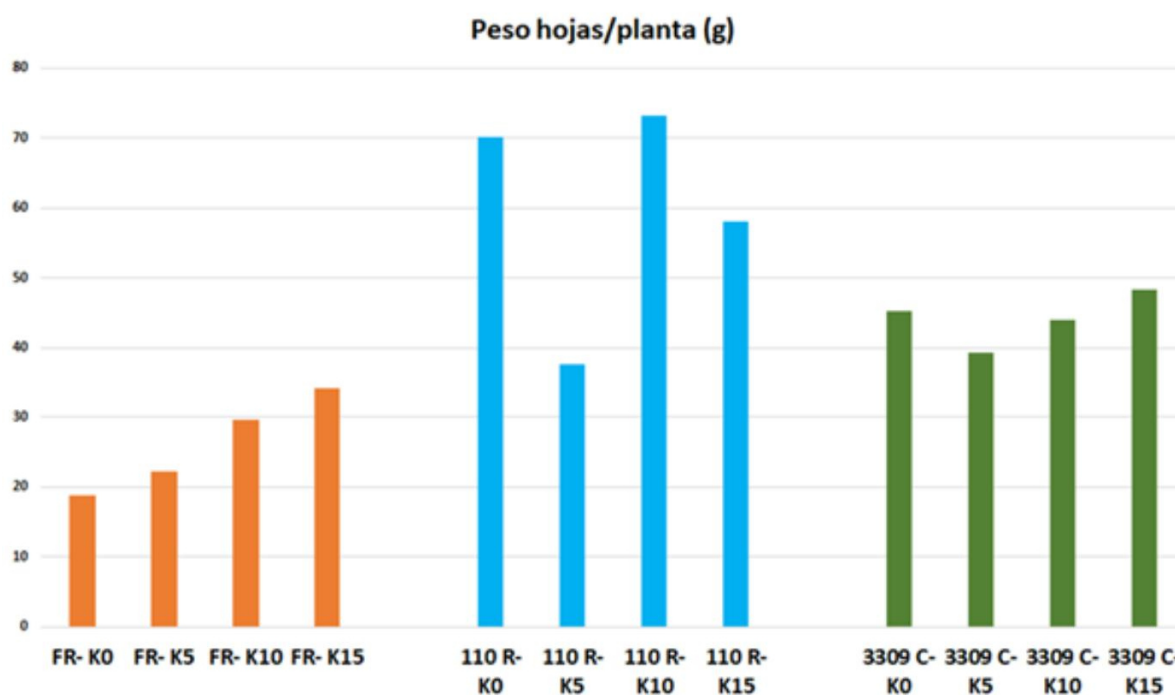


Figura 4.4.7. Peso de hojas por planta para los tres portainjertos testados a las diferentes concentraciones de potasio

4.4.5 Tolerancia a salinidad en suelo

Al final del experimento las plantas de Folla Redonda presentaron diferencias significativas en cuanto a peso de pámpanos y raíces entre las distintas concentraciones de sales ensayadas, pero sin presentar una tendencia clara. Las plantas de 3309 C, portainjerto que no tolera la salinidad, presentaron diferencias significativas en el peso de los pámpanos, reduciéndose conforme aumentaba la cantidad de

sales en suelo (Figura 4.4.8). El peso de hojas por planta no presentó diferencias significativas (datos no mostrados).

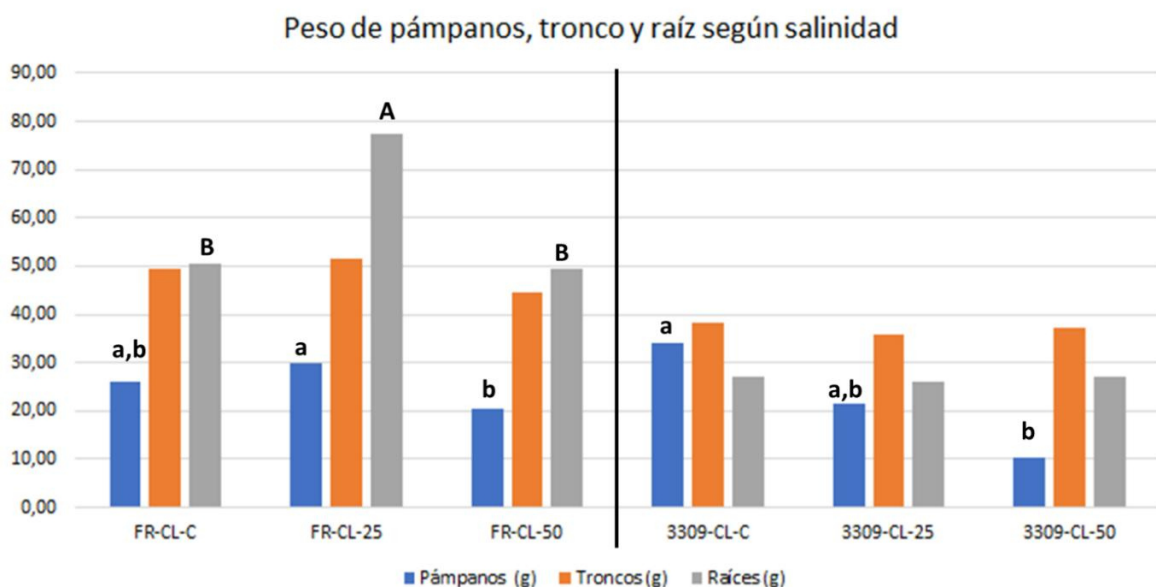


Figura 4.4.8. Peso de pámpanos, troncos y raíces de los portainjertos según las diferentes concentraciones de ClNa en riego

Respecto a la composición mineralógica de las hojas, grandes diferencias se pudieron ver entre ambos portainjertos, acumulando 3309 C grandes cantidades de sodio conforme aumentaba la concentración de sales en el riego (Figura 4.4.9). También se observó una disminución de hierro en hoja conforme aumentan las sales (Figura 4.4.10).

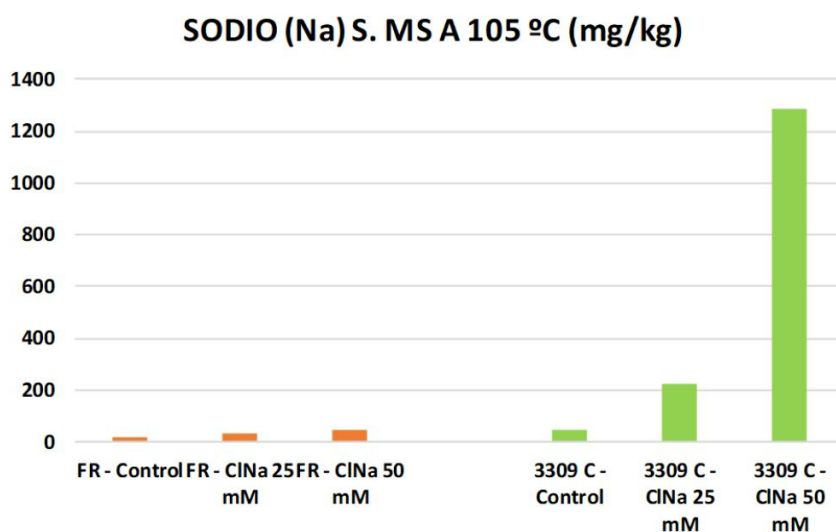


Figura 4.4.9 Concentración de sodio (en materia seca a 105°C) en hoja

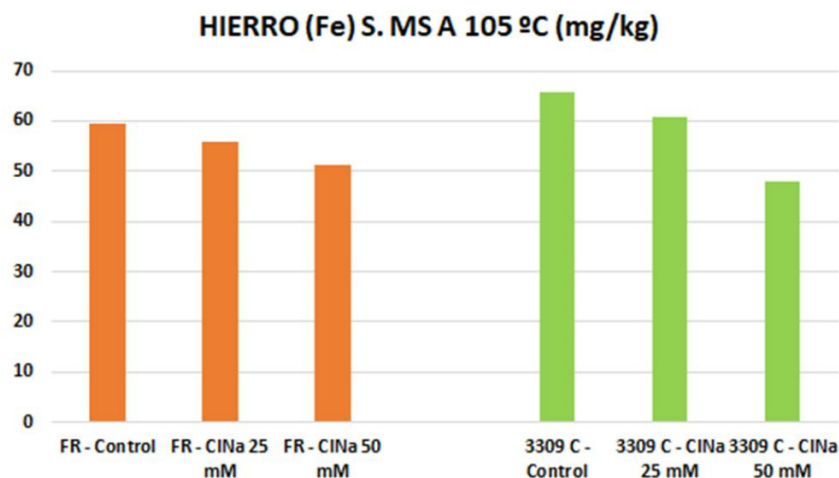


Fig. 4.4.10. Concentración de hierro (en materia seca a 105°C) en hoja

4.4.6 Tolerancia a distintos pH de suelo

Para el acondicionamiento del pH del sustrato se utilizó azufre y caliza dolomítica siguiendo las dosis recomendadas en la bibliografía. Sin embargo, los pH alcanzados (medidos a media profundidad de la maceta, donde se establecen las raíces) no se correspondieron con los buscados. El pH ácido teórico de 4,5 bajó mucho más de lo esperado. En cuando al pH básico teórico (7,5) se quedó en valores próximos a 6,5, posiblemente porque la caliza dolomítica empleada estaba en forma granulada y no se deshizo lo suficiente, de hecho, se encontraban gránulos en el momento de la medida (Tabla 4.4.2).

Tabla 4.4.2. Valores de pH teóricos del sustrato y valores reales

PORTAINJERTO	pH teórico	pH Real	pH teórico	pH Real	pH teórico	pH real
Folla Redonda	4,5	3,289	6,0	5,709	7,5	6,37
41-B		3,511		5,622		6,4
196-17 C		3,577		5,668		6,53

El peso de hoja al final del experimento sufrió un aumento en Folla Redonda y en 41 B conforme aumentaba el pH, significativo en el caso del primero (Figura 4.4.11). No se observaron diferencias en peso significativas entre pámpano, tronco y raíz para los diferentes pH.

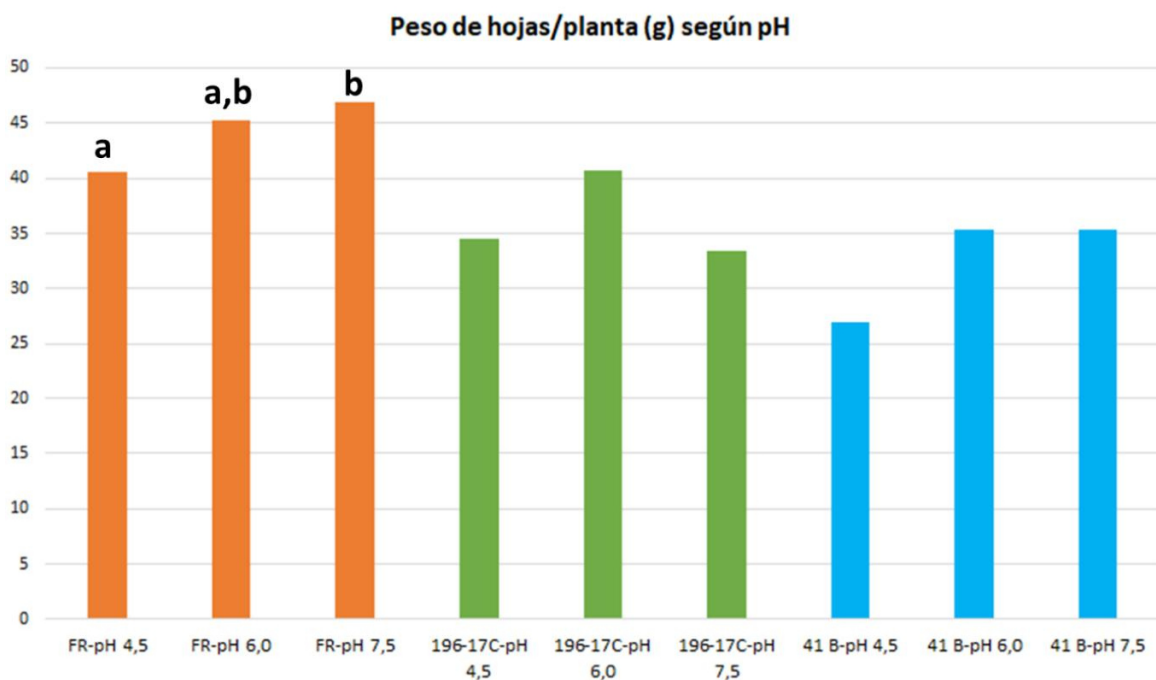


Figura 4.4.11. Peso de hojas por planta según el pH

Respecto a la composición mineralógica de las hojas, se observó una mayor absorción de fósforo y manganeso a pH más bajos (Figura 4.4.12).

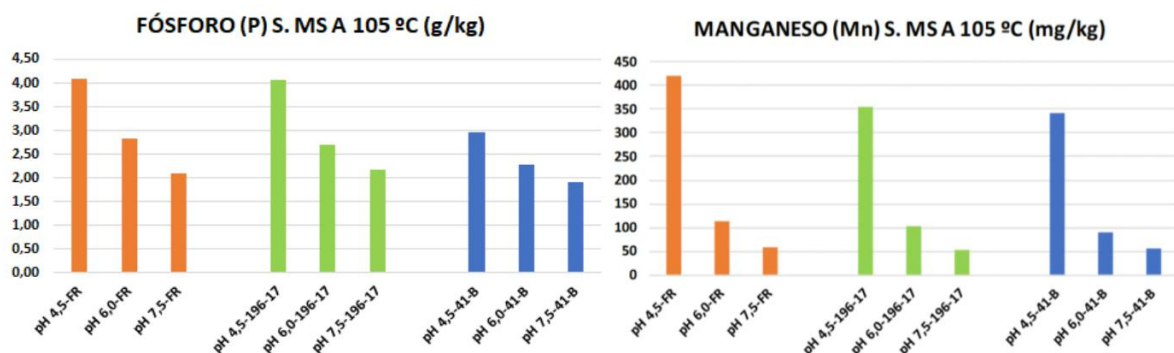


Figura 4.4.12. Fósforo y manganeso en hoja a los diferentes pH

4.4.7 Establecimiento de campos de ensayo de Folla Redonda

Tal como se proponía dentro de las actividades del proyecto las plantas obtenidas en los ensayos realizados se utilizaron para realizar la plantación en campo. En parcelas de Cooperativa Arousana, Cooperativa Vitícola do Ribeiro, se plantaron para las 5 variedades evaluadas, Albariño, Treixadura, Godello, Caíño Blanco y Mencía, una media de 20 plantas de cada tratamiento, raíz desnuda con injerto en omega, e injerto ingles, planta pot en injerto en omega e injerto ingles, y 60 barbados de Folla Redonda para realizar injertos en campo y ver su evolución en años posteriores. Al mismo tiempo se plantaron marras en viñedos, afectados por Amillaria. En las siguientes imágenes se muestra distintos momentos de las plantaciones



Fig.4.4.13. Plantación de viñedo en parcela del Ribeiro con planta a raíz desnuda, planta pot, y barbado, y reposición de marras en parcela de Salnés

Referencias de las fincas donde se llevó a cabo la plantación
 42°29'47.6"N 8°46'46.0"W 42°29'56,9"N 8°46'18,1"W

4.5 Huella de carbono del proceso de producción de planta en base a la utilización de distintos tipos de injerto

La huella de carbono ha sido calculada en función de la utilización del injerto en omega y del injerto inglés, teniendo en cuenta las distintas técnicas utilizadas para los mismos. No se calcula para el injerto en campo, puesto que el establecimiento de los campos ha tenido que realizarse en el último año de proyecto, y por tanto no es posible realizar el cálculo del mismo.

Se detallan a continuación los factores principales empleados para el cálculo de la huella de carbono en la producción de plantas de vivero injertadas:

1. Cultivos

En la herramienta empleada valoramos como "otros cultivos leñosos – planta de vivero", dado que el cultivo de vid en este caso no tiene como resultado la obtención de uva sino la producción de madera para su posterior injertado y producción de planta de vivero.



Figura 4.4.14. Plantación de planta injertada en el vivero

El campo de plantación tiene una superficie de 2,5 Ha y se estima una producción anual con los datos productivos del 2023, de 30.000 kg de planta (30 Tn).

Para el abonado de las fincas se emplea fertilizante nitrogenado sintético y estiércol de origen vacuno. Se aplica enmienda caliza al terreno y en cuanto a los residuos vegetales, lo poco que resta dado que la madera de poda se empleará en la formación de yemas para su posterior injertado, se incorpora en su mayoría al suelo, siendo tan sólo un pequeño porcentaje quemado, generando por ello mínimas emisiones de CO₂- eq.

2. Combustibles fósiles

- Por un lado, se realiza un consumo de gasóleo agrícola, gasóleo tipo B, de 2400 L anuales, empleado por dos tractores en la realización de tareas en viña (aplicación de fertilizantes, laboreo mínimo, arrancado de planta, colocación de mallas antihierba, colocación de mangueras de goteo, aplicación de fitosanitarios, entre otras).

- Por otro lado, hay un consumo de combustible, gasoil B10, por parte de los vehículos propios de la organización, que asciende a 1780L anuales.

4.5.1 Con injerto omega

Combustible fósil de vehículos externos a la organización:

Se requiere para el desarrollo de esta tarea de injerta, comprendida fundamentalmente en el mes de abril, la contratación de 5 empleados a mayores de los 3 trabajadores fijos durante todo el año (consumos fijos de combustible especificados previamente). Estos trabajadores comparten dos vehículos para trasladarse al lugar de trabajo, lo que conlleva un consumo de combustible diésel extra en el desplazamiento al taller

Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

1º vehículo diésel – 168 kms/mes

2º vehículo diésel – 840 kms/mes

Emisiones consumo diésel $\square$ 166,17 kg CO₂-eq

Consumo eléctrico:

En la nave industrial donde se almacena la madera y se produce la planta, se produjo un consumo de electricidad que asciende a 20,653 kWh. Este consumo, se ve notablemente incrementado en el mes de injerta debido a la utilización de maquinaria y activación de cámaras tales como baños de parafinado de las plantas, cámaras de conservación de la madera y cámaras de estratificación para el proceso de callogénesis.

El tiempo requerido para llevar a cabo en torno a 300,000 injertos omega es de un mes de trabajo con 8 empleados en total, trabajando 8 horas al día. Esto se traduce en términos de consumo eléctrico y emisiones correspondientes:

Factor de emisión (kg CO₂/kW): 0,271

Consumo de energía eléctrica anual:

20,653 kWh* 0,271 kg CO₂/kWh= 5.596,96 kg CO₂-eq =5,596 tn CO₂-eq

4.5.2 Con injerto inglés

Combustible fósil de vehículos externos a la organización:

Debido a la realización manual de este tipo de injerto, tanto la mano de obra como el tiempo requerido para llevar a cabo el mismo número de injertos que tipo omega, en torno a 300,000, se ve incrementado. Se contratarán 5 personas más y la actividad de injertado se ampliará durante la segunda quincena de marzo y la primera quincena de mayo, es decir, se ve prolongada un mes más.

Se estima por tanto el incremento notable de consumo de combustible diésel en desplazamiento por parte de los trabajadores hasta el lugar de trabajo, el taller.

1º vehículo diésel – 168kms/mes*2meses

2º vehículo diésel – 840 kms/mes*2meses

3º vehículo diésel - 168kms/mes*2meses

4º vehículo diésel – 840 kms/mes*2meses

Emisiones consumo diésel $\square$ 664,70 kg CO₂-eq

Consumo eléctrico:

En la nave industrial donde se almacena la madera y se produce la planta, se produjo un consumo de electricidad de 24,308 kWh, mayor consumo respecto a la producción de planta con injerto omega por la prolongación del periodo de injerta durante un mes con elevado consumo eléctrico

(mantenimiento de encendido de cámaras de conservación de la madera y de estratificación, entre otros).

Factor de emisión (kg CO₂/kWh): 0,271

Consumo de energía eléctrica anual:

$$24,308 \text{ kWh} * 0,271 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 6.587,468 \text{ kg CO}_2\text{-eq} = \underline{\underline{6,587 \text{ tn CO}_2\text{-eq}}}$$

4.5.3 Valor de las huellas de carbono calculadas

Dado que la huella de carbono para el cultivo de leñosas – planta de vid se obtuvo a partir de los insumos y las prácticas de manejo por medio de los factores de emisión de GEI (expresados en toneladas de CO₂-eq), los resultados se estiman en toneladas de CO₂-eq por hectárea (ha), que al ser divididos por los kg del producto agrícola producido, cantidad de planta de vivero en este caso, obtendremos el valor de kg CO₂-eq por kg de planta.

Compararemos así la huella de carbono que supone la producción de planta con injerto tipo omega o con injerto tipo inglés.

En el primer cálculo, en el que se utiliza **injerto tipo omega**, se obtienen los siguientes valores:

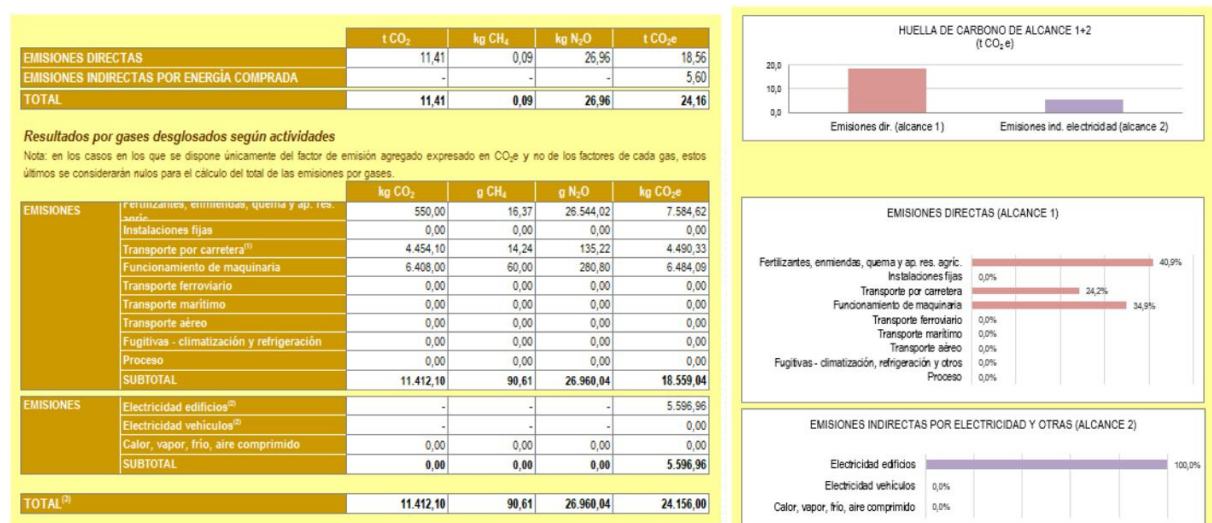


Figura 4.5.1. Valores determinados para calcular la huella de carbono del injerto tipo omega

Por lo tanto, la **valoración total con injerto tipo omega**:

Huella de carbono de alcance 1+2 del año de cálculo 2023 de 24,16 tn CO₂- eq.

9,66 tn CO₂- eq por Ha.

0,80 kg CO₂- eq por Kg de planta producida

En el segundo cálculo, en el que se utiliza **injerto tipo inglés**, se obtienen los siguientes valores, que se ven incrementados por un mayor consumo de combustible y electricidad como resultado de requerir un mayor número de trabajadores y horas de electricidad empleadas en la nave taller, ya que

la tasa de producción de planta con uno u otro tipo de injerto es distinta. Por lo tanto, la valoración total con injerto de tipo inglés:

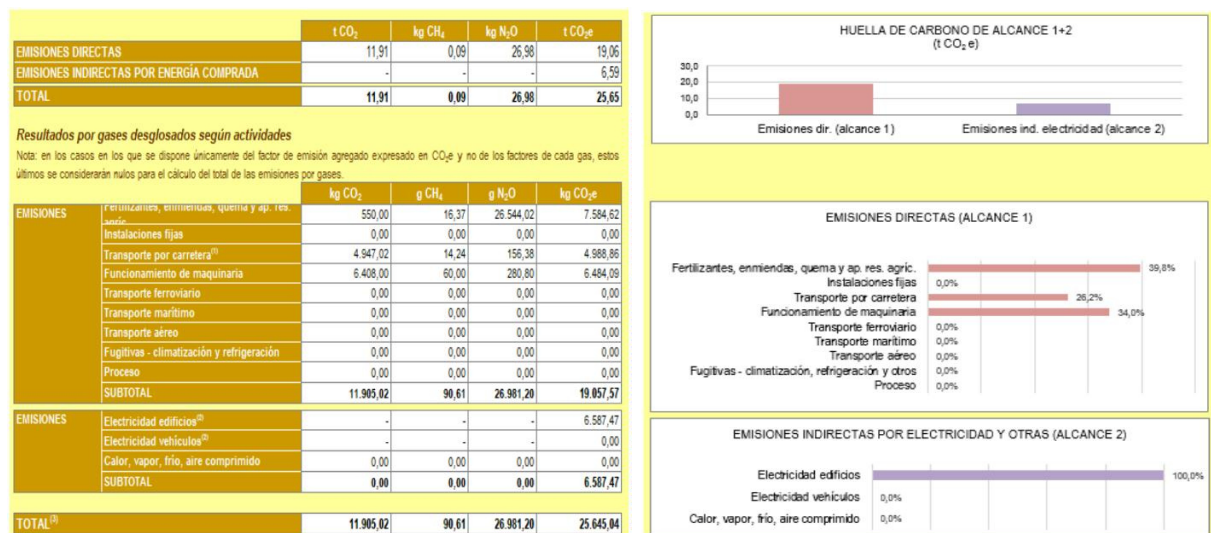


Figura 4.5.2. Valores determinados para calcular la huella de carbono del injerto tipo inglés

Por lo tanto, la valoración total con injerto tipo inglés:

Huella de carbono de alcance 1+2 del año de cálculo 2023 de 25,65 tn CO₂- eq.

10,26 tn CO₂- eq por Ha.

0,854 kg CO₂- eq por Kg de planta producida

A priori, y basándonos exclusivamente en los resultados obtenidos en ambos cálculos de huella de carbono realizados, apreciamos un incremento en la emisión de GEI como consecuencia de un mayor consumo de combustibles fósiles y energía eléctrica para la producción de planta con injerto inglés. Éste supondría un incremento de

0,054 kg CO₂- eq por Kg de planta producida.

Tres de las posibles recomendaciones a implementar en la organización para minimizar la emisión de GEI podrían ser:

a) Contratación de energía con Garantía de Origen: Sistema mediante el cual la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia garantiza que el origen de la energía eléctrica generada proviene de fuentes renovables o de sistemas de alta eficiencia.

b) Renovación de la flota de vehículos: Bien renovación si es económicamente viable o por el contrario, reposición de vehículos cuando sea necesario, tanto de la furgoneta como del furgón de la propia organización, sustituyéndolos por vehículos de bajas emisiones, como pueden ser híbridos o eléctricos

Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

c) Jornada continua de trabajo durante los meses de injerta: Como medida más inmediata y factible de cara a reducir el consumo de combustible, sería recomendable la implantación de la jornada de trabajo continua en vez de partida, durante el mes o los dos meses que dura la injerta. Esto conllevaría la reducción a la mitad del consumo de combustible por parte de los vehículos utilizados por los empleados temporales.

5 CONSIDERACIONES FINALES DE CARÁCTER GENERAL

Este trabajo se comenzó con la intención de suministrar al sector un portainjerto resistente a *A. mellea* que permitiera plantar en suelos contaminados con este hongo, ya que existía la teoría de viticultores gallegos que era idóneo para suelos con presencia de este patógeno.

Los datos obtenidos no han mostrado resultados prometedores, ya que sus raíces son atacadas igual que otros portainjertos autorizados en vid. Quizás la rusticidad propia de este Híbrido Productor Directo determine una mayor durabilidad de las plantas.

Si bien, el estudio llevado a cabo indica que este portainjerto posee otras características que pueden ser valorables a la hora de considerar su legalización como portainjerto.

Es adecuado para suelos con nemátodos, posee una buena respuesta al estrés hídrico que la hace muy adecuada frente al cambio climático, y para zonas donde la capacidad de retención de agua por los suelos es baja, el pH ácido de los suelos no es determinante en el desarrollo de las plantas, posee una buena capacidad de absorción de potasio.



Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguín O., Mansilla J.P., Sainz M.J. 2006. *In vitro* selection of an effective fungicide against *Armillaria mellea* and control of white root rot of grapevine in the field. *Pest Manag Sci* 62(3):223-8. DOI: 10.1002/ps.1149.
- Aguín O., Abuín M., Lozano F., Ferreiroa V., Corral M., Mansilla J.P. 2015. Incidencia y distribución del género *Armillaria* en viñedos de las cinco denominaciones de origen de vino de Galicia (noroeste de España). *Rev Iberoam Micol* 32(1):13-19. DOI: 10.1016/j.riam.2013.10.010.
- Aslan A.M., Yüksel B., Öztürk, N. 2022. Antagonistic effects of *Trichoderma* species in biocontrol of *Armillaria* root rot disease *in vitro* conditions. *Kastamonu Univ J For* 22(1):17-23. DOI: 10.17475/kastorman.1095712.
- Bates T., Dunst R., Taft T., Vercant M. 2002. The vegetative response of 'Concord' grapevines to soil pH. *HortScience* 37(6):890-893. DOI: 10.21273/HORTSCI.37.6.890.
- Baumgartner K., Rizzo D.M. 2006. Relative resistance of grapevine rootstocks to *Armillaria* root disease. *Am J Enol Vitic* 57:408-414. DOI: 10.5344/ajev.2006.57.4.408.
- Bianchi D., Caramanico L., Grossi D., Brancadoro L., De Lorenzis, G. 2020. How do novel M-rootstock (*Vitis* Spp.) genotypes cope with drought? *Plants* 9:1385. DOI: 10.3390/plants9101385.
- BOE, 2023. Real Decreto 32/2023, de 24 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1338/2018, de 29 de octubre, por el que se regula el potencial de producción vitícola. Boletín Oficial del Estado núm. 21, de 25 de enero de 2023, páginas 10290 a 10321.
- Coolen W.A. 1979. Methods for the extraction of *Meloidogyne* spp. and other nematodes from roots and soil. In: Lamberti F., Taylor C.E., eds. *Root-knot nematodes (Meloidogyne species): systematics, biology and control*. London, UK: Academic Press, 317-329.
- Gutiérrez-Gutiérrez C., Palomares-Rius J.E., Jiménez-Díaz R.M., Castillo P. 2011. Host suitability of *Vitis* rootstocks to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) and the dagger nematode *Xiphinema index*, and plant damage caused by infections. *Plant Pathol* 60:575-585. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2010.02404.x
- Hussey R.S., Barker K.R. 1973. Comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Dis Rep* 57:1025-1028.
- Martín J.P., Borrego J., Cabello F., Ortiz J.M. 2003. Characterisation of spanish grapevine cultivar diversity using sequence-tagged microsatellite site markers. *Genome* 46:10-18. DOI: 10.1139/g02-098.

Grupo operativo “Producción de planta de vid resistente a la podredumbre blanca de raíz”	
PLANTAVID (FEADER 2022/014B)	INFORME FINAL

- Nogales A., Aguirreolea J., Santa María E., Camprubí A., Clavet C. 2009. Response of mycorrhizal grapevine to *Armillaria mellea* inoculation: disease development and polyamines. Plant Soil 317:177-187. DOI: 10.1007/s11104-008-9799-6.
- Pertot I., Gobbin D., De Luca F., Prodorutti D. 2008. Methods of assessing the incidence of *Armillaria* root rot across viticultural areas and the pathogen's genetic diversity and spatial-temporal pattern in northern Italy. Crop Prot 27(7):1061-1070. DOI: 10.1016/j.cropro.2007.12.013.
- Pou A., Rivacoba L., Portu J., Mairata A., Labarga D., García-Escudero E., Martín I. 2022. How rootstocks impact the scion vigour and vine performance of *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo. Aust J Grape Wine Res 9871347:16 pp. DOI: 10.1155/2022/9871347.
- Poveda J., Millen M.R., Bailey A.M. 2024. Analysis of *Trichoderma* as an effective biological control agent against the honey fungus (*Armillaria* spp.). Biol Control 188:105424. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2023.105424.
- Prodorutti D., Luca, F., Michelon L., Pertot I. 2009. Susceptibility to *Armillaria mellea* root rot in grapevine rootstocks commonly grafted onto Teroldego Rotaliano. Phytopathol. Mediterr. 48. DOI: 10.14601/Phytopathol_Mediterr-2738.