



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Garnachas Históricas: Grupo de cooperación para la conservación de garnachas históricas de la Denominación de Origen Protegida Campo de Borja

Informe de actividades realizadas por la Universidad Pública de Navarra

30 de septiembre de 2024



Equipo investigador: **Mónica Galar**, Garazi Zunzarren, Laura Escolano, Sara Crespo, Maite Loidi, Maider Vélaz, Haizea Romeo, Nazareth Torres, Jorge Urrestarazu, Carlos Miranda, Ana Fernández

Coordinación: **Gonzaga Santesteban**

Índice

1. Contextualización de los trabajos	2
2. Planteamiento realizado	2
3. Resultados del análisis de la información ortofotográfica histórica	3
4. Resultados del análisis de la configuración de los viñedos (sistema de formación, marco de plantación y disposición de las cepas)	4
5. Resultados del estudio de la configuración de las cepas - grado de ramificación y renovación.....	6
6. Identidad y variabilidad genética	7
7. Valoración global de los trabajos y previsión.....	13
 Anexos.....	 14
Anexo 1. Listado de las 12 parcelas consideradas en la fase inicial de estudio.....	14
Anexo 2. Listado de las 68 parcelas consideradas en la segunda fase del estudio.....	15
Anexo 3. Información individual de cada parcela extraída a partir de las ortofotografías	17
Anexo 4. Descripción de los protocolos de PCR múltiple para la determinación de la identidad de muestras de variedad y de portainjerto	19
Anexo 5. Fotografías de hojas de los 6 portainjertos encontrados en las parcelas prospectadas y analizadas hasta la fecha de cierre del informe	21

1. Contextualización de los trabajos

El objeto del presente Contrato es la realización por parte del Profesor D. Luis Gonzaga Santesteban García y su equipo de un estudio para el Consejo Regulador de la DOP Campo de Borja para establecer un método que permita, al menos de una forma probabilística, asignar viñedos a tramos de edad para su certificación, a solicitud de la citada empresa dentro del proyecto “Garnachas Históricas: Grupo de cooperación para la conservación de garnachas históricas de la Denominación de Origen Protegida Campo de Borja”.

El presente informe recoge fundamentalmente los progresos entre el anterior informe, emitido en septiembre de 2.023 y septiembre de 2.024. Sin embargo, dada la naturaleza incremental de los trabajos, los resultados incluidos en este informe compilan todos los trabajos realizados hasta la fecha en el marco de la colaboración establecida en el marco del proyecto de Garnachas Históricas con la Universidad Pública de Navarra.

2. Planteamiento realizado

En una reunión celebrada en la sede de la DOP Campo de Borja de todos los integrantes del proyecto el 20 de julio de 2023 y junto con la realización de una revisión bibliográfica completa para conocer qué procedimientos de clasificación se utilizan en otras regiones del mundo, se acordó que la inferencia de la edad de un viñedo a partir de datos objetivos se basaría en la combinación de información de cuatro fuentes fundamentales.

- Información ortofotográfica histórica
- Configuración de la parcela: marco de plantación y disposición de las cepas
- Configuración de las cepas: estructura de las cepas (número de brazos, longitud, grado de ramificación y renovación)
- Identidad y variabilidad genética: tanto a nivel de portainjerto como a nivel de variedad, determinadas empleando marcadores moleculares.

Los trabajos comenzaron en un set de viñedos compuesto por 12 parcelas (6 de viñedos relativamente jóvenes, denominadas testigos, y 6 viñedos de mayor edad, denominadas históricas), que fueron elegidos de acuerdo a los criterios de las bodegas que forman parte del proyecto y por el personal técnico de la D.O.P. Campo de Borja. En el Anexo 1 se recoge la información catastral de dichas parcelas. Los trabajos realizados con estas 12 parcelas incluidos en el primer informe hacían referencia a la recopilación y análisis de la información ortofotográfica histórica y el estudio de la configuración de la parcela y de la disposición de las cepas, sin que estuviera concluida a fecha de cierre de dicho informe la identificación genética

del material vegetal empleando marcadores moleculares. En este segundo informe se incorporan los progresos realizados desde la emisión del primer informe, con la inclusión de resultados de un conjunto de 68 parcelas más (listadas en el Anexo 2) sobre las que se aplica una metodología derivada de los desarrollos realizados con las 12 parcelas iniciales.

3. Resultados del análisis de la información ortofotográfica histórica

Se realizó un trabajo de compilación ortofotografías aéreas u ortofotos. Las ortofotos son fotografías de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos están en la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico. En concreto, las ortofotos que han podido ser utilizadas se presentan en la Tabla 1, y a continuación se detallan sus características principales. Las ortofotos se adquirieron de la plataforma digital IGN (Instituto Geográfico Nacional), y se volcaron a un proyecto del software libre QGis, que permitirá su conservación y análisis posterior.

Tabla 1: Ortofotos empleadas para la caracterización geográfica

Ortofoto	Años	Fuente
PNOA actualidad máx	2022	https://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma
PNOA anual	2004-2019	https://www.ign.es/wms/pnoa-historico
SIGPAC	1997-2003	https://www.ign.es/wms/pnoa-historico
Vuelo nacional	1981-1986	https://www.ign.es/wms/pnoa-historico
Vuelo interministerial	1973-1986	https://www.ign.es/wms/pnoa-historico
Vuelo americano	1956-1957	https://www.ign.es/wms/pnoa-historico

- PNOA actualidad máx: mosaicos de ortofotos más recientes disponibles del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea. Cada mosaico se forma seleccionando, de entre toda la información de ortofotografía PNOA disponible, aquella que tenga una fecha de referencia más reciente, y en caso de coincidencia, se selecciona la que tiene un tamaño de píxel menor.
- PNOA anual (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea): mosaicos de ortofotos desde el año 2004 del PNOA. Cada mosaico se forma seleccionando, de entre toda la información de ortofotografía PNOA disponible, aquella que tenga el mismo año de vuelo. En los

casos en los que existe más de una ortofoto disponible, se selecciona la que tiene un tamaño de píxel menor.

- SIGPAC (1997-2003): ortofotos del vuelo SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas) realizado por el Ministerio de Agricultura entre 1997 y 2003. Imágenes cedidas por el Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA). Escala aproximada de vuelo 1:15.000 a 1:30.000, imágenes en blanco y negro y color. El tamaño del píxel de las ortofotos (GSD) varía entre 0,25 m y 0,50 m según la zona.
- Vuelo nacional (1981-1986): ortofotos del vuelo Nacional. Vuelo fotogramétrico realizado entre los años 1980 y 1986, por encargo del Instituto Geográfico y Catastral (actual Instituto Geográfico Nacional). Escala de vuelo aproximada 1:30.000, en blanco y negro. El tamaño del píxel de las ortofotos (GSD) varía entre 0,50 m y 1 m, según la zona.
- Vuelo interministerial (1973-1986): ortofotos del vuelo Interministerial. Vuelo realizado entre los años 1973 y 1986, por encargo de los Ministerios de Agricultura, Obras Públicas y Urbanismo, Hacienda del Aire y del Instituto Geográfico y Catastral (actual Instituto Geográfico Nacional). Escala de vuelo aproximada 1:18.000, en blanco y negro. El tamaño del píxel de las ortofotos (GSD) varía entre 0,25 m y 0,50 m, según la zona.
- Vuelo americano (1956-1957) ortofotos del vuelo conocido como Vuelo Americano (serie B). Vuelo realizado por el Army Map Service de EEUU entre enero de 1956 y noviembre de 1957 que cubre la totalidad de la España Peninsular y las Islas Baleares (no están disponibles las ortofotos de todo el vuelo). Escala aproximada de vuelo 1:32.000, en blanco y negro. El tamaño del píxel de las ortofotos (GSD) varía entre 0,50 m y 1 m.

Para determinar la presencia del viñedo, se cargaron tanto las capas del municipio como las ortofotos, para poder observarlos en orden decreciente desde la primera en 1956-1957, hasta la última en 2022. En la Figura 1, se presenta, a modo de ejemplo, una parcela que sirve de ejemplo de cómo las ortofotos permiten diferencia la presencia de viñedo en distintas fechas. Esta información permitía detectar el rango de edad que podría tener la parcela. Así, la última imagen que teníamos sin viña era la ortofoto de 1981, y la primera imagen con viña era la ortofoto de 1984, por lo que el rango de edad de esta parcela es del 1981-1984, 39-41 años.

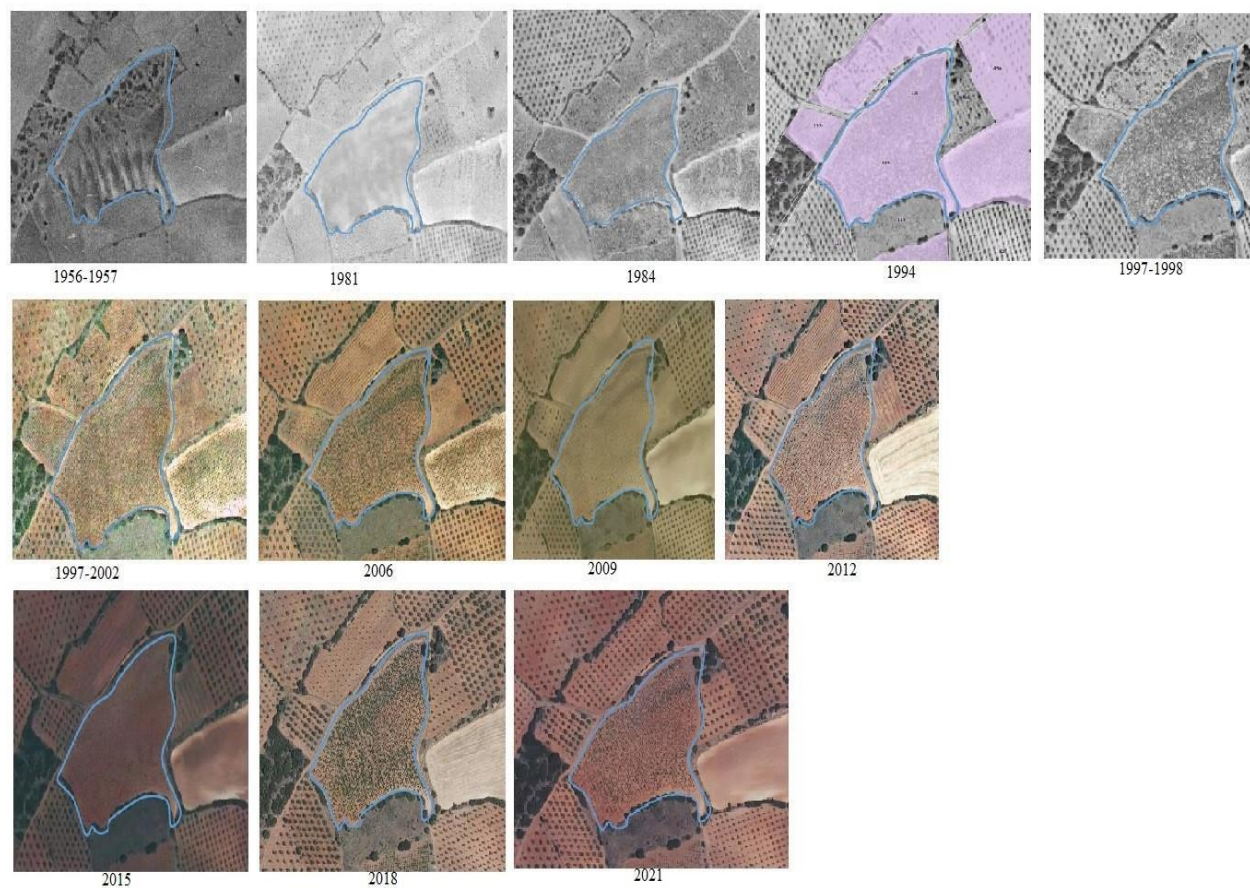


Figura 1: Mosaico de ortofotos obtenidas de una parcela presentadas a modo de ejemplo sobre su uso cómo fuente para establecer el rango de edad de una parcela

Una vez comprobado que el resultado del análisis de las ortofotografías era válido, en una segunda fase se incorporaron 68 parcelas más a partir de un listado proporcionado por las bodegas participantes en el proyecto. Se generó un proyecto en el programa QGIS con las capas de los municipios como las ortofotos, para poder observarlos en orden decreciente desde la primera en 1956-1957, hasta la última en 2022. En la *Figura 1*, se presenta, a modo de ejemplo, el procedimiento utilizado para una de esas parcelas.



Figura 1. Evolución de las ortofotos en Borja (polígono 63, parcela 19)

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos en dicha clasificación para todas las parcelas consideradas, comparándolo con la información proporcionada sobre la edad de las parcelas por la DOP Campo de Borja

Tabla 2: Rangos de edad estimados para cada parcela en función de la información de ortofotos históricas y comparación con la edad recogida por la D.O.P Campo de Borja

Parcela	Ortofotos		Edad según DOP Campo de Borja
	Año primera foto con viña	Rango edad asociado a la ortofoto	
6-45-120.124	1981-1984	39-42	42
6-46-64	2018	5-7	6
55-41-6.77.78	1977	46-67	52
55-42-162.168	2018	5-7	6
114-18-58	1984	37-50	47
114-18-183	2015	8-10	9
154-24-78	1956-1957	+66	82
154-24-79	2012	11-13	11
217-2-201.204	1994	26-37	32
217-35-150	2018	5-7	5
252-35-170	1981-1984	39-42	42
252-35-122.128.129.176	2022	1-4	3
3-7-39	2006	17-19	23
6-45-31	1997-2003	20-26	29
6-36-143	1973-1986	37-50	34

6-26-39	1997-2003	20-26	26
6-23-1	2009	14-16	14
6-19-21.22	1997-2003	20-26	21
6-37-27	2022	1-4	3
6-34-24	2018	5-7	5
6-40-55	2018	5-7	8
6-45-58	2006	17-19	25
6-40-13	2018	5-7	30
6-33-94	2018	5-7	30
6-36-140.141	2022	1-4	3
10-11-1	2006	17-19	21
27-6-333.334.335.1	1956-1957	+66	83-73
27-6-35	1973-1986	37-50	53
27-11-110	1973-1986	37-50	48
55-36-135	2006	17-19	21
55-36-51	2015	8-10	10
55-41-46	1997-2003	20-26	27
55-41-25.28	2006	17-19	21
55-41-48	1997-2003	20-26	58
55-42-162.168.178.179	2018	5-7	7
55-43-13	2009	14-16	16
55-59-83	2006	17-19	21
55-60-84.86	2006	17-19	21
55-61-149	2009	14-16	17
55-61-25	2012	11-13	14
55-63-19	1973-1986	37-50	33
55-64-37	2009	14-16	15
55-66-146	2006	17-19	20
55-67-7.8	1973-1986	37-50	63
55-67-22	2006	17-19	21
55-67-27	2006	17-19	18
55-67-35	2015	8-10	8
55-68-36.35.39	2018	5-7	8
55-68-38	2015	8-10	8
60-30-293	1973-1986	37-50	63
61-11-265	2018	5-7	5
61-11-33	2022	1-4	3
114-1-239	2018	5-7	6-2
114-2-159	1997-2003	20-26	30
114-3-111	1997-2003	20-26	30-29
114-4-463	1997-2003	20-26	27-26
114-4-465	2006	17-19	20

114-6-214	2009	14-16	15
114-11-43	2015	8-10	11
114-18-234	2022	1-4	3
114-18-269	1997-2003	20-26	73
114-23-304	2015	8-10	9
114-25-310.311	2006	17-19	18
114-25-322	2018	5-7	6
114-29-29	2018	5-7	8
114-32-3	2006	17-19	20
114-502-118	1997-2003	20-26	26
114-503-112	1997-2003	20-26	29
154-5-217	1973-1986	37-50	42
154-9-1348	2006	17-19	5
154-18-165	2006	17-19	48
154-22-17	2006	17-19	42
154-22-68.99	1956-1957	+66	78-73
154-41-57	1956-1957	+66	73
217-503-2	2012	11-13	12
252-2-2.3	1997-2003	20-26	34
252-55-87	1973-1986	37-50	47
252-57-83	2006	17-19	32

Esta información, se resume en la Figura 3, en la que se presenta el número de parcelas para cada rango de edad determinado mediante las ortofotos.

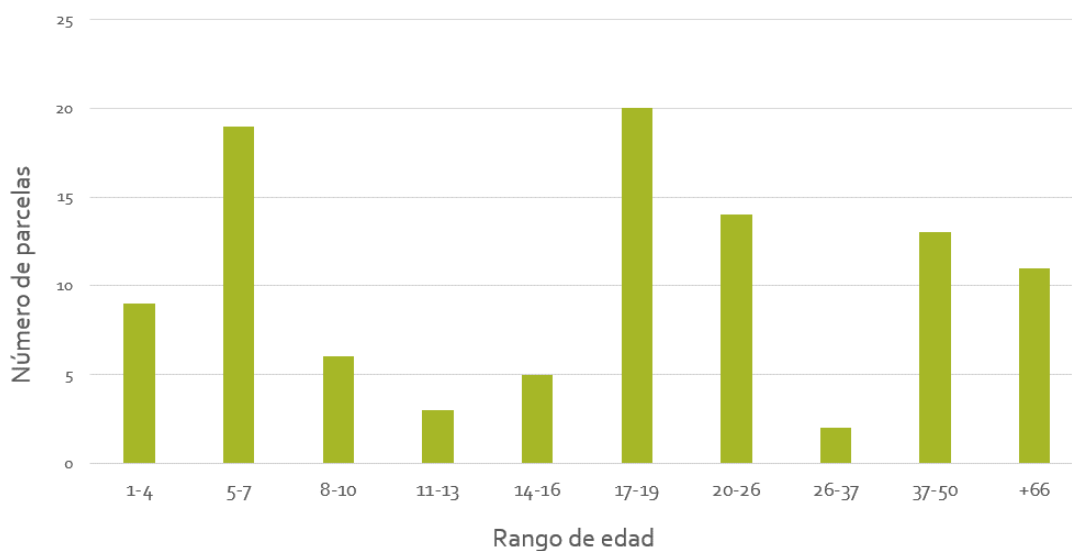


Figura 3. Número de parcelas para cada uno de los rangos de edad establecidos a partir de las ortofotos

4. Resultados del análisis de la configuración del viñedo (sistema de formación, marco de plantación y disposición de las cepas)

La información proporcionada por las ortofotografías permite, además, extraer de manera sencilla información relativa a la configuración de la parcela y, en particular, sobre el marco de plantación y la disposición en el espacio de las cepas (espaldera vs. vaso, en el caso de los vasos, marco rectangular vs. tresbolillo). En la Figura 4 se muestra el procedimiento con el que, en el software QGis, se puede realizar la medición de las plantas a través de la herramienta “regla”, y en la Figura 5 se muestra cómo se puede identificar que las plantas están dispuestas sobre el terreno al tresbolillo.

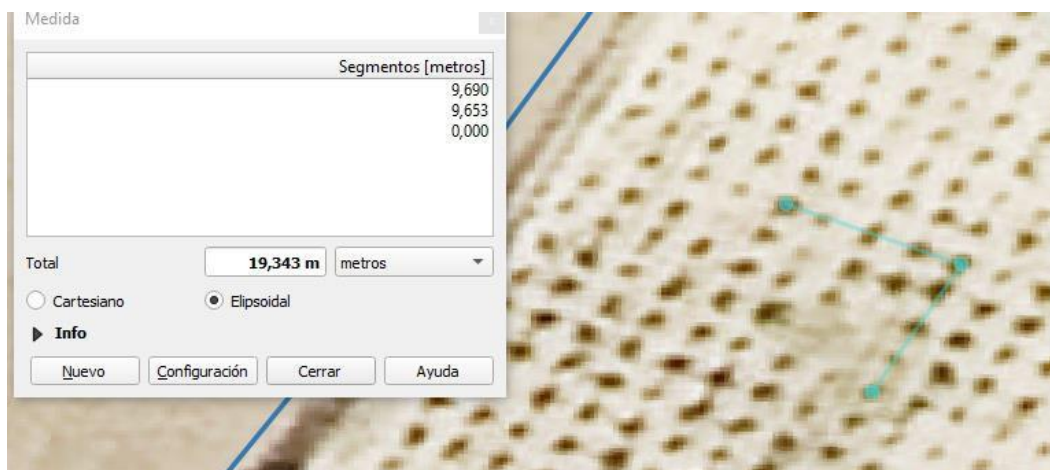


Figura 4: Ejemplo de medición del marco de plantación en una parcela en vaso

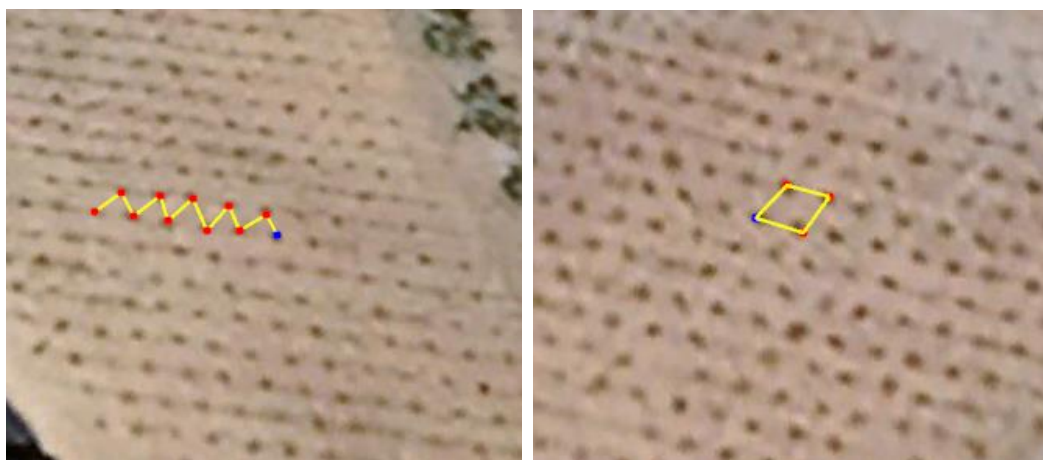


Figura 5: Comparación de dos parcelas plantadas al tresbolillo con otra plantada a marco rectangular.

En lo que hace referencia al sistema de conducción, en la Figura 6 se presenta el reparto entre espaldera y vaso en función de los rangos de edad determinados a partir de las ortofotografías. Se comprueba que en los viñedos que tienen 26 años o más el sistema de conducción predominante es el vaso, y es a partir de 1997, cuando el sistema comienza a cambiar a un sistema de conducción en espaldera. Las espalderas que aparecen en el rango de edad de 37 a 50 años, posiblemente serán parcelas que han sido transformados de vaso a espaldera. En cuanto al reparto entre vaso y espaldera, destacan los bajos porcentajes de vaso (< 25%) entre las parcelas consideradas en Ainzón, Fuendejalón y Borja, estando entorno a la mitad de los viñedos estudiados en Magallón, Pozuelo, Tabuenca y otras localidades formadas en vaso.

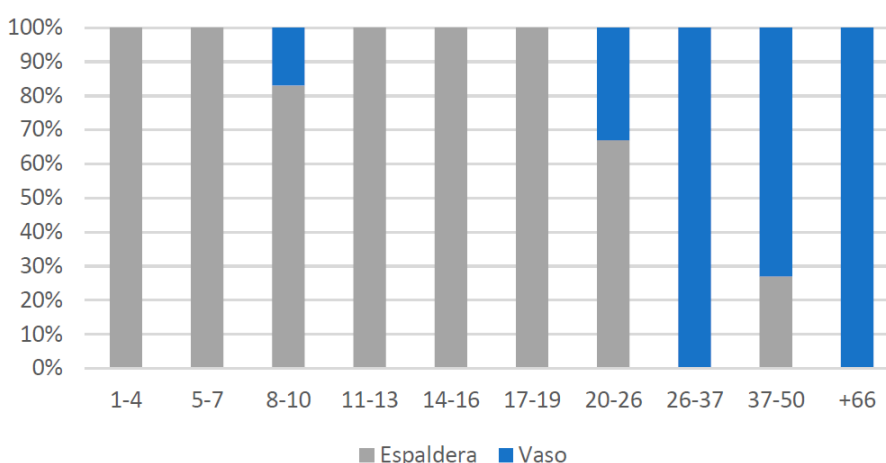


Figura 6: Distribución de las parcelas por rangos de edad y sistema de conducción.

Por último, a partir de la información ortofotográfica se pudo determinar el marco de plantación y la anchura de calle, quedando resumida esta información para cada tramo de edad en la Figura 7.

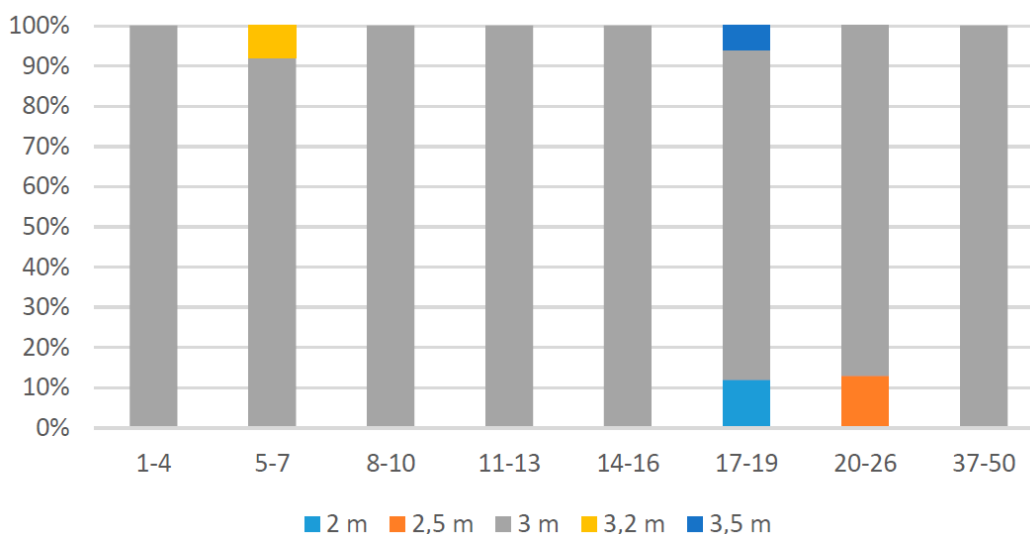


Figura 7: Distribución de las parcelas por rangos de edad y distancia en la calle

Toda la información derivada de las ortofotografías se recoge en el Anexo 3, quedando pendiente un análisis más detallado de los resultados obtenidos.

5. Resultados del estudio de la configuración de las cepas - grado de ramificación y renovación

El estudio de la configuración de las cepas se llevó a cabo en dos visitas realizadas a las 12 parcelas seleccionadas en la primavera de 2024. En las que se seleccionaron 5 cepas por parcela, que fueran visualmente representativas de la parcela y que, a su vez, presentaran una buena estructura de brazos no afectados aparentemente por accidentes relevantes que hubieran requerido su reconstrucción. En ellas se realizó contaje de cortes de poda, medición de las distancias entre los cortes y la altura de las cepas, como se muestra en la (Figura).



Figura 8. Medición de las distancias de los cortes

Tras procesar los datos recopilados, se ha obtenido un crecimiento medio anual de 1,5 cm de las 12 parcelas históricas. En la Tabla 3 se presenta la información relativa a su crecimiento anual, observándose bastante coherencia entre las edades estimadas mediante este procedimiento y las observadas por las ortofotos.

Tabla 3: Rangos de edad estimados para cada parcela en función de la información de ortofotos históricas y comparación con la edad recogida por la D.O.P Campo de Borja

Municipio	Polígono	Parcela	Promedio crecimiento/año
Ambel	11	110	1,57
Ambel	6	333	2,07
Ambel	6	35	1,60
Borja	67	7,8	1,66
Borja	63	19	1,59
Borja	41	48	1,08
Bulbiente	30	293	1,14
Fuendejalón	18	269	2,00
Magallón	22	99	1,45
Magallón	22	68	1,22
Magallón	41	57	1,00
Tabuena	55	85	1,68
Promedio			1,50

Los resultados obtenidos muestran el interés y la validez del estudio de la morfología de los brazos y de sus heridas de poda como información complementaria en la determinación de los viñedos de más edad

6. Identidad y variabilidad genética

Los procesos para la determinación de la identidad varietal y de portainjerto se iniciaron con visitas a campo que incluyeron las 12 parcelas seleccionadas, en las que se realizó una observación ampelográfica sobre la diversidad del material vegetal, tanto a nivel de variedades como a nivel de portainjertos. Dichas visitas se realizaron los días 9 y 28 de agosto de 2023, y permitieron comprobar que existe una uniformidad prácticamente absoluta en lo que hace referencia a la variedad, sin apenas mezcla de otras variedades con la principal (Garnacha), pero que sí existe variabilidad a nivel de portainjertos. El hecho de que en los viñedos viejos haya poca variabilidad en términos de las variedades viníferas es muy singular, ya que en la mayor parte de regiones en las que ha trabajado el equipo investigador suele aparecer una mezcla de variedades, con más variabilidad en tanto que el viñedo es más antiguo.

En dichas visitas (Figura), se tomaron muestras para la identificación varietal y se realizaron fotografías del material que se apreciaba distinto (fundamentalmente portainjertos). Se muestreó 1 fila de cada 5, tomando muestras de los portainjerto predominante en la parcela y de los portainjertos con una ampelografía visiblemente diferente. En la mayoría de los casos fue posible coger muestras de hojas de portainjertos, pero en el caso de las parcelas labradas, las muestras fueron de raíz. También se tomaron muestras de las vides que aparentemente diferían

a la variedad de Garnacha. Una vez recogidas todas las muestras, se guardaron en criotubos rotulados en el congelador a -80°C del laboratorio de la Universidad Pública de Navarra (UPNA).



Figura 9. Fotografías del proceso de inspección visual y muestreo del material vegetal (variedades y portainjertos) de los 12 viñedos incluidos en el estudio

Una vez todas las muestras congeladas, se procedió a la extracción de ADN siguiendo el protocolo del kit comercial empleado habitualmente en la UPNA. A continuación, se cuantificó el ADN presente en las muestras mediante el equipo FLUOstar Omega (BMG Labtech) junto con el accesorio L Vis plate del laboratorio de la UPNA. Se homogenizaron las concentraciones de todas las muestras y se procedió a realizar la PCR, basada en la amplificación de 25 regiones del ADN, utilizando marcadores de fluorescencia.

Para la amplificación del ADN se realiza una PCR multiplex. Esta consiste en amplificar regiones del ADN conservadas dentro de una variedad, pero diferentes con otras variedades. Estas regiones son conocidas como microsatélites. Los microsatélites, también llamados SSR (Simple Sequence Repeats) o STMS (SequenceTagged Microsatellite Sites), consisten en una pequeña unidad de repetición, generalmente de menos de 4 nucleótidos, que puede estar repetida en tándem un número variable de veces en distintos puntos de genoma. El número de repeticiones de estas secuencias es muy variable, y difiere entre variedades, por tanto, analizando estas regiones es posible identificar individuos de poblaciones de animales o plantas (Mena Morales et al., 2013). En el Anexo 4 anexo se muestran los protocolos A, B y C para la PCR multiplex, cada uno con los reactivos y programas correspondientes para identificar diferentes regiones.

A modo de ejemplo, se presentan los resultados que se obtienen para uno de los protocolos, en este caso el A, para una muestra concreta (codificada en laboratorio con el número 13) (Figura XX). Para este protocolo, se puede observar como en la fluorescencia verde se incluyen tres microsatélites: ZAG29 con dos alelos de 125,77 y 129,78 pares de bases (pb), ZAG62 con dos alelos de 196,03 y 213,34 pb, y ZAG112 con dos alelos de 248,13 y 249,99 pb. En la fluorescencia azul se identifican tres microsatélites: ZAG67 con un alelo de 139,51 pb, VVMD27 con dos alelos de 186,49 y 201,88 pb, y VVMD5 con dos alelos de 230,98 y 264,2 pb. En la fluorescencia amarilla se observan los microsatélites VVS2 (135,11 y 141,66 pb), ZAG83 (173,27 pb) y VVMD28 (219,74 y 233,45 pb). Este procedimiento de lectura del tamaño de los alelos se llevó a cabo para todas las muestras, y las lecturas obtenidas se compararon con la base de datos de VIVC y con la base de datos propia del equipo de la UPNA.

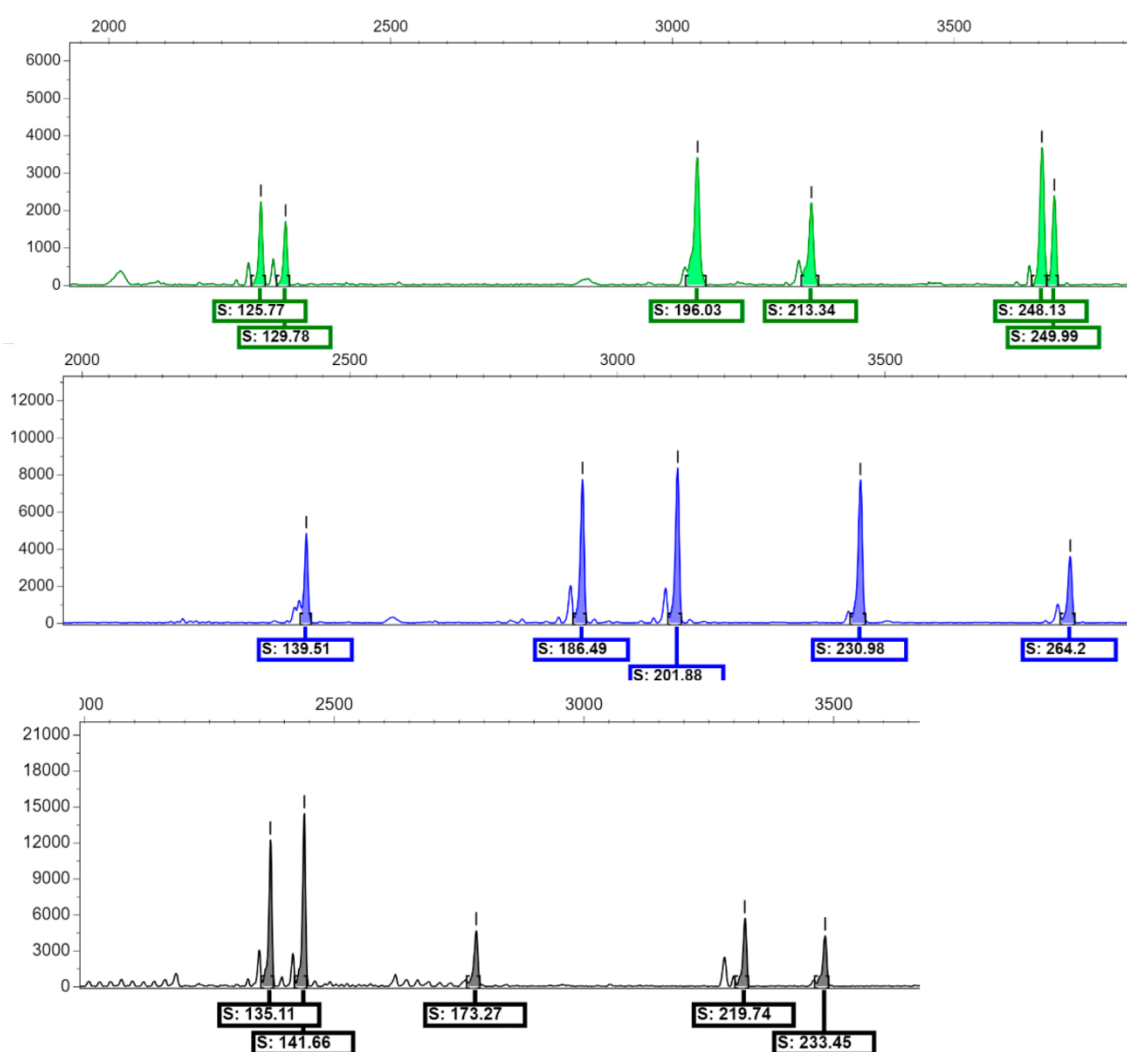


Figura 10. Ejemplo de descripción de picos de amplificación de los microsatélites para las tres PCR múltiples realizadas en cada muestra

En la Tablas 4 y 5 se recogen, respectivamente, los resultados de identificación para los portainjertos y para las variedades viníferas muestreadas en la primera fase. A nivel de variedades viníferas, tal y como se ha comentado anteriormente, llamaba la atención la elevada uniformidad de las parcelas cuando se realizó una inspección visual. De los análisis realizados, destaca la localización de una planta de Tempranillo en la parcela histórica de Fuendejalón, y de sendas plantas de Vidadillo y de Moscatel de Alejandría en la parcela histórica de Borja. De entre los testigos, llama la atención la presencia de Alicante Bouschet (Garnacha tintorera) en la parcela testigo de Aizón.

Tabla 4. Portainjertos identificados en las parcelas históricas (A) y en las parcelas testigo (B)

A) Parcelas históricas

	M	
Magallón histórica	1	Rupestris du lot
	2	Rupestris du lot
	3	Couderc 3309
Borja histórica	1	Rupestris du lot
	2	Rupestris du lot
	3	Rupestris du lot
	4	Richter 31
Fuendejalón histórica	1	Rupestris du lot
	2	Rupestris du lot
Ainzón histórica	1	Rupestris du lot
	2	Rupestris du lot
	3	Rupestris du lot
	4	Rupestris du lot
	5	Rupestris du lot
Pozuelo histórica	1	Millardet et Grasset 41b
Tabuena histórica	1	Richter 110
	2	Richter 110
	3	Richter 110

B) Parcelas históricas

	M	
Magallón testigo	1	Richter 110
Borja testigo	1	Millardet et Grasset 41b
Fuendejalón testigo	1	Richter 110
Ainzón testigo	1	Ruggeri 140
	2	Ruggeri 140
	3	Ruggeri 140
	4	Richter 110
Pozuelo testigo	1	Richter 110
Tabuenca testigo	1	-

Tabla 5. Variedades viníferas “fuera de tipo” identificadas por análisis genético en cada parcela

PARCELA	VARIEDAD
Ainzón Testigo	Alicante Henri Bouschet
Fuendejalón Histórica	Tempranillo
Tabuenca Testigo	Garnacha
Borja Histórica	Muscat of Alexandria
Borja Histórica	Vidadillo

Se observa una asociación entre la edad y los portainjertos utilizados, siendo el portainjerto principal Rupestris de Lot, uno de los primeros portainjertos utilizados después de la crisis de la filoxera, apareciendo además mezclado con otros, Couderc 3309 y Richter 31, portainjertos antiguos menos comunes que el anterior. En el caso de las parcelas históricas estudiadas en esta primera fase en Fuendejalón y Ainzón, sólo se encontró Rupestris de Lot, mientras que en Pozuelo y Tabuenca se encontró Millardet et Grasset 41B y 110 Richter 110 respectivamente.

En cuanto a las parcelas testigo, en las parcelas de Magallón, Fuendejalón y Pozuelo el único portainjerto que se encontró fue Richter 110, uno de los más comunes hoy en día. En el caso de

la parcela testigo de Borja, la muestra analizada correspondió a la variedad de Millardet et Grasset 41B. Por último, se encontraron Richter 110 y Ruggeri 140 en la parcela testigo de Ainzón. En la Figura 11 se presentan estos resultados de manera resumida, incluyéndose en el Anexo 5 una fotografía de las hojas de cada portainjerto.

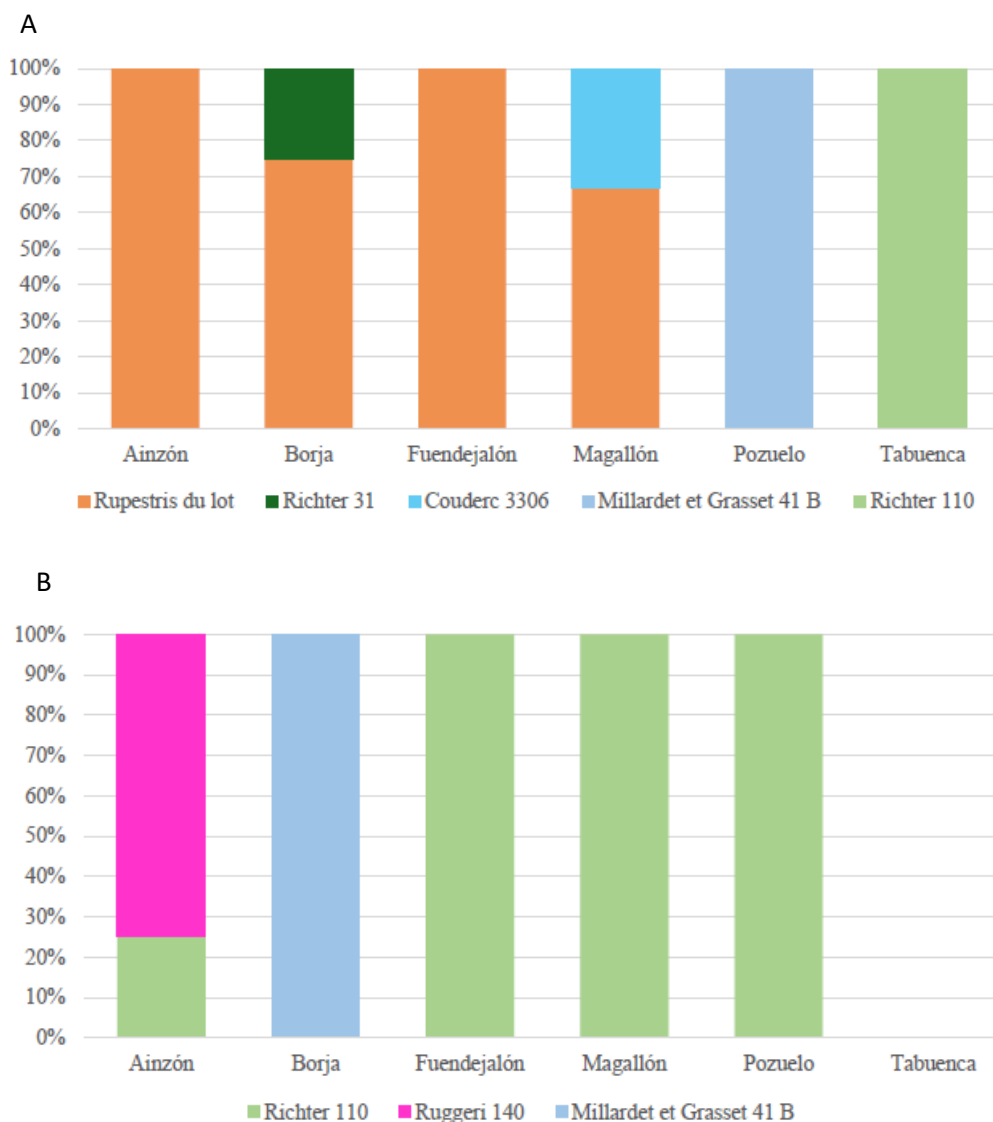


Figura 11. Resumen de los portainjertos identificados genéticamente en cada una de las parcelas

En conjunto, y de manera muy preliminar dado que queda pendiente un reanálisis con la información generada en otras parcelas, el análisis de la identidad del material vegetal apuntaría hacia la diferenciación de dos grupos de edades en las parcelas históricas estudiadas en esta primera fase. Por un lado, Ainzón, Borja, Fuendejalón y Magallón donde en todas ellas aparece Rupestris du Lot, y por otro lado Pozuelo y Tabuenca, donde se hallaron portainjertos que se encontraron también en las parcelas testigo, Millardet et Grasset 41b y Richter 110

7. Valoración global de los trabajos y previsión

Los trabajos se están desarrollando de manera muy satisfactoria, de acuerdo con el cronograma y estrategia inicialmente previsto, con algunas leves modificaciones asociadas a la dinámica normal de cualquier trabajo de investigación. En la actualidad, dado el interés que también ha mostrado el estudio de la identidad genética y diversidad de los portainjertos, se ha realizado un último muestreo, cuyas muestras se analizarán genéticamente a lo largo de los próximos meses.

En este periodo, está previsto también la integración de los resultados para la generación de un procedimiento que permita, a partir de distintas fuentes de información, establecer un rango de edad para las parcelas de Campo de Borja.

Pamplona, 30 de septiembre de 2024

Gonzaga Santesteban

Anexos

Anexo 1. Listado de las 12 parcelas consideradas en la fase inicial de estudio

Parcela	Municipio	Polígono	Parcela	Coordenadas
Ainzón histórica	6	45	120 124	41.73689ºN, 1.536291ºW
Ainzón testigo	6	46	64	41.74412ºN, 1.52805ºW
Borja histórica	55	41	6 77 78	41.85043ºN, 1.58171ºW
Borja testigo	55	42	162 168	41.85046ºN, 1.58173ºW
Fuendejalón histórica	114	18	58	41.72487ºN, 1.51608ºW
Fuendejalón testigo	114	18	183	41.72447ºN, 1.51086ºW
Magallón histórica	154	24	78	41.80242ºN, 1.40488ºW
Magallón testigo	154	24	79	41.80276ºN, 1.40427ºW
Pozuelo histórica	217	2	201 204	41.76356ºN, 1.43284ºW
Pozuelo testigo	217	35	150	41.76195ºN, 1.42963ºW
Tabuenca histórica	252	35	170	41.68465ºN, 1.53554ºW
Tabuenca testigo	252	35	122 128 129 176	41.68502ºN, 1.52628ºW

Anexo 2. Listado de las 68 parcelas consideradas en la segunda fase del estudio

Municipio	Polígono	Parcela	Coordenadas
3 - Agón	7	39	41.839669°N, - 1.394618°W
6 - Ainzón	40	13	41.758287°N, - 1.522620°W
6 - Ainzón	36	140	41.774113°N, - 1.547258°W
6 - Ainzón	36	141	41.774491°N, - 1.547292°W
6 - Ainzón	33	94	41.760557°N, - 1.522117°W
6 - Ainzón	45	31	41.759437°N, - 1.523210°W
6 - Ainzón	36	143	41.773698°N, - 1.548561°W
6 - Ainzón	26	39	41.725614°N, - 1.526987°W
6 - Ainzón	23	1	41.726548°N, - 1.5236975°W
6 - Ainzón	19	21	41.721598°N, - 1.526734°W
6 - Ainzón	19	22	41.721756°N, - 1.526745°W
6 - Ainzón	37	27	41.775891°N, - 1.548623°W
6 - Ainzón	34	24	41.762435°N, - 1.521365°W
6 - Ainzón	40	55	41.759423°N, - 1.523478°W
6 - Ainzón	45	58	41.758763°N, - 1.526427°W
10 - Alberite de SJ	11	1	41.773405°N, - 1.435653°W
10 - Alberite de SJ	11	1	41.773405°N, - 1.435653°W
27 - Ambel	6	334	41.790236°N, - 1.624976°W
27 - Ambel	6	333	41.790134°N, - 1.625103°W
27 - Ambel	6	335	41.790329°N, - 1.624747°W
27 - Ambel	6	1	41.789959°N, - 1.625186°W
27 - Ambel	6	35	41.788514°N, - 1.618572°W
27 - Ambel	11	110	41.762164°N, - 1.577282°W
55 - Borja	68	36	41.761678°N, - 1.562750°W
55 - Borja	68	35	41.761361°N, - 1.562092°W
55 - Borja	68	38	41.761379°N, - 1.564210°W
55 - Borja	68	39	41.761749°N, - 1.563487°W
55 - Borja	36	135	41.852347°N, - 1.570690°W
55 - Borja	36	51	41.849854°N, - 1.564505°W
55 - Borja	41	46	41.848492°N, - 1.564765°W
55 - Borja	41	25	41.851028°N, - 1.570913°W
55 - Borja	41	28	41.820201°N, - 1.570626°W
55 - Borja	41	48	41.8493330°N, - 1.5648229°W
55 - Borja	42	162	1.845768°N, - 1.564409°W
55 - Borja	42	168	41.845736°N, - 1.563742°W
55 - Borja	42	178	41.843688°N, - 1.563271°W
55 - Borja	42	179	41.844504°N, - 1.563486°W
55 - Borja	43	13	41.8441445°N, - 1.543894°W
55 - Borja	59	83	41.814743°N, - 1.580315°W
55 - Borja	60	84	41.814441°N, - 1.581520°W
55 - Borja	60	86	41.814858°N, - 1.581348°W
55 - Borja	61	149	41.807014°N, - 1.576952°W
55 - Borja	61	25	41.806660°N, - 1.576431°W

55 - Borja	63	19	41.797111°N, - 1.582617°W
55 - Borja	64	37	41.792863°N, - 1.567052°W
55 - Borja	66	146	41.778978°N, - 1.555669°W
55 - Borja	67	7	41.761100°N, - 1.572243°W
55 - Borja	67	8	41.760758°N, - 1.571714°W
55 - Borja	67	22	41.763742°N, - 1.572996°W
55 - Borja	67	27	41.764149°N, - 1.567438°W
55 - Borja	67	35	41.765221°N, - 1.572183°W
60 - Bulbiente	30	293	41.8074612°N, - 1.5908445°W
61 - Bureta	11	265	41.779579°N, - 1.492832°W
61 - Bureta	11	33	41.769098°N, - 1.497629°W
114 - Fuendejalón	1	239	41.760341°N, - 1.444796°W
114 - Fuendejalón	3	111	41.776862°N, - 1.449322°W
114 - Fuendejalón	6	214	41.772647°N, - 1.473712°W
114 - Fuendejalón	11	43	41.746379°N, - 1.484931°W
114 - Fuendejalón	18	234	41.721441°N, - 1.508337°W
114 - Fuendejalón	23	304	41.706803°N, - 1.435033°W
114 - Fuendejalón	29	29	41.748271°N, - 1.457915°W
114 - Fuendejalón	32	3	41.734462°N, - 1.439708°W
114 - Fuendejalón	502	118	41.763537°N, - 1.477834°W
114 - Fuendejalón	503	112	41.740207°N, - 1.478946°W
114 - Fuendejalón	2	159	41.767634°N, - 1.448596°W
114 - Fuendejalón	4	463	41.780194°N, - 1.457598°W
114 - Fuendejalón	4	465	41.780841°N, - 1.457902°W
114 - Fuendejalón	18	269	41.720890°N, - 1.517468°W
114 - Fuendejalón	25	310	41.718226°N, - 1.404879°W
114 - Fuendejalón	25	311	41.717994°N, - 1.405392°W
114 - Fuendejalón	25	322	41.716888°N, - 1.405197°W
154 - Magallón	41	57	41.825102°N, - 1.375272°W
154 - Magallón	5	217	41.848328°N, - 1.469076°W
154 - Magallón	18	165	41.819080°N, - 1.430772°W
154 - Magallón	22	17	41.812415°N, - 1.403231°W
154 - Magallón	22	68	41.808372°N, - 1.398720°W
154 - Magallón	22	99	41.808762°N, - 1.399392°W
154 - Magallón	9	1348	41.832934°N, - 1.437118°W
217 - Pozuelo	503	2	41.769273°N, - 1.421168°W
252 - Tabuenca	2	3	41.723061°N, - 1.521358°W
252 - Tabuenca	2	2	41.723266°N, - 1.521019°W
252 - Tabuenca	55	87	41.703815°N, - 1.555346°W
252 - Tabuenca	57	83	41.698848°N, - 1.551239°W

Anexo 3. Información individual de cada parcela extraída a partir de las ortofotografías

Parcela	Grupo de edad	Marco de plantación (m x m)*		Sistema de conducción
6-45-120.124	1973-1986	2 x 2	Marco real	Vaso
6-46-64	2016-2018	3 x 1,5		Espaldera
55-41-6.77.78	1973-1986		Tresbolillo	Vaso
55-42-162.168	2016-2018	3 x 1,2		Espaldera
114-18-58	1973-1986	2 x 2	Marco real	Vaso
114-18-183	2013-2015	3 x 1,4		Espaldera
154-24-78	1945-1955		Tresbolillo	Vaso
154-24-79	2010-2012	3 x 1,2		Espaldera
217-2-201.204	1986-1997	2 x 2	Marco real	Vaso
217-35-150	2016-2018	3,2 x 1,5		Espaldera
252-35-170	1973-1986	2 x 2	Marco real	Vaso
252-35-122.128.129.176	2019-2022	3 x 1,45		Espaldera
3-7-39	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-45-31	1997-2003	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-36-143	1973-1986	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-26-39	1997-2003	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-23-1	2007-2009	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-19-21.22	1997-2003	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-37-27	2019-2022	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-34-24	2016-2018	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-40-55	2016-2018	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-45-58	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-40-13	2016-2018	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-33-94	2016-2018	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
6-36-140.141	2019-2022	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
10-11-1	2004-2006	Distancia entre calles: 3,5 m		Espaldera
27-6-333.334.335.1	1945-1955		Tresbolillo	Vaso
27-6-35	1973-1986		Tresbolillo	Vaso
27-11-110	1973-1986			Espaldera
55-36-135	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
55-36-51	2013-2015	2,5 x 25	Marco real	Vaso
55-41-46	1997-2003	Distancia entre calles: 2,5 m		Espaldera
55-41-25.28	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
55-41-48	1997-2003	2 x 2	Marco real	Vaso
55-42-162.168.178.179	2016-2018	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera

55-43-13	2007-2009	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
55-59-83	2004-2006	3 x 1,5		Espaldera
55-60-84.86	2004-2006	3 x 1,5		Espaldera
55-61-149	2007-2009	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
55-61-25	2010-2012	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
55-63-19	1973-1986	2 x 2	Marco real	Vaso
55-64-37	2007-2009	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
55-66-146	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
55-67-7.8	1973-1956		Tresbolillo	Vaso
55-67-22	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
55-67-27	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
55-67-35	2013-2015	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
55-68-36.35.39	2016-2018	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
55-68-38	2013-2015	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
60-30-293	1973-1956		Tresbolillo	Vaso
61-11-265	2016-2018	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
61-11-33	2019-2022	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-1-239	2016-2018	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-2-159	1997-2003	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-3-111	1997-2003	2,25 x 2,25	Marco real	Vaso
114-4-463	1997-2003	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-4-465	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-6-214	2007-2009	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-11-43	2013-2015	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-18-234	2019-2022	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-18-269	1997-2003	2,5 x 2,5	Marco real	Vaso
114-23-304	2013-2015	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-25-310.311	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-25-322	2016-2018	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-29-29	2016-2018	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-32-3	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-502-118	1997-2003	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
114-503-112	1997-2003	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
154-5-217	1973-1986	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
154-9-1348	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
154-18-165	2004-2006	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
154-22-17	2004-2006	Distancia entre calles: 2 m		Espaldera
154-22-68.99	1945-1955	2 x 2	Marco real	Vaso
154-41-57	1945-1955	2 x 2	Marco real	Vaso
217-503-2	2010-2012	Distancia entre calles: 3 m		Espaldera
252-2-2.3	1997-2003	3 x 2,3		Vaso
252-55-87	1973-1986	2, 2 x 2,2	Marco real	Vaso
252-57-83	2004-2006	Distancia entre calles: 2 m		Espaldera

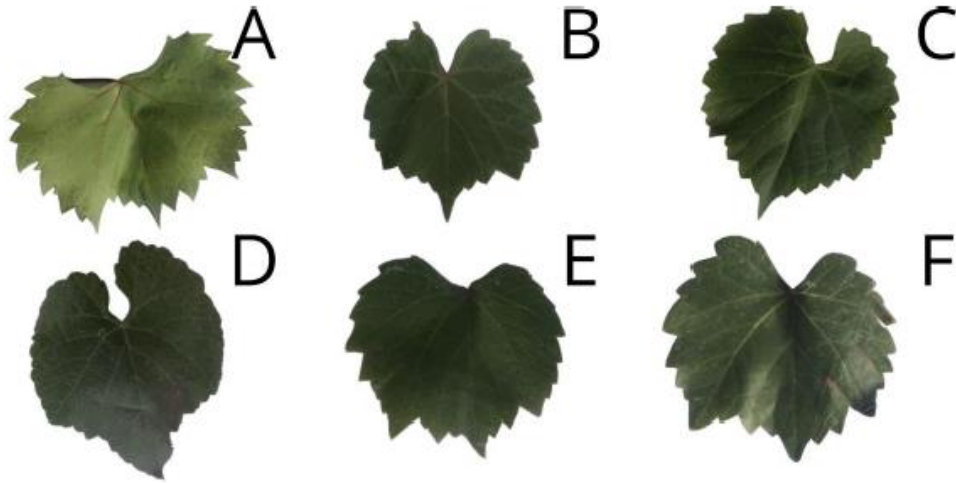
Anexo 4. Descripción de los protocolos de PCR múltiple para la determinación de la identidad de muestras de variedad y de portainjerto

PROTOCOLO A			
Reactivo	Por muestra		
H2O	1,96 µl	PROGRAMA	
Mix Multiplex-Q	10,50 µl	15 min	95 °C
ZAG 67	0,21 µl	45 s	95 °C
VVMD27	0,74 µl	1 min	55 °C
VVMD5	1,05 µl	30 s	72 °C
ZAG 29	0,10 µl	1h	72 °C
ZAG 62	0,21 µl	FOREVER	16 °C
ZAG 112	0,21 µl		
VVS2	0,25 µl		
ZAG 83	0,14 µl		
VVND28	0,63 µl		
TOTAL	16,00 µl		

PROTOCOLO B			
Reactivo	Por muestra		
H2O	3,15 µl	PROGRAMA	
Mix Multiplex-Q	10,50 µl	15 min	95 °C
VMC1b11	0,32 µl	30 s	94 °C
VVIH25	0,21 µl	3 min	57,5 °C
VVIH54	0,21 µl	60 s	72 °C
VVIN73	0,21 µl	30 min	60 °C
VVIP31	0,32 µl	FOREVER	16 °C
VVMD7	0,21 µl		
VVIB01	0,21 µl		
VVIQ52	0,11 µl		
VVMD24	0,21 µl		
VVIP60	0,36 µl		
TOTAL	16,00 µl		

PROTOCOLO C			
Reactivo	Por muestra		
H2O	3,55 µl	PROGRAMA	
Mix Multiplex-Q	10,50 µl	15 min	95 °C
VVIN16	0,21 µl	30 s	94 °C
VVIV37	0,21 µl	3 min	57,5 °C
VVMD32	0,17 µl	60 s	72 °C
VMC4F3.1	0,21 µl	30 min	60 °C
VRZAG79	0,32 µl	FOREVER	16 °C
VVMD21	0,21 µl	X 30	
VVIV67	0,63 µl		
TOTAL	16,00 µl		

Anexo 5. Fotografías de hojas de los 6 portainjertos encontrados en las parcelas prospectadas y analizadas hasta la fecha de cierre del informe



A: Rupestris du Lot; B: Couderc 3309; C: Richter 3; D: Millardet et Grasset 41b; E: Richter 110; F: Ruggeri 140.