



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 intermedio de actividades realizadas por la
Universidad Pública de Navarra

Octubre 2023



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

Coordinación: **Gonzaga Santesteban**

1. Contextualización de los trabajos

El objeto del presente Contrato es la realización por parte del Profesor D. Luis Gonzaga Santesteban García 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”.

2. Planteamiento realizado

Tras la realización de una revisión bibliográfica completa para conocer qué procedimientos de clasificación se utilizan en otras regiones del mundo y determinar qué procedimiento o combinación de procedimientos, basados en el método científico, podrían contribuir a inferir la edad de un viñedo, se celebró el 20 de julio de 2022 una reunión presencial en la sede de la DOP Campo de Borja a la que asistieron, por parte de la UPNA, Mónica Galar (Ingeniera Agrónoma, Máster en Enología) y Gonzaga Santesteban (Dr. Ingeniero Agrónomo, Catedrático de Universidad). En esta reunión se acordó el procedimiento a seguir para la selección de las parcelas de estudio y se pusieron en común los conocimientos que podrían contribuir a la determinación de la edad de las plantas. Las determinaciones, tal y como estaba previsto, se basarían en cuatro epígrafes 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 la Tabla 1 se recoge la información catastral respecto a dichas parcelas. Además, en una segunda fase, se seleccionó un número mayor de parcelas (82) que se está empleando como set de validación.

Tabla 1: Parcelas seleccionadas para estudio detallado

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

Con posterioridad se celebró otra reunión (25 de noviembre de 2022) en la que el equipo de la UPNA presentó el estudio preliminar de las parcelas, y se sentaron las bases para la configuración de las parcelas del set de validación. A partir de esa fecha, se iniciaron las visitas de campo, que comenzaron con la realizada el 10 de marzo de 2023 en compañía de personal técnico de la DOP Campo de Borja y de las bodegas implicadas (Figura 1).



Figura 1: Fotografías de la primera visita a campo del personal de la UPNA

3. Trabajos realizados y resultados preliminares

3.1 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 2, 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 2: 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 pixel 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 pixel 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 Figura2, 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.

Empleando este procedimiento, se ha determinado el rango de edad tanto de las 12 parcelas del set inicial como de las 82 parcelas que forman parte del set de validación. Esta información se encuentra ahora en proceso de estudio para poder determinar el grado de coincidencia con la información proporcionada por los catastros, así como para valorar factores que podrían estar afectando al rango de edad estimado, y las posibles limitaciones de la metodología.

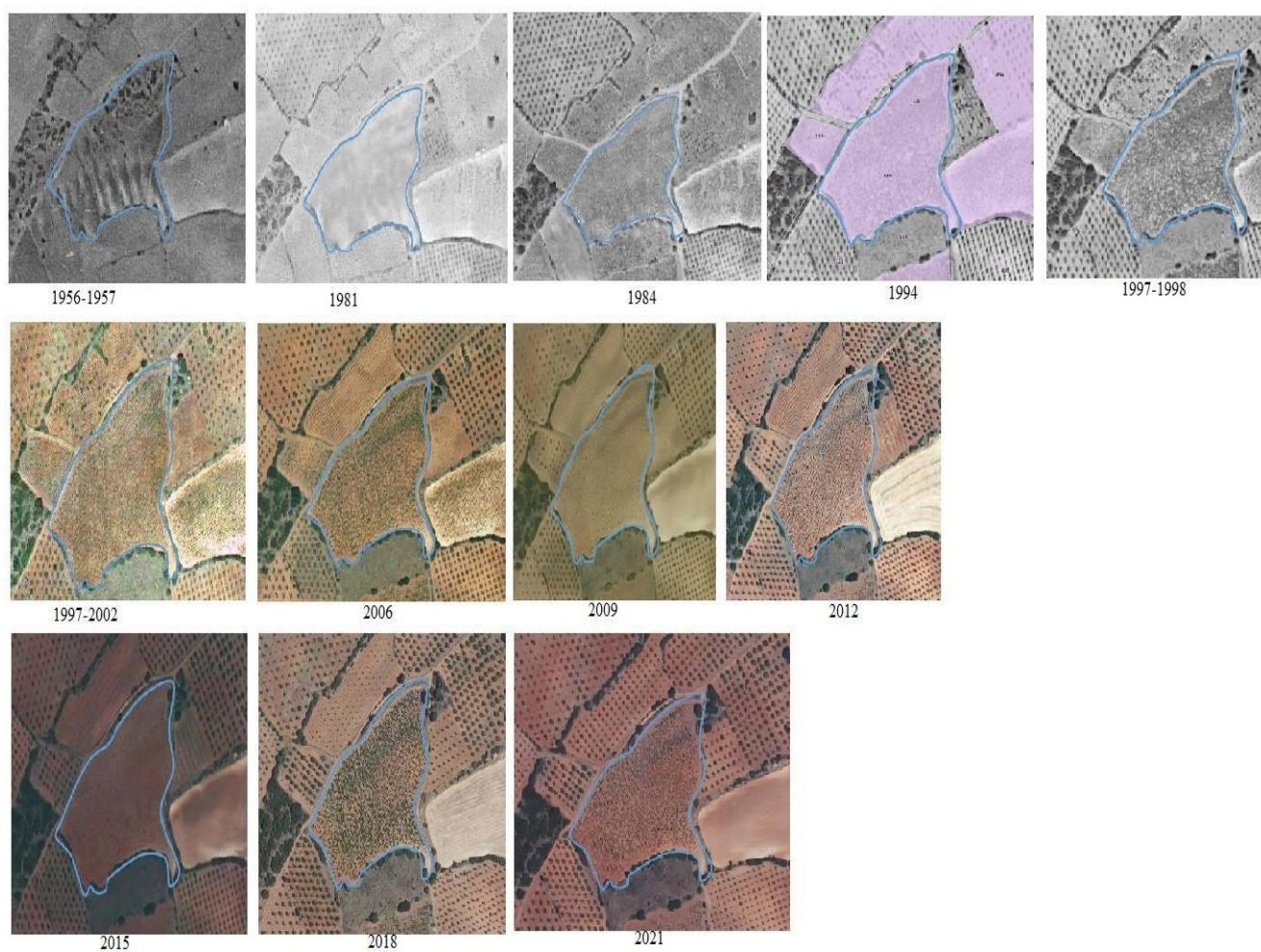


Figura 2: Mosaico de ortofotos obtenidas de una parcela presentadas a modo de ejemplo sobre cómo las ortofotografías permiten establecer el rango de edad de una parcela

3.2 Configuración de la parcela: 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 3 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”.

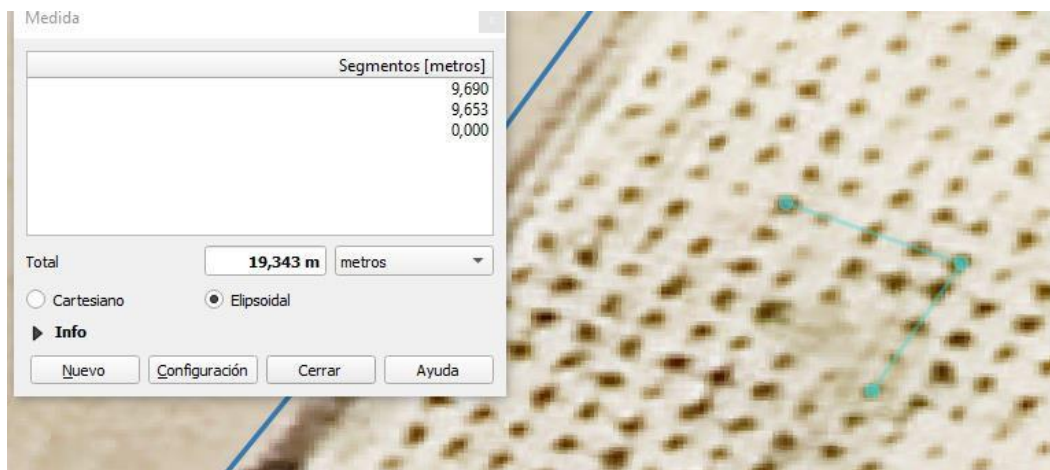


Figura 3: Ejemplo de medición del marco de plantación en una parcela en vaso

Estas determinaciones se realizaron tanto para las 12 parcelas iniciales como para las 82 del set de validación, y en la actualidad esta información se está procesando. De manera preliminar, se comprueba una clara (y esperada) asociación entre el sistema de conducción (vaso-espaldera) y la edad del viñedo (Figura 4), que en algunos casos puede estar distorsionada por la transformación de vasos a espaldera. Igualmente, para las parcelas formadas en vaso se observa una asociación entre la utilización de tresbolillo y mayor edad de las cepas (Figura 5).

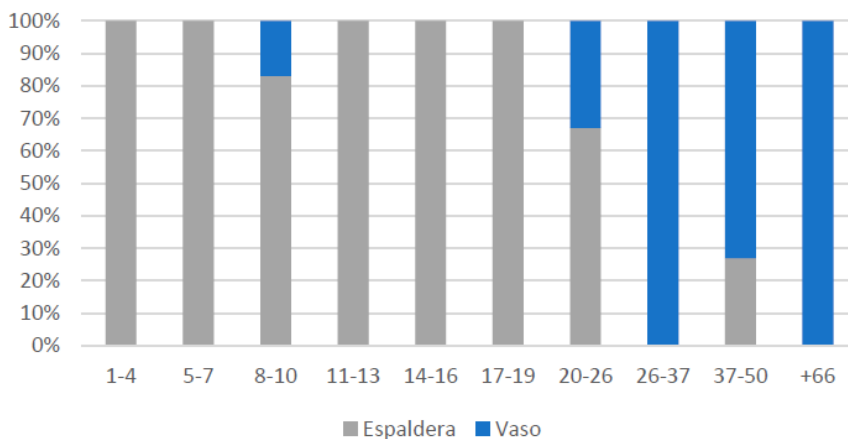


Figura 4: Relación entre la edad del viñedo (eje horizontal) y el uso del sistema de conducción en vaso o en espaldera

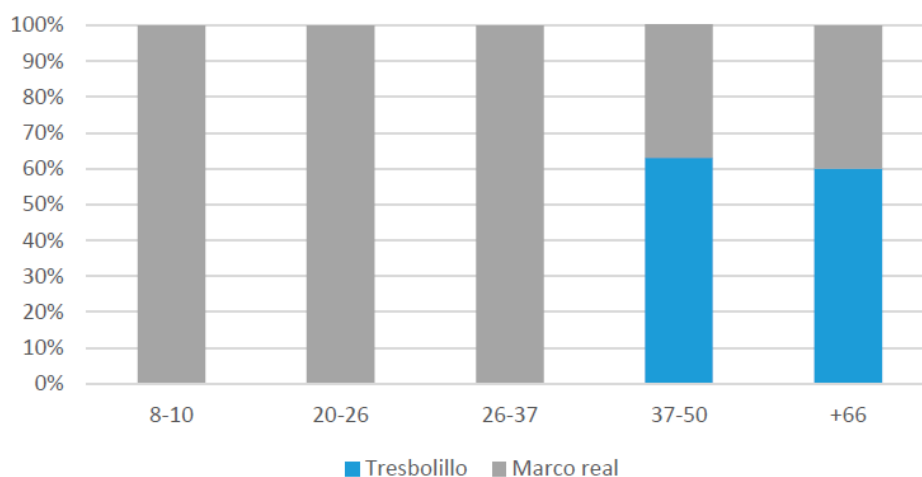


Figura 5: Relación entre la edad del viñedo (eje horizontal) y el uso del marco de plantación en tresbolillo o marco rectangular

Esta información está actualmente en proceso de análisis más detallado, estableciendo relaciones entre marco de plantación y edad, así como considerando si factores geográficos o culturales tienen incidencia sobre los mismos.

3.3 Configuración de las cepas: estructura de las cepas (número de brazos, longitud, grado de ramificación y renovación)

El estudio de la configuración de las cepas se llevó a cabo en tres visitas realizadas en la primavera de 2023 (23 de marzo, 26 de abril y 7 de junio), en las que se seleccionaron de 6-8 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. Todas las cepas seleccionadas fueron geolocalizadas mediante un sistema de posicionamiento global (GPS) de alta precisión. Esto permite tener información precisa sobre la ubicación de cada cepa en las parcelas.

Para cada una de estas cepas, se recopilaron datos específicos relativos a número de cortes de poda, la altura de las cepas y otros detalles de configuración relevantes. En la Figura 6 se presentan fotografías obtenidas en distintas visitas



Figura 6: Fotografías de algunas de las cepas marcadas para el estudio de la configuración de su estructura

Esta información ha permitido tener información sobre el promedio de crecimiento anual de cinco de las seis parcelas históricas (Tabla 3) y servirá para valorar el interés de estas medidas para afinar la edad de un viñedo cuando se trabaja con viñedos de edad avanzada.

Tabla 3: Crecimiento anual promedio de cinco de las parcelas históricas

Parcela	Crecimiento brazos (cm/año)
Ainzón histórica	2,09
Fuendejalón histórica	1,82
Magallón histórica	1,32
Pozuelo histórica	1,93
Tabuena histórica	1,67
PROMEDIO	1,77

3.4 Identidad y variabilidad genética: tanto a nivel de portainjerto como a nivel de variedad, determinadas empleando marcadores moleculares

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, 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.

En dichas visitas (Figura 7), se tomaron muestras para la identificación varietal y realizaron fotografías del material que se apreciaba distinto (fundamentalmente portainjertos). Este material se conserva actualmente congelado en las instalaciones de la UPNA, estando previsto su análisis genético a lo largo de los próximos meses



Figura 7: Fotografías del proceso de inspección visual y muestreo del material vegetal (variedades y portainjertos) de los 12 viñedos incluidos en el estudio

4. Valoración global de los trabajos y previsión

Los trabajos se están desarrollando de manera muy satisfactoria, de acuerdo al cronograma y estrategia inicialmente previstos, con algunas leves modificaciones asociadas a la dinámica normal de cualquier trabajo de investigación.

A lo largo de los próximos meses, se profundizará en el análisis de los resultados obtenidos con el estudio de las ortofotos, se determinará hasta qué punto el estudio de la configuración y estructura de las cepas puede servir para afinar la estimación de edad en los viñedos más viejos, y se procederá al análisis genético de todas las muestras prospectadas.

Pamplona, 4 de octubre de 2023

Gonzaga Santesteban