

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS AGRÓNOMOS

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN GOI
MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA*

Recuperación del patrimonio vitícola de la Cuenca de Pamplona

Presentado por

OIHANE ONEKA MUGICAK

aurkeztua

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN

Junio de 2018 / *2018ko ekaina*

TÍTULO: Recuperación del patrimonio vitícola de la Cuenca de Pamplona

ALUMNA: Oihane Oneka Mugica

DIRECTOR: Gonzaga Santesteban Garcia

CODIRECTOR: Jorge Urrestarazu Vidart

RESUMEN:

Hoy en día uno de los retos del sector navarro de la viticultura es ofrecer productos diferenciados. Para ello es indispensable conocer y recuperar las variedades que se cultivaban antiguamente en Navarra, en este caso en la Cuenca de Pamplona.

Actualmente en la Cuenca de Pamplona apenas hay cultivo vitícola pero hace algunas décadas esto no era así. Hasta finales del siglo XIX era habitual el cultivo de la vid en esta zona. Después, a causa de varios sucesos, el cultivo fue descendiendo hasta el nivel actual de casi ningún viñedo. Por un lado, a finales del siglo XIX llegaron varios agentes patógenos de América que afectaron gravemente los viñedos e hicieron que muchos de ellos se abandonaran: el oídio y el mildiu. Además, a partir de la década de 1880 la agricultura navarra sufrió un descenso en los precios del vino debido a la importación de alcoholes industriales desde el extranjero, los cuales llevaron a la ruina a muchas destilerías de vino y orujo y trajeron la competencia de los vinos artificiales, obtenidos a precios muy bajos. Finalmente, el factor que terminó de acelerar el descenso de la producción vitícola en esta zona fue la llegada de la Filoxera, que apareció en Navarra hacia 1892. Las consecuencias aquí también fueron desastrosas pero se consiguió recuperar gran parte de los viñedos gracias a los portainjertos americanos, resistentes a dicha plaga. No obstante, se perdieron muchas de las variedades de *Vitis vinifera* cultivadas y se extendió el cultivo de unas pocas variedades más resistentes, entre ellas la Garnacha. Sin embargo, dicha recuperación no fue tal en la Cuenca de Pamplona, Aoiz y resto de las zonas productoras de chacolés en donde fue instaurándose una agricultura principalmente cerealista.

Mediante este trabajo se demuestra que ha sido posible realizar una prospección y recuperar parte del patrimonio genético del viñedo que hubo. Para ello se han buscado las cepas que, de manera marginal, han sobrevivido a los arranques de viñedo que fueron llevados a cabo. En este trabajo se recoge el procedimiento seguido para realizar la prospección, así como para analizar e identificar las cepas encontradas. Así mismo, se muestran los resultados obtenidos y se hace un breve análisis y comentario sobre cada variedad de *Vitis vinifera* L. encontrada. La variedad que más ha aparecido es la Garnacha, seguida del Verués de Huarte. Además, han sido identificadas tanto variedades de las que hay constancia de su cultivo en el pasado en Navarra, como variedades que se cultivaban fuera de la Comunidad Foral.

PALABRAS CLAVE:

Navarra, diversidad genética, prospección, *Vitis vinifera* L, variedades

LABURPENA:

Egun, Nafarroako mahasgintza sektorearen erronketako bat produktu bereizgarriak eskaintzea da. Horretarako ezinbestekoa da Nafarroan, kasu hontan Iruñerrian, antzina hazten ziren barietateen ezagutza eta berreskurapena.

Gaur egun ez dago apenas mahastirik Iruñerrian, baina hau ez da beti horrela izan. XIX. mende bukaera arte ohikoa zen inguru honetan mahats-ekoizpena aurkitzea. Ondoren, gertakizun batzuk zirela medio, ekoizpen hau gaur eguneko egoerara murrizten joan zen. Batetik, XIX mendearen bukaeran mahastiak larriki erasan eta horietako askoren uztea ekarri zuten agente patogeno berriak iritsi ziren Ameriketatik: oidioa eta mildiua. Gainera, 1880ko hamarkadatik aurrera nafar nekazaritzak ardoen prezioen jeitsiera pairatu zuen, atzerriko alkohol industrialen sarreak eraginda. Azken hauek ardo eta uxual destilategien hondamena eta oso prezio baxutan ekoiztutako ardo artifizialen lehia ekarri zuten. Azkenik, 1892an, jeitsiera azkartzen bukatu zuen izurri bat iritsi zen Nafarroara: filoxera. Ikerketari eta izurriari erresistente diren jatorri amerikarreko txertaka-barietateei esker mahasti nafar asko berreskuratzea lortu zen, *Vitis vinifera* familiako barietate asko galdu baziren ere. Izan ere, mahastiak birlandatzerakoan erresistenteagoak diren barietate gutxi batzuk besterik ez ziren erabili, Garnacha kasu. Hala ere, berreskuratze hau ez zen halakoa izan Iruñerrian, Agoitzen eta txakoli-ekoizle ziren gunetan, non zereal nekazaritza ezarri baitzen.

Lan honen bitartez frogatua geratzen da prospekzioa egitea eta iraganean egondako mahasti ondare genetikoa berreskuratzea posible izan dela. Horretarako erauzketei modu marjinalen biziraun zieten mahatsondoak bilatu dira. Lan honetan jasotzen da prospekzioa egiteko eta mahatsondoak aztertu eta identifikatzeko jarraitutako prozedura. Halaber, lortutako emaitzak ematen dira, eta baita aurkitutako barietate bakoitzaren inguruko hausnarketa bat ere. Gehien agertu den barietatea Garnacha izan da, Verues de Huarte-k segituta. Hauetaz aparte, bai tradizionalki Nafarroan kultibatutako izan diren bai Nafarroan bere hazketaren konstatziarik ez daukaten beste haibat barietate izan dira identifikatuak.

HITZ GAKOAK:

Nafarroa, dibertsitate genetikoa, prospekzioa, *Vitis vinifera L*, barietateak

ABSTRACT:

Nowadays, offering differentiated products is one of the challenges of the Navarre sector of viticulture. For this it is essential to know and recover the varieties that were formerly grown in Navarre, in this case in the Pamplona Basin.

Currently in the Pamplona Basin there is hardly any viticultural crop but a few decades ago this was not the case. Until the end of the 19th century, vine cultivation was common in this area. Afterwards, a series of events reduced their cultivation to their current situation of almost total absence. On the one hand, at the end of the 19th century new pathogenic agents from America arrived to the peninsula: powdery mildew and mildew, which seriously affected the vineyards and caused the abandonment of many of them. In addition, from the 1880s Navarre agriculture suffered a decline in wine prices due to the large influx of industrial spirits from abroad, which brought down the distillery of wine and pomace and the great competition of the artificial wines obtained at very low prices. Finally, another factor that ended up accelerating the decline of the wine production in the Pamplona Basin was the arrival of the plague of phylloxera, which appeared in Navarra around 1892. The rootstocks of American origin resistant to the parasite made possible the recovery of the Navarrese vineyard, although many of the cultivated *Vitis vinifera* varieties were lost and the cultivation of a few more resistant varieties was extended, including Garnacha. However, this recovery was not such in the Pamplona Basin, Aoiz and the rest of the "chacolí" producing areas where a mainly cereal-based agriculture was installed.

Through this work it is demonstrated that it has been possible to carry out a survey and recover part of the genetic patrimony of the vineyard that was there. For this purpose, the strains that marginally survived the vineyard extractions that were carried out have been sought. This work includes the procedure followed to perform the survey, as well as to analyze and identify the strains found. Likewise, the obtained results are shown and a brief analysis and comment is made on each variety of *Vitis vinifera* L. found. The variety that has appeared the most is Garnacha, followed by Verués de Huarte. In addition, they have been identified both varieties of which there is evidence of their cultivation in the past in Navarra, as varieties that were grown outside the Autonomous Community.

KEYWORDS:

Navarre, genetic diversity, prospection, *Vitis vinifera* L, varieties

Contenido

1.	Antecedentes	7
1.1.	La vid	7
1.2.	Diversidad varietal de la vid cultivada.....	7
1.3.	Erosión genética de la vid cultivada en Europa.....	9
1.3.1	Situación varietal actual en España.....	11
1.4.	Preservación de las variedades de vid	12
1.4.1.	Proyectos de recuperación y preservación de variedades minoritarias en España	12
1.5.	Situación en Navarra	14
1.5.1.	Principales variedades de vid	14
1.5.2.	Evolución del cultivo de la vid en la Cuenca de Pamplona	15
1.5.3.	Trabajo en el ámbito de la recuperación y preservación de variedades minoritarias	17
2.	Objetivos	19
3.	Materiales y métodos.....	21
3.1.	Análisis y preparación de la información histórica disponible.....	21
3.2.	Prospección y recogida de muestras.....	22
3.3.	Identificación genética de las muestras obtenidas	24
3.3.1.	Extracción y purificación del ADN	24
3.3.2.	PCR y análisis mediante microsatélites	26
3.4.	Tratamiento de los resultados	26
4.	Resultados	29
4.1.	Prospección y recogida de muestras.....	29
4.1.1.	Cuenca noroeste	30
4.1.2.	Cuenca centro	31
4.1.3.	Egués	32
4.1.4.	Cuenca sureste	33
4.1.5.	Etxauri-Olza	34
4.1.6.	Artazu-Guirguillano	35
4.1.7.	Valdizarbe-Puente la Reina/Gares	35
4.1.8.	Área Ultzamaldea-Auñamendi	37
4.1.9.	Área Yerri-Guesalaz	37
5.	Discusión	39

5.1.	Garnacha	41
5.2.	Verués de Huarte	41
5.3.	Mazuelo.....	42
5.4.	Macabeo.....	43
5.5.	Morate.....	44
5.6.	Tempranillo	45
5.7.	Moscatel de Grano Menudo	45
5.8.	Moscatel de Alejandría, Cayetana, Moscatel de Grano Menudo, Tinto de Navacarnero, Castellana Blanca	46
5.9.	Cinsaut, Cabernet Franc , Jacquez y Palomino	47
5.10.	Cabernet Suvignon y Merlot	49
6.	Conclusiones.....	51
7.	Bibliografía	53

1. Antecedentes

1.1. La vid

La vid es un arbusto trepador, perteneciente al género *Vitis*, familia *Vitaceae*, con ramas sarmentosas que se fijan a tutores mediante órganos denominados zarcillos.

La familia *Vitaceae* está compuesta por casi mil especies agrupadas en 17 géneros. Entre éstos, el único género con importancia agronómica constituye el género *Vitis*. Éste está formado por aproximadamente 60 especies, entre las cuales se encuentra la especie *Vitis Vinifera L.* a la que pertenecen las distintas variedades de vid cultivadas en el mundo, de uva de vinificación.

Este género se divide en dos subgéneros, el Muscadinia y el Euvitis. Este último se clasifica a su vez en tres grupos según su distribución geográfica (Mena, 2013):

- Grupo asiático.
- Grupo americano. Constituido por una veintena de especies que en general presentan pocas aptitudes viníferas pero que son muy resistentes a la filoxera por lo que han sido utilizadas para producir portainjertos o patrones. Algunas de las especies más importantes son *V. riparia*, *V. rupestris* y *V. berlandieri*.
- Grupo euroasiático. Constituido por una sola especie, *V. vinifera L.*, que incluye las distintas variedades de vid cultivadas para vinificación por sus aptitudes viníferas. Presenta gran sensibilidad a enfermedades criptogámicas y a la filoxera, por lo que se suele injertar en otras especies resistentes, generalmente americanas.

1.2. Diversidad varietal de la vid cultivada

Se entiende como variedad un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido que pueda definirse por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos, distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos y que pueda considerarse como una unidad, habida cuenta de su aptitud a propagarse sin alteración (RD 208/2003).

La variedad *Vitis vinifera, L.* es la especie a partir de la cual se derivan fundamentalmente las principales variedades comerciales cultivadas (Duque y Yáñez, 2005). Se estima que actualmente existen entre 7000 y 10000 denominaciones de variedades. La variabilidad de los caracteres se debe tanto a patrimonio hereditario como a la acción del hombre y del medio (Chomé et al., 2002). El origen de las variedades cultivadas puede deberse a orígenes diversos: hibridaciones naturales, hibridaciones artificiales, mutaciones o variabilidad intravarietal (Mena, 2013).

a. Hibridaciones naturales

Se cree que muchas de las variedades cultivadas actualmente tienen un origen muy antiguo y podrían haber surgido de cruces espontáneos, bien entre vides silvestres y variedades cultivadas, bien solamente entre variedades cultivadas (Urrestarazu, 2012). Estos cruces espontáneos han sido seleccionados por los viticultores a lo largo de cientos de años (Mena, 2013).

En general se desconocen sus antecedentes aunque actualmente, mediante técnicas moleculares como microsatélites y SNP se puede descubrir cuál es su origen, siempre y cuando los parentales se cultiven y sean conocidos actualmente (Mena, 2013).

b. Hibridaciones artificiales

Las hibridaciones artificiales han sido y son llevadas a cabo por mejoradores mediante cruzamientos entre individuos de la misma especie, o entre distintas especies (Cabello, 2004).

Mediante hibridaciones intraespecíficas (entre variedades de *V. vinifera* L.) se han obtenido algunas variedades de vinificación como, por ejemplo, la Garnacha Tintorera, cruce entre Petit Bouschet x Garnacha Tinta (Cabello, 2004).

Con hibridaciones interespecíficas, en cambio, se han obtenido la mayoría de los portainjertos que se emplearon para reconstruir el viñedo filoxerado. Los cruces realizados fueron fundamentalmente entre las especies *V. riparia*, *V. rupestris* y *V. berlandieri*, aunque también participaron otras especies como la *V. labrusca*, *V. aestivalis*, *V. lincedumii*, *V. cordifolia* y *V. monticola*; con ellas se realizaron diferentes hibridaciones hasta conseguir los caracteres que les permitían desarrollarse en las condiciones de clima y suelo europeas, manteniendo la resistencia a la filoxera. Los Híbridos Productores Directos (HPD) proceden de cruzamientos interespecíficos entre *Vitis vinifera* y otras especies del género *Vitis*. Su origen, como en los portainjertos, fue la lucha antifiloxérica, buscando además plantas que produjeran uvas de calidad, fueran resistentes a enfermedades fúngicas, en especial a mildiu y oidium, que se adaptasen a suelos y climas variados, en especial la resistencia al frío, que su producción fuera alta, y por último, que produjeran vinos tintos de mucho color (Cabello, 2004).

En vid la mejora se ha centrado en obtener híbridos utilizando especies americanas, ya que son más resistentes o tolerantes a enfermedades y a estreses bióticos. Sin embargo estos híbridos tienen una calidad muy inferior a variedades de *Vitis vinifera*, y es por ello que su cultivo no está muy extendido. (Urrestarazu, 2012).

c. Mutaciones somáticas

Las mutaciones somáticas (mediante pequeñas variaciones en el genoma) pueden provocar nuevas formas varietales dentro de una variedad, cuando esta nueva forma causada por la mutación es claramente diferente del original. Un ejemplo de ello es la garnacha, de la que existen cuatro formas varietales: garnacha tinta, garnacha blanca, garnacha gris y garnacha peluda (Urrestarazu, 2012).

Hoy en día la mejora genética de la vid se centra sobre todo en la obtención de variedades de uva de mesa sin semillas. La mejora de variedades de vinificación es complicada porque tienen un nivel de heterocigosis muy alto. Este hecho ha generado que la única mejora concebible en la vid de vinificación sea la selección clonal, es decir, la selección de clones obtenidos por multiplicación vegetativa de una variedad que muestren una nueva característica interesante debido a mutaciones somática (Urrestarazu, 2012).

d. Variabilidad intravarietal

El patrimonio genético de la vid no sólo lo forman el conjunto de variedades existentes, sino también las diversas formas (biotipos) de cada una de esas variedades (Balda y Martínez de Toda, 2017); existe heterogeneidad tanto en el comportamiento agronómico como en los rasgos

morfológicos entre clones pertenecientes a una misma variedad. Se ha postulado que esta variabilidad puede tener tres orígenes (Cervera, Cabezas, Gómez y Martínez-Zapater, 2001):

Origen policlonal: Los clones que constituyen una variedad proceden de semillas diferentes, aunque mantienen caracteres comunes, responsables de que sean reconocidos como pertenecientes a la misma variedad. Estas variedades se han denominado con el término de variedad-población.

Origen monoclonal: Los diferentes clones de una variedad derivan de una única semilla original y la variabilidad existente es debida a la acumulación de mutaciones somáticas.

Origen patogénico: Las diferencias morfológicas son consecuencia de las alteraciones provocadas por la infección con algún patógeno, como por ejemplo una infección vírica.

1.3. Erosión genética de la vid cultivada en Europa

Hablamos de erosión genética cuando se produce una pérdida o reducción de recursos fitogenéticos en una especie, definiéndose recurso fitogenético como "cualquier material genético de origen vegetal de valor real o potencial para la alimentación y la agricultura" (FAO, 2001). Aplicamos este concepto a la disminución progresiva de la diversidad genética de las plantas cultivadas (Balda et al., 2017).

A lo largo de su historia la vid ha sufrido una fuerte erosión genética debido a condiciones climáticas desfavorables, procesos de domesticación y selección intuitiva por el hombre, incidencia de patógenos y propagación vegetativa mediante estaquillas de un genotipo seleccionado (Mena, 2013).

a. Domesticación y selección inicial por el hombre

La vid fue uno de las primeras especies de frutales domesticadas, hecho que ocurrió al principio de la Edad de Bronce. En el proceso de domesticación, a través de la selección de plantas según sus buenas características agronómicas, solo una pequeña parte de la diversidad presente en las formas silvestres fue elegida para las poblaciones domésticas (cuello de botella de domesticación). Posteriormente el hombre, en sus desplazamientos, transportaba las especies mejoradas a nuevas regiones, de forma que el cultivo se expandió de su zona de origen a otras partes del mundo (cuello de botella de dispersión). Esto tenía dos efectos, por una parte las variedades que llegaban desplazaban a las existentes en la zona, y por otra se cruzaban con algunas de ellas y se alcanzaban nuevos equilibrios genéticos. Había una gran diversidad, la cual proporcionaba una gran estabilidad frente a cambios de cualquier tipo (Urrestarazu, 2012).

Hasta finales del siglo XIX la evolución fue lenta debido a la poca eficiencia de los métodos selectivos y, aunque se perdieron algunas variedades, dicha lentitud daba tiempo para que las variedades nuevas se adaptasen e hibridasen con las antiguas (Urrestarazu, 2012).

b. Mejora genética e importante erosión genética

A finales del siglo XIX y comienzos del XX se avanzó mucho en temas de genética y genética de poblaciones: las Leyes de Mendel, Ley de Hardy-Weinberg... Asimismo, en ésta época aumentó la población que se dedicaba a la industria y a los servicios produciendo su traslado a las grandes ciudades, por lo que la demanda de alimentos se incrementó. En

consecuencia, los agricultores tuvieron que enfocar su producción a conseguir mayores y uniformes rendimientos, teniendo que mejorar la adaptación a nuevos sistemas de cultivo. De esta manera se fueron sustituyendo variedades locales y tradicionales por variedades modernas más homogéneas y productivas. Este proceso se dio a una velocidad muy rápida, por lo que no dio tiempo para que las nuevas variedades se adaptasen e hibridasen con las antiguas. (Urrestarazu, 2012).

c. Incidencia de patógenos

Durante la segunda mitad del siglo XIX llegaron a Europa agentes patógenos de América, tales como el oidio, el mildiu y la filoxera.

El oidio se introdujo en Europa por la importación de vides americanas y se propagó rápidamente. Éste hongo necesita de humedad para desarrollarse, por lo que las viñas más afectadas fueron aquellas de regiones húmedas. El agente patógeno llegó a España en la década de 1850, afectando sobre todo al norte de la Península. Descendió la producción y las variedades más resistentes, como la Garnacha, tendieron a progresar por encima de otras. Se puede decir que esta crisis duró poco porque en Francia se descubrió que el azufre lo combatía, y en 1861 ya se probó con éxito en Galicia (Huetz de Lemps, 1993).

Alrededor de 1885 apareció el mildiu en la Península y, aunque el tratamiento era conocido, atacó nuevamente contra los viñedos (Huetz de Lemps, 1993).

Con la importación de vides americanas resistentes al oidio entró una nueva plaga, la filoxera. Ésta causó una grave crisis vitícola a finales del siglo XIX y comienzos del XX, ya que a diferencia del oidio y el mildiu que afectan a la cosecha pero no matan la planta esta ataca a las raíces y causa su muerte. La plaga entró en España en la década de 1870, y se expandió por toda la península. Para combatir dicha plaga se empezó a injertar la vid europea (sensible a filoxera) sobre especies americanas (resistentes a filoxera en la mayoría de los casos). La reconstrucción fue lenta en España y produjo una simplificación de las variedades. La Garnacha siguió expandiéndose notablemente en Cataluña, Aragón, La Rioja, Navarra y Galicia, sustituyendo variedades más tradicionales. Asimismo, en Valencia se apostó por la variedad Bobal en Andalucía por Palomino y Listán de Huelva y en Extremadura por Cayetana y Airén (Huetz de Lemps, 1993).

d. Selección clonal

Se trata de una técnica de mejora y producción de variedades de vid que actualmente domina las plantaciones en la viticultura.

La selección clonal fue llevada a cabo por primera vez en Alemania en 1876 y la primera parcela con cepas obtenidas con dicha técnica fue plantada en 1900, reconociéndose oficialmente en 1921. Con el tiempo la técnica fue expandiéndose de Alemania hacia otros países; en Francia se plantó la primera parcela de cepas clonadas en 1969 (Walter y Martelli, 1996).

La obtención de clones seleccionados pretende conseguir unos mínimos razonables de producción de uva, para mantener unos niveles de renta aceptables para los viticultores. Además se pretende elegir aquellos clones que produzcan vinos de la máxima calidad y tipicidad, adaptados a las exigencias del gran mercado de consumo. La selección clonal ofrece al viticultor un material certificado sanitariamente libre de las virosis: entrenudo corto, enrollado y jaspeado

(Reglamento Técnico de Control y Certificación de Plantas de Vivero de Vid. Orden 1 de julio de 1986, BOE 15-07-86). Este material es más homogéneo, lo que permite uniformar las operaciones de cultivo (poda y vendimia), siendo las producciones más regulares y con unas calidades superiores, lo que permite una progresiva tipificación de los vinos de calidad (Muñoz-Organero, Rodríguez-Torres y Cabello, 2001).

1.3.1 Situación varietal actual en España

A consecuencia de la erosión genética y las tendencias de producción de las últimas décadas, son muy pocas las variedades que ocupan grandes superficies de cultivo (Balda et al., 2017).

En España la superficie plantada de viñedo a 31 de julio de 2016 asciende a 959.535has (Dirección General de Producciones y Mercados, 2016).

Las variedades tintas representan el 52% del total de la superficie de viñedo de uva de vinificación plantado, frente al 48% de variedades blancas (MAPAMA, 2018a).

En las Figuras 1 y 2 se pueden ver las principales variedades de vid cultivadas en España en el año 2015, ordenadas según la superficie que ocupan. Se observa que, en blancas, el 49% de la superficie está constituida por la variedad Airén, seguida con un 10% de la superficie por Macabeo y con un 9% por Cayetana Blanca.

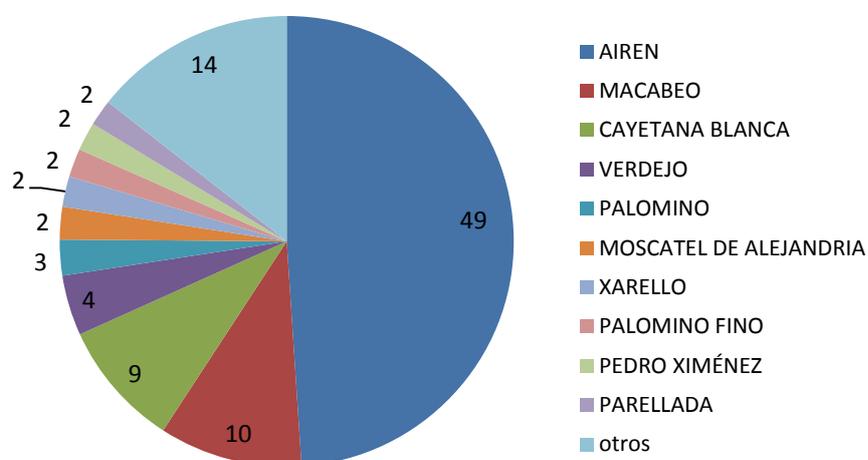


Figura 1. Principales variedades de uvas blancas cultivadas en España por superficie, 2015 (MAPAMA, 2015).

En cuanto a tintas, el 41 % de la superficie la ocupa el Tempranillo, seguido de la variedad Bobal, Provechon (13% superficie) y de la Garnacha (12% superficie).

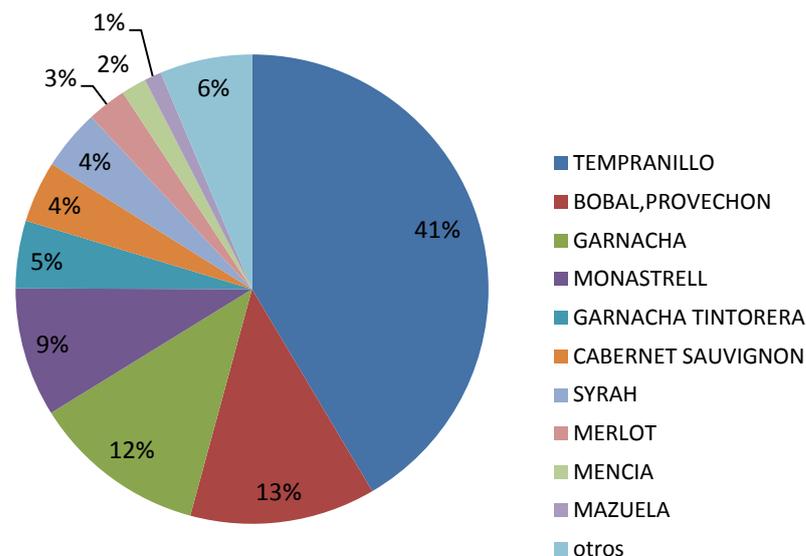


Figura 2. Principales variedades cultivadas en España, 2015. (MAPAMA, 2015)

1.4. Preservación de las variedades de vid

La necesidad de preservar la mayor diversidad de vid se justifica con diversos argumentos.

Por un lado, la desaparición de un gran número de variedades antiguas y la homogeneización varietal del viñedo trae consigo un aumento de la vulnerabilidad genética en lo que concierne a la propagación de agentes patógenos contra los que las variedades cultivadas no son resistentes. Resulta muy importante preservar los genes con interés agronómico actual o futuro, genes de resistencia o tolerancia a diferentes factores bióticos o abióticos, para no perder capacidad de reacción frente a posibles consecuencias de la vulnerabilidad del viñedo (Balda et al., 2017).

Por otro, respecto a la producción de vino, la utilización de distintas variedades permite alcanzar mayores niveles de complejidad y creatividad y, además, aprovechar posibles efectos de complementariedad en los vinos. Es por ello que también resulta necesario preservar la variabilidad existente a nivel de características organolépticas y aptitudes culturales, para poder ser usados en programas de selección (Balda et al., 2017).

Además, las variedades que hoy en día no son de gran interés y que están en vías de desaparición lo están debido a condiciones económicas temporales, susceptibles a evolucionar. Éstas variedades, de perderse completamente, no se volverán a obtener y se desconoce la aplicabilidad que pueden tener en un futuro (Balda et al., 2017).

1.4.1. Proyectos de recuperación y preservación de variedades minoritarias en España

Hoy en día, con la homogeneización del viñedo, la mayoría de los vinos que se producen son de muy buena calidad, pero de gusto muy estandarizado. Es por ello que hoy en día se está buscando cada vez más la diferenciación, y para ello resulta indispensable encaminarse hacia la

producción de vinos ligados al territorio, con características específicas y diversas (Balda, 2017).

En busca de estos objetivos, está surgiendo una pequeña corriente para incorporar al cultivo variedades minoritarias locales. Sin embargo, para que esto sea posible es indispensable la recuperación y el estudio de dichas variedades locales y minoritarias.

En los recientes trabajos de prospección y recuperación de variedades antiguas de vid que se vienen efectuando en España en 17 comunidades autónomas (CCAA) agrupadas en torno al proyecto INIA RF 2012-00027, se han localizado unas 300 variedades desconocidas o nuevas minoritarias (Cibrián et al., 2016).

A continuación se citan algunos ejemplos de investigaciones de este ámbito llevadas a cabo en comunidades autónomas:

a. Proyecto de recuperación y preservación de variedades minoritarias en La Rioja

El proyecto de investigación tiene como objetivos la recuperación y la preservación de recursos genéticos en peligro de extinción, la caracterización e identificación de los mismos, así como el estudio de sus posibilidades de cultivo y enológicas. Fruto de este proyecto se han recuperado numerosas accesiones que se preservan en bancos de germoplasma (Bodegas Viña Ijalba e instalaciones de La Grajera, en Logroño) y el Consejo Regulador de la DOC Rioja aprobó en 2007 la incorporación al Reglamento de Denominación de las variedades minoritarias las variedades Maturana Tinta, Monastel, Turruntés, Maturana Blanca y Tempranillo Blanco. Éstas, a excepción del Monastel, ya han sido autorizadas para su cultivo en la DO Rioja (Balda et al., 2017).

b. Proyecto de recuperación y preservación de variedades minoritarias en las Islas Baleares

El Instituto de Investigación, Búsqueda y Formación Agraria y Pesquera (IRFAP) puso en marcha una línea de investigación en el área de viticultura y enología. Se ocupa principalmente de estudiar variedades de uva autóctonas de las Islas Baleares. En él se llevan a cabo proyectos de investigación y búsqueda encaminados a la recuperación, el saneamiento y la caracterización de variedades autóctonas de uva. Asimismo, se desarrolla un proyecto de investigación y búsqueda que pretende evaluar el potencial antioxidante del vino y de los subproductos elaborados con estas variedades. Asimismo se han llevado a cabo proyectos relativos a la selección clonal de las variedades mallorquinas callet, muelle y manto negro, variedades de amplia distribución local, y al saneamiento y la caracterización de Malvasia de Banyalbufar (Instituto de Investigación, Búsqueda y Formación Agraria y Pesquera, 2018).

Los diferentes proyectos e investigaciones llevadas a cabo son los siguientes (Instituto de Investigación, Búsqueda y Formación Agraria y Pesquera, 2018):

- Estudio sanitario, preservación y caracterización de variedades minoritarias de viña en Baleares. Confirmación de genotipos únicos mediante la aplicación de marcadores moleculares. Recuperación sanitaria de genotipos infectados mediante técnicas de biotecnología (2010-2013).
- Historia y evolución de variedades minoritarias de viña de las Islas Baleares.

- Caracterización morfológica y agronómica de variedades autóctonas de Baleares y evaluación de su aptitud enológica: composición antocianica y perfil aromático (2006-2008).
- Caracterización, saneamiento y conservación de material vegetal vitícola de la isla de Mallorca (2005-2011).
- Recuperación de Malvasía de Banyalbufar: caracterización agronómica y enológica (2004-2006).

1.5. Situación en Navarra

1.5.1. Principales variedades de vid

La situación en Navarra en cuanto a diversidad genética de la vid cultivada es parecida al resto de la península, es decir, predominan unas pocas variedades en su cultivo. Entre las variedades blancas predomina la variedad Chardonnay con un 36% de la superficie, seguida de Macabeo con un 27% (Figura 3).

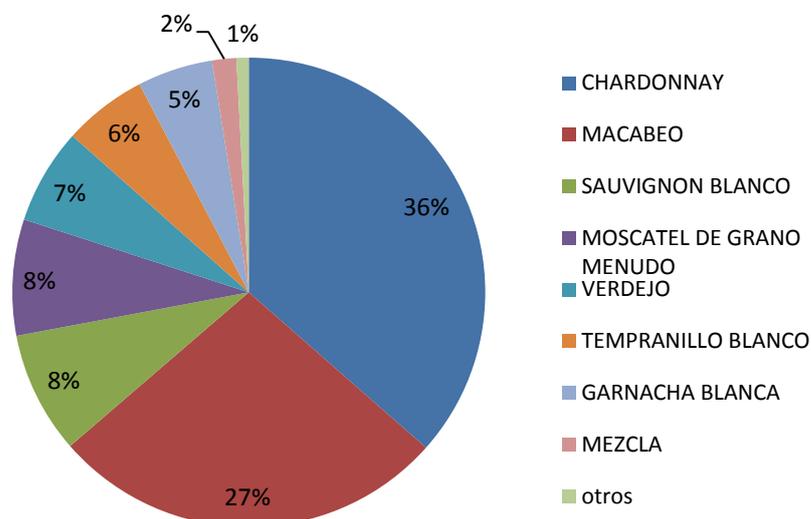


Figura 3. Principales variedades de uvas blancas cultivadas en Navarra por superficie, 2015. (MAPAMA, 2015)

En tintos el 56% de la superficie está ocupada por Tempranillo, el 19% por Garnacha y el 10% por Cabernet Sauvignon (Figura 4).

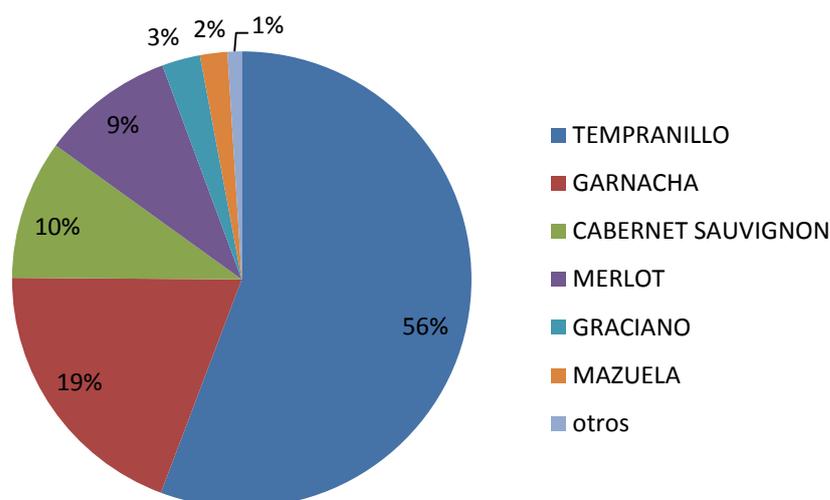


Figura 4. Principales variedades de uvas tintas cultivadas en Navarra por superficie, 2015. (MAPAMA, 2015)

1.5.2. Evolución del cultivo de la vid en la Cuenca de Pamplona

Durante siglos la vid ha constituido una de las más importantes riquezas agrícolas de las cuencas prepirenaicas navarras, incluida Pamplona. Se calcula que en otros tiempos llegó a haber hasta 2.000 labradores que vivían de su cultivo (Astibia, 1992). Según dice Astibia (1992), "viajeros de antaño como el alemán Muntzer (1495) o el británico Cock (1592) describieron en sus diarios un paisaje circumpamplonés rico en trigales y viñedos".

En la cuenca de Pamplonan se producía el tipo de vino Chacolí. La mayor parte de los chacolés eran tintos y claretos (txakolingorri). No obstante, también hubo chacolés blancos y algunos de ellos, como los de Villaba, fueron la base para la elaboración de un "champán". Tal y como refiere Astibia (1992) sobre lo publicado en la Monografía Agrícola de Navarra de 1915, "En vinos espumosos, son de calidad muy saliente los de Ezcaba, que elabora la Sociedad constituida para su fabricación con este nombre". Para la elaboración de aquellos vinos también solían emplearse uvas tintas de otras zonas chacolineras como Val de Etxauri e Izagaondoa, e incluso, a veces, de áreas más meridionales, hoy incluidas dentro de las comarcas vitivinícolas de Navarra, como puede ser Valdizarbe (Astibia, 1992).

a. Declive

En un declive que no ha parado hasta hoy en día, la vid fue cediendo terreno a otros cultivos, sobre todo a partir de la aparición en Navarra, en la segunda mitad del siglo XIX del Oidio y del Mildiu, enfermedades criptogámicas de origen americano que provocaron el abandono de muchas viñas. Así, fue instaurándose progresivamente una agricultura basada más en el cereal, cultivo que encuentra en la climatología de la región condiciones más propicias que la vid para ofrecer grandes rendimientos (Astibia, 1992).

Además, a partir de la década de 1880 la agricultura navarra sufrió un descenso de los precios del vino. La producción del vino había sido incentivada nteriormente por los problemas

en el cereal (crisis por la caída del precio del trigo) y por la demanda francesa hacia la que se encaminaban la mayor parte de los vinos navarros. Las causas de la caída del precio del vino a la mitad se debieron a la gran entrada de alcoholes industriales desde el extranjero. La importación de alcohol industrial traía la ruina de las destilerías de vino y orujo y la grande competencia de los vinos artificiales, obtenidos a precios muy bajos. Además de la caída del precio del vino, los últimos años hubo muy malas cosechas (Mikelarena, 1992).

Como en muchos otros lugares, un factor que terminó de acelerar el descenso de la producción vitícola en esta zona fue la llegada a Europa de la Filoxera, que apareció en Navarra hacia 1892. Las consecuencias aquí también fueron desastrosas y cuatro años después ya se contabilizan 81 términos municipales afectados por este parásito. (Astibia, 1992). Se calcula que para comienzos del siglo XX la filoxera ya había acabado con la mayor parte de las casi 50.000 hectáreas que Navarra llegó a dedicar a la vid (Amorena, 1932).

b. Recuperación de los viñedos en Navarra, no así en la Cuenca de Pamplona

El trabajo de los técnicos de la Administración y de los agricultores en el ensayo de portainjertos de origen americano resistentes a la filoxera hizo posible la recuperación del viñedo navarro. Arraiza y otras localidades del Val de Etxauri, se especializaron en la producción de injertos vitícolas (Amorena, 1932).

No obstante se perdieron muchas de las variedades de *Vitis vinifera* cultivadas en la cuenca, y se extendió el cultivo de unas pocas variedades, entre ellas la Garnacha.

Cabe destacar que, aunque la Garnacha se conoce en Navarra desde hace siglos, sólo comenzó a generalizarse en su viñedo en la segunda mitad del siglo pasado, y esto debido principalmente a su resistencia a las enfermedades. Tal y como dice Astibia (1992), en la Monografía Agrícola de Navarra (Diputación de Navarra, 1915; pág. 291) se afirmó: "El temor al oidium ha sido la causa de eliminación de otras clases que se cultivaron antes que ella... como los propios del país en sus diferentes comarcas. Eran principalmente denominadas Beraés, Mazaela, Tempranillo, todas clases tintas para obtener vinos muy bien equilibrados". Asimismo, Astibia (1992) escribe lo apuntado por Nagore (1932): "Otro panorama que queda por examinar es el del vuelo de nuestros viñedos. Casi (todos) es uniforme, garnacha. Sin duda ciertas condiciones de resistencia para las enfermedades criptogámicas, el obtener determinada coloración, el rendimiento, etc., han movido a nuestros labradores a encariñarse con esta variedad de predilección destacada".

En los años ochenta las garnachas constituían alrededor del 90% del total de cepas del viñedo amparado bajo la Denominación de Origen Navarra (Pejenaute, 1991).

Dicha recuperación no fue tal en la Cuenca de Pamplona, Aoiz y resto de las zonas productoras de chacolés en donde fue instaurándose una agricultura principalmente cerealista (Astibia, 1992).

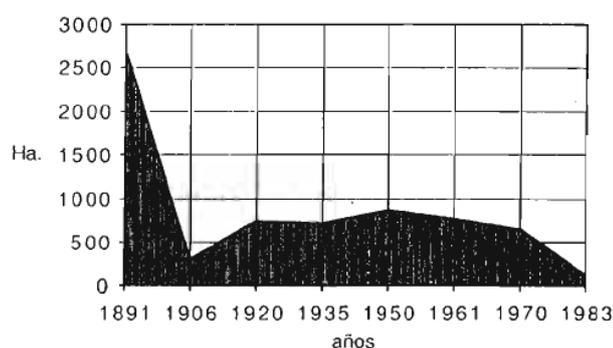


Figura 5. Evolución de la superficie ocupada por el viñedo en la Cuenca de Pamplona a lo largo del siglo XX (Astibia, 1992).

Tal y como muestra Astibia (1992) mediante la Figura 5 tomada de las Hojas de Riqueza Catastral, la evolución de la superficie de viñedo en la Cuenca de Pamplona fue descendente, hasta prácticamente desaparecer. En dicha Figura se pueden apreciar las distintas fases del declive. La primera caída brusca corresponde a los daños causados por la entrada de la filoxera en la Cuenca, seguida de los intentos por recuperar los viñedos mediante la utilización de patrones y variedades resistentes, que aumentan un poco la superficie. Sin embargo, esta recuperación no fue satisfactoria en la Cuenca, y, tal y como se ve en la Figura, la superficie ocupada por viñedo se fue disminuyendo hasta prácticamente desaparecer. Según Astibia (1992) en 1989 ya no quedarían más que unas 11 hectáreas de viñedo, siendo la mayoría viñas ya muy entradas en años y el tamaño de las parcelas de pequeño a muy pequeño (las mayores tendrían unas 7 robadas; 6286m²).

1.5.3. Trabajo en el ámbito de la recuperación y preservación de variedades minoritarias

En Navarra este trabajo ha sido llevado a cabo por dos instituciones diferentes: Evena y la Universidad Pública de Navarra.

a. Evena

En 2004 el trabajo de identificación y recopilación de material vegetal de vinífera existente en el viñedo antiguo de la Comunidad Foral se planteó como prioritario desde la Estación de Viticultura y Enología de Navarra (EVENA). Dicho trabajo consistió en la localización en los viñedos más antiguos, de aquellos cepajes distintos a Garnacha tinta y su marcaje en campo, para una vez recogida la madera, multiplicarla vegetativamente mediante la realización de planta injerto en cantidad suficiente como para nutrir el conservatorio de cepas ubicado en sus instalaciones. La recopilación fue efectuada en el periodo comprendido entre los años 2004 y 2015 (Cibriáin et al., 2016).

b. Universidad Pública de Navarra

Ha llevado a cabo un trabajo de recuperación e identificación de variedades viníferas cultivadas en viñedos antiguos de Navarra.

Estos proyectos han sido llevados a cabo solo en zonas donde actualmente hay una presencia importante de viñedos. Sin embargo, en Navarra encontramos zonas que antaño fueron productoras de vinos y que, por diversas circunstancias, se han ido especializando en otro

tipo de cultivos dejando a un lado la viticultura. Resulta de gran interés llevar a cabo proyectos de prospección y recuperación también en estas zonas, con el objetivo de recuperar la mayor diversidad genética de variedades de vid locales posible.

Una de dichas zonas es la Cuenca de Pamplona, antaño gran productora de chacolíes.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es recuperar variedades de *Vitis vinifera L.* que se cultivaban en la Cuenca de Pamplona, es decir, recuperar el patrimonio genético vitícola de dicha zona. Para ello se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Prospeccionar las áreas donde la probabilidad de encontrar cepas marginales que hayan sobrevivido al arranque de viñedo de las últimas décadas es mayor, buscando información histórica y diseñando un método de actuación para ello.
- Analizar e identificar la variedad del material procedente de dichas cepas mediante el análisis de regiones microsatélites.

3. Materiales y métodos

Este trabajo de prospección e identificación consta de cuatro fases: análisis y preparación de la información histórica disponible, prospección, identificación genética y clasificación por antigüedad.

3.1. Análisis y preparación de la información histórica disponible

En la primera fase se preparó la información necesaria para el trabajo de campo de después. Para ello se utilizó el programa informático QGIS Versión 2.18 (64 bit) y las capas proporcionadas por la web "idena.navarra.es" en formato shp de nombre "Comarcas agrarias" y "MCA56", así como la ortofoto de Navarra de 1956-1957:

- Ortofoto de Navarra de 1956-1957. Se trata de una ortofoto a escala 1/10.000, en blanco y negro y con el sistema de referencia ED50/UTM zona 30N.

La realización de la ortofoto tiene su origen en un proyecto de investigación de INIA de 2005, llevada a cabo por los departamentos de "Agricultura" y "Obras Públicas", por la Universidad Pública de Navarra y por Tracasa, en la cual se hicieron 3 hojas piloto. Después, a iniciativa de la Dirección General de Agricultura y Ganadería y con financiación para completar toda Navarra, se llevó a cabo su ejecución y desarrollo entre los años 2005 y 2009.

Para ello se contaba con 1009 fotogramas escaneados a 21 micras de resolución realizadas entre mayo-junio de 1956 y julio de 1957 por el ejército de Estados Unidos, y depositados en el Servicio Geográfico del Ejército. La escala de vuelo fue de 1/33.000.

Se trata de la ortofoto más antigua posible sobre la totalidad del territorio de Navarra.

La ortofoto se puede visualizar en la web de SITNA (<http://sitna.navarra.es>), de IDENA (<http://idena.navarra.es>) y en la Red de Visores SITNA (en torno a 400 instalaciones en Gobierno de Navarra, Sociedades Públicas y otros). Asimismo, su descarga es gratuita en la Tienda de Cartografía de Obras Públicas (<http://www.navarra.es/appsext/tiendacartografia/default.aspx>) (Dirección General de Agricultura y Ganadería, 2009).

- MCA56. El mapa de cultivos y aprovechamientos de 1956 (MCA56) es una cartografía de usos y aprovechamientos del suelo basada en la ortofoto de los años 1956-57 y en una leyenda de usos predefinida. La idea de realizar esta cobertura de usos nació a la vez que la generación de la ortofoto (proyecto INIA; 2005-2009) ante la necesidad de cuantificar los cambios que ha sufrido nuestro territorio en los últimos 50 años.

Está a escala 1/50.000, el tamaño mínimo de los recintos es de 5 ha, la leyenda está formada por 27 usos diferentes (ver Tabla 1) y es una fotointerpretación sobre la ortofoto del 56, la cual se apoya en parte en el mapa de usos agrícolas actual (Dirección General de Agricultura y Ganadería, 2009).

- Comarcas Agrarias. Mapa que muestra los límites de las distintas comarcas agrarias de Navarra, que son las siguientes: Noroccidental, Cuenca de Pamplona, Pirineos, Tierra Estella, Navarra Media, Ribera Alta y Ribera Baja. Los límites de la comarca agraria de la Cuenca de Pamplona coinciden con las zonas de la zonificación Navarra 2000.

Tabla 1. Leyenda del MCA 56 (Dirección General de Agricultura y Ganadería, 2009).

GRUPOS	CLASES	GRUPOS	CLASES
CULTIVOS HERBÁCEOS EN REGADÍO	Huerta	CONÍFERAS	Pino silvestre y abeto blanco
	Cultivos herbáceos regadio		Pino negro
			Coníferas repoblación
CULTIVOS LEÑOSOS EN REGADÍO	Frutales regadio	FRONDOSAS	Hayas
	Olivos regadio		Robles
	Viña regadio		Carrasca
	Vegetación de ribera		
			Otras frondosas
			Frondosas repoblación
CULTIVOS HERBÁCEOS EN SECANO	Cultivos herbáceos secano	IMPRODUCTIVO	Improductivo
	Praderas		Urbano
	Praderas con cultivos		Agua
	Afloramientos		
CULTIVOS LEÑOSOS EN SECANO	Frutales secano		
	Olivo secano		
	Viña secano		
FORESTAL NO ARBOLADO	Pastos		
	Pastos alta montaña		
	Matorral		

Para preparar el mapa final se añadieron las capas mencionadas al QGIS. A la capa MCA56 se le puso el estilo categorizado y se seleccionó para que solo aparecieran representadas las parcelas que contenían viñedos. A continuación se sincronizó QGIS con Google Earth, para lo cual fue necesario descargar e instalar el complemento OpenLayer Plugin.

En la Figura 6 se muestra el mapa final creado. En ella se puede ver la situación de las parcelas de viñedo existentes en la cuenca en el año 1956, y su ubicación espacial actual, sobre un mapa híbrido (combinación de mapa satélite y mapa estándar de Google Maps).

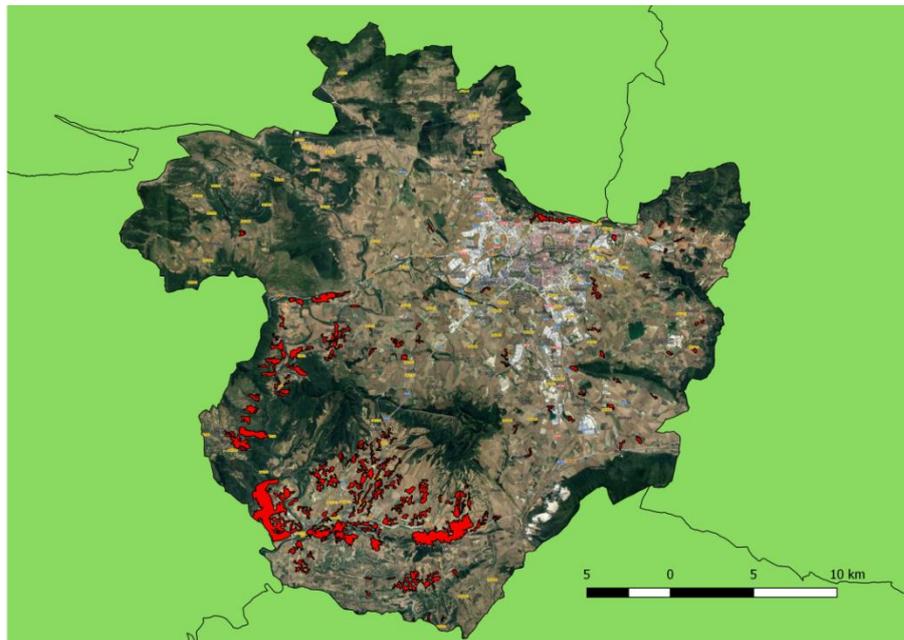


Figura 6. Mapa usado para planificar las áreas a prospectar. En rojo, parcelas de viñedo en el año 1956. En verde, delimitación de la comarca agraria de la cuenca de Pamplona.

3.2. Prospección y recogida de muestras

Una vez preparado el mapa final, ya se pudo iniciar la fase de exploración en campo, ya que se conocía la ubicación de los viñedos en el año 1956 y a qué parcelas correspondían actualmente.

En esta fase se llevó a cabo el trabajo de campo. Con anterioridad a la salida de cada día se revisaba el mapa preparado en la fase inicial y se escogía una zona para prospectar. Usando el programa Google Maps se accedía a dicha ubicación y se llevaba a cabo una exploración visual. Según la zona se accedía con el vehículo o a pie. Para facilitar dicho trabajo se usaron unos prismáticos y unas pinzas recoge-hojas de la marca Oregon de aluminio de 90 cm (ver Figura 7).

Al visualizar alguna planta sospechosa de ser una cepa, se acercaba a ella y se inspeccionaba más detalladamente, para determinar si era interesante (de la especie *Vitis vinifera* o sospechosa de serlo). De ser así, se seguía un proceso para identificarla, describirla y coger muestras. Para ello se necesitaba disponer del siguiente material:

- Bolsas de plástico para recoger muestras de hoja (ver Figura 7).
- Etiquetas de identificación resistentes al agua y a las inclemencias del tiempo (ver Figura 7).
- Nevera portátil con placas heladas portátiles.
- Programa para marcar las ubicaciones de las cepas. En este trabajo se ha usado el programa CartoDroid para Android™.

CartoDroid es una aplicación para Android™ desarrollada en el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL). La aplicación está pensada como herramienta de apoyo a las tareas de trabajo en campo, que busca resolver el problema de la utilización de información geográfica fuera de la oficina en un entorno desconectado, tanto para poder consultarla como editarla.

Para ello CartoDroid permite visualizar y editar capas vectoriales y raster presentes en el propio dispositivo. Los formatos soportados son Sqlite, GeoCSV y KML (Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, 2018).

- Fichas de descripción, las cuales se rellenaban con la siguiente información: día de recogida, acceso, tamaño y color de hoja, tipo de lóbulos de la hoja, color del pámpano, existencia de bayas, tipo de formación, alteraciones, coloración del envés y de las primeras hojas, características de la cuarta hoja y otros.
- Cámara fotográfica (en nuestro caso se utilizó la cámara del teléfono móvil).



Figura 7. Materiales usados en la prospección. Izquierda: pinzas recoge-hojas Oregon. Centro: bolsas similares a las utilizadas en la recogida de muestras. Derecha: Etiquetas utilizadas para marcar las cepas.

A continuación se detallan los pasos seguidos en el muestreo e identificación de la cepa:

1. Escribir tanto en la etiqueta como en la bolsa de plástico el código de identificación de la cepa. Dicho código consta de dos partes: la primera corresponde a las iniciales de la persona que ha encontrado la cepa (de ser dos, se puso la primera inicial de cada persona); la segunda corresponde al número de la cepa. Por ejemplo:
BO_001: cepa número 1 encontrada por Blanca (B) y Oihane (O).
2. Poner la etiqueta en la parte de la cepa que se considere óptima (lo más sana posible, escondida para evitar que sea sustraída por terceros, de fácil acceso...).
3. Rellenar la ficha correspondiente.
4. Sacar fotografías a la cepa: al ápice, a la ubicación, a las bayas de haberlas, a las hojas y a cualquier parte que se considere interesante.
5. Recoger hojas para su muestreo y meterlas en la bolsa de plástico. Se intentó coger, en la medida de lo posible, material joven y sano. Guardar las bolsas en la nevera portátil.
6. Usando el programa Cartodroid, guardar ubicación de la cepa, nombrándola correctamente.

Al final de cada jornada se guardaban las bolsas con las muestras en un congelador y se pasaba la información recogida en las fichas a un Excel. Además, se insertaban los puntos en el mapa de QGIS. Para ello se exportaban en formato SQLITE de la aplicación Cartodroid.

Se prosiguió con este proceso hasta prospectar todas las zonas de la cuenca de Pamplona en las que en 1956 hubiese viñedos.

3.3. Identificación genética de las muestras obtenidas

En la tercera y última fase se llevó a cabo la identificación genética de las cepas encontradas. Esta fase se puede llevar a cabo paralelamente a la fase dos, conforme se van recogiendo muestras.

3.3.1. Extracción y purificación del ADN

Primero se llevó a cabo la extracción y purificación del ADN total del tejido de las hojas. Para ello se usó el kit Qiagen Plant mini kit. El protocolo se detalla a continuación:

1. Moler a fino polvo el tejido utilizando un mortero. Transferir el polvo y el nitrógeno líquido a un tubo criogénico y tenerlo 1 minuto en el desfragmentador. No se debe permitir que la muestra se descongele en ningún momento.
2. Añadir 400 microlitros de Buffer AP1 y 4 microlitros de la solución stock de RNasa (100 mg/ml) a un máximo de 100 mg (peso húmedo) o a 20 mg (peso seco) de polvo y vortexear abundantemente. No se deben observar partes de tejido. En caso de que aparezcan se utilizará vórtex o una punta de pipeta para evitarlo. Si aparecen estas partes de tejido puede interferir en el posterior lisado, y como consecuencia se obtendrán rendimientos más bajos de DNA.
3. Incubar la mezcal durante 10 min a 65°C. Mezclar 2 o 3 veces durante la incubación invirtiendo el tubo. Este paso lisa las células.
4. Añadir 130 microlitros de Buffer AP2 al lisado, mezclar e incubar durante 5 min. en hielo. En este paso precipitan detergentes, las proteínas y los polisacáridos.

5. Centrifugación del lisado a 20.000xg (14.000 rpm) durante 5 min. Algunas plantas pueden generar lisados muy viscosos y una gran cantidad de precipitados. Puede realizar un efecto de cizalladura en el ADN. Por ello se incluye este paso. Tras la centrifugación se aplica el sobrenadante en la columna QIAshredder Mini spin.
6. Aplicar el lisado en la columna QIAshredder Mini Spin (lila) colocado en un tubo de recolecta de 2 ml y centrifugar durante 2 min a 20.000xg (14.000rpm). Puede ser necesario cortar la punta de la pipeta para aplicar el lisado a la columna. Esta columna elimina la mayoría de los precipitados y de restos de células, pero es posible que una pequeña parte pase a través de ella, por lo que se puede generar un pellet en el tubo de recogida. Hay que ser cuidadoso en no tocar el pellet en el siguiente paso.
7. Trasferir la fracción de líquido del paso anterior a un nuevo tubo sin tocar el pellet. Normalmente se recuperan 450 microlitros. En ciertas especies se recupera menos volumen, por lo que es necesario anotar el volumen recogido para realizar el siguiente paso.
8. Añadir 1,5 volúmenes de Buffer AP3/E al lisado y mezclar por pipeteo. Por ejemplo, para 450 microlitros de lisado se deben añadir 675 microlitros de Buffer AP3/E. Se puede formar un precipitado tras la adición del mismo, pero esto no afecta al procedimiento DNeasy. Es muy importante que al pipetear el Buffer AP3/E al lisado, se mezcle inmediatamente.
9. Pipetear 650 microlitros de la mezcla que se ha generado en el paso anterior a una columna DNeasy Mini spin colocada sobre un tubo de recogida de 2 ml. Centrifugar durante 1 min a 6.000 xg (que corresponden a aproximadamente 8.000 rpm en la mayoría de ciclocentrifugadoras), y se rechaza el flujo. Reutilizar el tubo de recogida para el siguiente paso.
10. Repetir el paso anterior con la muestra que aún no se haya aplicado. Rechazar el flujo y el tubo de recogida.
11. Colocar la columna DNeasy Mini spin en un nuevo tubo de recogida de 2 ml y añadir 500 microlitros de Buffer AW2 y centrifugar durante 1 min a ≥ 6.000 xg (≥ 8.000 rpm). Rechazar el flujo y reutilizar el tubo de recogida para el siguiente paso.
12. Añadir 500 microlitros de Buffer AW2 a la columna DNeasy Mini spin y centrifugar durante 1 min a 6.000 xg (8.000 rpm).
13. Añadir 500 microlitros de etanol absoluto a la columna DNeasy Mini spin y centrifugar durante 2 min a 20.000 xg (14.000 rpm).
14. Rechazar el flujo y centrifugar 1 min a 20.000 xg (14.000 rpm). Es importante secar la membrana de la columna DNeasy Mini spin ya que el etanol residual podría interferir en las reacciones del PCR. Rechazar el flujo y el tubo de recogida. Después del lavado con Buffer AW es normal que la membrana de la columna DNeasy Mini spin aparezca ligeramente coloreada. Sin embargo, no es habitual que aparezca muy coloreada y esto se puede deber a algún problema de extracción.
15. Transferir la columna DNeasy Mini spin a un tubo eppendorf y pipetear 100 microlitros de Buffer AE directamente sobre la membrana DNeasy. Incubar durante 5 min a T^a ambiente (15-25°C) y centrifugar durante 1 min a ≥ 6.000 xg (≥ 8.000 rpm) para eluir. Eluir con 50 microlitros en vez de con 100 microlitros

incrementa la concentración final de ADN significativamente pero reduce el rendimiento del ADN total. Si se obtienen cantidades superiores a 20 microlitros se deberá eluir con 200 microlitros.

3.3.2. PCR y análisis mediante microsatélites

Se analizaron un conjunto de 25 loci microsatélites nucleares. Se usaron los 9 loci microsatélites que se usan para identificar las diferentes variedades en la base de datos europea de vitis. Además se añadieron otros 16 loci microsatélites, los cuales habían sido usados con éxito en otros estudios de identificación de variedades (Tabla 2). Estos se distribuyeron en tres PCRs independientes denominados como "A", "B" y "C". Los PCRs "A", "B" y "C" contenían respectivamente 9, 10 y 6 microsatélites cada uno, y los primers empleados estaban marcados con fluorocromos. Las reacciones de amplificación se llevaron a cabo en un termociclador. Las muestras con el ADN amplificado se mandaron a analizar a la Unidad de Genómica CAI Genómica y Proteómica (Facultad CC Biológicas – UCM, C/ Jose Antonio Novais, 228040, Madrid). Los resultados recibidos fueron analizados con el software Peak Scanner Software versión 1.0 con el fin de obtener las dimensiones de los fragmentos.

Los valores de tamaño de los fragmentos se usaron para identificar las variedades de las muestras recogidas. Para ello se miró en la base de datos Europea "European vitis database".

Tabla 2. Microsatélites analizados, separados en los amplificados en las PCRs A, B y C. En color, los diferentes fluorocromos usados.

Z	Z	Z	Z	V	V	V	Z	V	
AG29	AG62	AG112	AG67	VMD27	VMD5	VS2	AG83	VMD28	
V	V	V	V	V	V	V	V	V	
VIH54	VIN73	MC1b11	VMD25	VIP31	VMD7	VIB01	VIQ52	VMD24	VIP60
V	V	V	V	V	V				
VMD32	VIN16	MC4F3.1	RZAG79	VMD21	VIV67				

3.4. Tratamiento de los resultados

Una vez identificadas las variedades, se clasificaron de la siguiente manera:

Para empezar se hicieron tres grandes grupos, que son: "1. Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"", "2. Cepas en zonas probables de viñedo no "moderno"", "3. Cepas en zonas probables de viñedo con riesgo de presencia "moderna"" y "4. Cepas en zonas de ribera de río, poco probable zona de viñedo".

El grupo uno comprende a todas las cepas encontradas en zonas donde hubo viñedo hasta los años 1956 o 1966-1971. El grupo dos, todas las cepas encontradas en zonas donde se verifica presencia de viñedo en el año 1998 y en adelante. Por último, el grupo tres comprende todas las cepas encontradas en zonas de riberas de ríos, en zonas donde no hay constancia de viñedo en ninguna cartografía consultada.

Para obtener la información correspondiente a las fechas. Se usaron tanto los mapas de usos y aprovechamientos de 1956-1957 y de 2012 como los ortofotomapas de los años 1966-1971 y 1998-2000. Todos ellos fueron obtenidos del portal de Idena.

Con cada cepa se siguió el mismo esquema para llevar a cabo su clasificación por grupos y su denominación:

1. Se trata de una cepa con la referencia UM_número, encontrada en Ansoain.
 - a. Verdadero. Se trata de una cepa que se halla en un viñedo todavía en pie y que se ha denominado antigua. Clasificación: Grupo 1. *Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"*.
 - b. Falso. Ir al punto 2.
2. El punto donde se encuentra la cepa está dentro de una parcela calificada como viñedo en el mapa de cultivos y aprovechamientos del 1956-1957.
 - a. Falso, la cepa se encuentra ubicada en zona de ribera de río. Clasificación: grupo 4. *Cepas en zonas de ribera de río, poco probable zona de viñedo*.
 - b. Falso, la cepa no se encuentra ubicada en una zona de ribera de río. No se dio el caso.
 - c. Verdadero. Ir al punto 3.
3. El punto donde se encuentra la cepa está dentro de una parcela de viñedo según se aprecia en el ortofotomapa de los años 1966-1971.
 - a. Falso. Clasificación: Grupo 1. *Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"*.
 - b. Verdadero. Ir al punto 4.
4. El punto donde se encuentra la cepa está dentro de una parcela de viñedo según se aprecia en el ortofotomapa de los años 1998-2000.
 - a. Falso. Clasificación: Grupo 2. *Cepas en zonas probables de viñedo no "moderno"*.
 - b. Verdadero. Clasificación: Grupo 3. *Cepas en zonas probables de viñedo con riesgo de presencia "moderna"*

Seguidamente se hicieron subgrupos en los grupos 1, 2 y 3, los cuales fueron: "1.1, 2.1 y 3.1 Variedades identificadas", " 1.2, 2.2 y 3.2 Portainjertos identificados" y "1.3, 2.3 y 3.3 No identificadas". Esta clasificación en subgrupos se hizo en base a los resultados obtenidos de las muestras, separando las variedades viníferas (subgrupos 1.1, 2.1 y 3.1) de las variedades de patrones (1.2, 2.2 y 3.2). Las muestras de los grupos 1, 2 y 3 que no se consiguieron identificar como ninguna variedad registrada se clasificaron dentro de los subgrupos 1.3, 2.3 y 3.3, respectivamente.

En resumen, las cepas quedaron clasificadas tal y como muestra el siguiente esquema:

1. Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"
 - 1.1. Variedades identificadas.
 - 1.2. Portainjertos identificados.
 - 1.3. No identificadas.
2. Cepas en zonas probables de viñedo no "moderno"
 - 2.1. Variedades identificadas.
 - 2.2. Portainjertos identificados.
 - 2.3. No identificadas.
3. Cepas en zonas probables de viñedo con riesgo de presencia "moderna"

- 3.1. Variedades identificadas
 - 3.2. Portainjertos identificados
 - 3.3. No identificadas.
4. Cepas en zonas de ribera de río, poco probable zona de viñedo.

4. Resultados

4.1. Prospección y recogida de muestras

Después de aproximadamente tres o cuatro meses de trabajo de búsqueda, fueron encontradas un total de 180 cepas, cuya ubicación en el mapa se puede ver en la Figura 8.

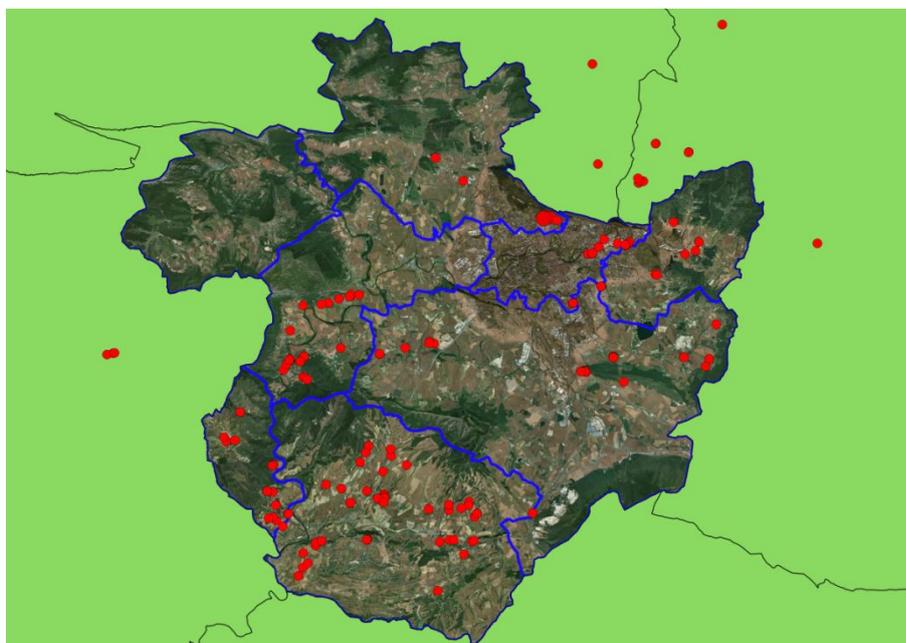


Figura 8. Ubicación en el mapa de las cepas encontradas en la prospección. En rojo, puntos que señalan la ubicación de las cepas. En verde, delimitación de la comarca agraria de la Cuenca de Pamplona.

Con el fin de analizar las cepas encontradas por zonas se ha dividido la comarca agraria de la Cuenca de Pamplona en diferentes áreas, las cuales corresponden con las denominadas Áreas de la Zonificación Navarra 2000. Quedan representadas en la Figura 9, y son las siguientes: Cuenca Noroeste, Goñi-Ollo (en este área no se han encontrado cepas), Egués, Cuenca Centro, Etxauri-Olza, Cuenca Sureste, Artazu-Guirgillano y Valdizabe-Puente la Reina/Garés. Asimismo, para las cepas que quedan fuera de los límites de la Cuenca de Pamplona se han delimitado otras dos áreas, el área Ultzamaldea-Auñamendi (al noreste) y el área Yerri-Guesálaz (al sudoeste).

Esta división tiene como objetivo también poder reconocer las cepas encontradas según su importancia, teniendo en cuenta que en algunas áreas la pérdida de cultivo del viñedo ha sido menor, contando a día de hoy con viñedos y hasta algunas bodegas. Es el caso del área de Valdizarbe-Puente la Reina/Garés, la cual se encuentra dentro de la D.O Navarra y en donde se hallan algunas bodegas y viñedos. En la Figura 10 se pueden ver las parcelas ocupadas por viñedo en el año 2012 en la Cuenca de Pamplona.

Al realizar el análisis de las muestras para determinar su variedad en algunos casos no ha sido satisfactoria la fase de amplificación de los segmentos, es el caso de las muestras BO_001,

BO_012, BO_053, BO_058, GS_004 y BM_006. A continuación se recogen las cepas encontradas en cada área cuyos segmentos han sido posible amplificar.



Figura 9. División realizada: Áreas de la zonificación Navarra 2000, con sus respectivos nombres, y las áreas Ultzamaldea-Auñamendi y Yerri-Guesálaz.

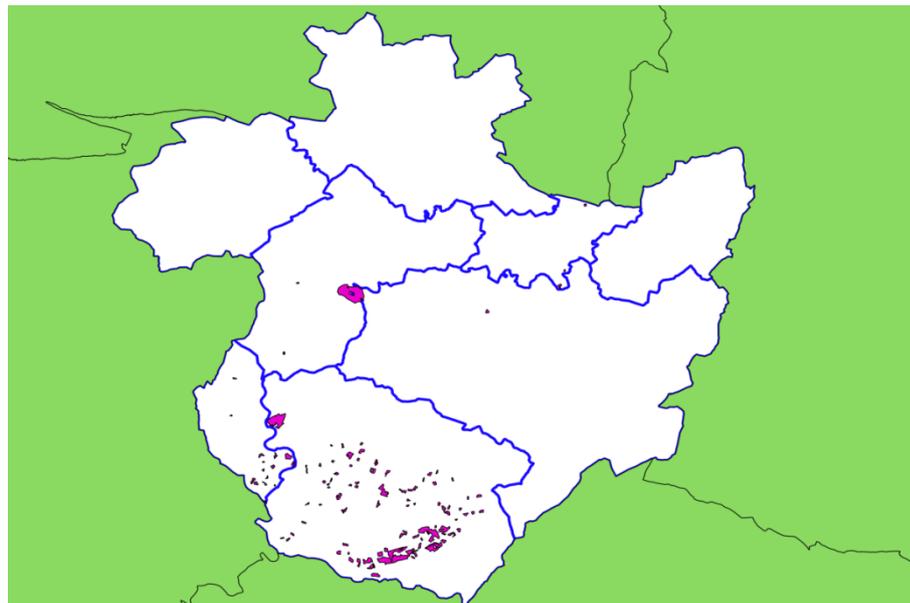


Figura 10. Ubicación de las parcelas de viñedo dentro de las áreas. En morado, viñedos; en verde, delimitación de la Cuenca de Pamplona; en azul, límites de las áreas de la zonificación Navarra 2000 en el año 2012.

4.1.1. Cuenca noroeste

En esta zona, según el mapa de cultivos y aprovechamientos del 2012, en el año 2012 no se halla ninguna parcela de viñedo (a excepción de una parcela de viñedo antiguo cerca del pueblo viejo de Ansoain) por lo que se podría decir que las cepas encontradas aquí revisten notable importancia, ya que se puede suponer que se traten de variedades cultivadas en el pasado. Vemos que la mayoría de cepas han sido encontradas en Ansoain, hecho que verifica

que en el pasado en dicha zona se produjera vino, sobre todo chacolí según la bibliografía consultada. Como era de esperar se han encontrado bastantes cepas de variedad Garnacha, pero también de distintas variedades: Castellana Blanca, Verués de Huarte, Tempranillo, Tinto de Navalcarnero, Morate, Cabernet Franc. En la Tabla 3 se recogen.

Tabla 3. Cepas encontradas en el área Cuenca noroeste.

		Referencia	Ubicación	Variedad	
Grupo 1. Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"	VARIEDADES IDENTIFICADAS	BM_009	Oteiza	Garnacha	
		BM_010	Berrioplano	Verués de Huarte	
		OO_014	Ansoaín	Verués de Huarte	
		UM_001, UM_009, UM_013, UM_015, UM_017, UM_019,	UM_002, UM_012, UM_014, UM_016, UM_018, UM_020	Ansoaín	Garnacha
		UM_003	Ansoaín	Castellana Blanca	
		UM_004, UM_006	UM_005, Ansoaín	Tempranillo	
		UM_008	Ansoaín	Tinto de Navalcarnero	
		UM_010	Ansoaín	Morate	
		PORTAINJERTOS IDENTIFICADOS	UM_011	Ansoaín	Rupestris du Lot
	NO IDENTIFICADAS	UM_007	Ansoaín	Desconocida única 34	
Grupo 2. Cepas en zonas probables de viñedo no "moderno"	VARIEDADES IDENTIFICADAS	OO_010	Ansoaín	Verués de Huarte	
		OO_011	Ansoaín	Cabernet Franc	
		OO_012, OO_013	Ansoaín	Garnacha	

4.1.2. Cuenca centro

En esta área, en la que en la actualidad apenas hay viñedos, se ha encontrado solo una variedad de relevancia, la Verués de Huarte. Todas las demás muestras han sido recogidas a las orillas del río Arga, zona donde no hay constancia de cultivo de vid en la historia, y no han podido ser identificadas como una variedad que se encuentre en las bases de datos. Esto se podría explicar porque dichas cepas encontradas en las orillas seguramente procedan de semillas arrastradas por el río, y es muy probable que sean hibridaciones. En la Tabla 4 se recogen las cepas encontradas.

4.1.3. Egués

En esta área, en el año 2012 según el mapa de cultivos y aprovechamientos del 2012 no había ninguna parcela con viñedo, por lo que aquí también se perdió su cultivo. Según las muestras identificadas vemos que antiguamente en esta zona se cultivaban las variedades de Verués de Huarte y Garnacha, variedades que también encontramos en las áreas de alrededor. Se han recogido también muestras en la orilla del río Arga pero, al igual que en el área Cuenca Centro, no se han identificado como ninguna variedad. Como se ha dicho anteriormente dichas cepas encontradas en las orillas seguramente procedan de semillas arrastradas por el río, y es muy probable que sean hibridaciones. En la Tabla 5 se recogen las cepas encontradas.

Tabla 4. Cepas encontradas en el área Cuenca centro.

		Referencia	Ubicación	Variedad
Grupo 1. Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"	VARIEDADES IDENTIFICADAS	BM_001, BM_002, BM_003	Mutilva Baja	Verués de Huarte
		OO_002	Paseo Arga, piscinas Burlada	Desconocida_única_15
Grupo 4. Cepas en zonas de ribera de río, poco probable zona de viñedo	VARIEDADES IDENTIFICADAS	OO_003	Burlada (Río Arga)	Desconocida_02
		OO_004	Burlada (Río Arga)	Desconocida_única_15
		OO_005	Burlada (Río Arga)	Desconocida_única_16
		OO_006	Burlada (Río Arga)	Desconocida_única_17
		OO_007	Burlada (Río Arga)	Desconocida_única_18
		OO_008	Burlada (Río Arga)	Desconocida_única_19
		OO_009	Olaz	Desconocida_única_20
		GS_001	Huarte (Río Arga)	Desconocida_única_12
		GS_002	Sarriguren	Desconocida_única_13
		GS_003	Uharte	Desconocida_única_14
		BO_027	Huarte (Río Arga)	Desconocida_única_6
		BO_028	Huarte (Río Arga)	Desconocida_única_7

Tabla 5. Cepas encontradas en el área Egués.

		Referencia	Ubicación	Variedad
Grupo 1. Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"	VARIEDADES IDENTIFICADAS	BO_002	Badostain	Verués de Huarte
		BO_003	Ibiricu	Garnacha
		BO_020	Ardanaz	Garnacha
		BO_025	Ardanaz	Garnacha
		BO_026	Badostain	Desconocida_única_1
Grupo 2. Cepas en zonas probables de viñedo no	VARIEDADES IDENTIFICADAS	BO_018	Elcano	Garnacha
		BO_022	Ibiricu	Garnacha

"moderno"	BO_023	Ibiricu	Garnacha
	BO_024	Ibiricu	Garnacha
Grupo 4. Cepas en zonas de ribera de río, poco probable zona de viñedo	BO_029	Huarte (Río Arga)	Desconocida_única_8
	BO_030	Huarte (Río Arga)	Desconocida_única_9
	BO_031	Huarte (Río Arga)	Desconocida_única_10

4.1.4. Cuenca sureste

En esta área en el año 2012, según el mapa de cultivos y aprovechamientos del 2012, había muy pocas parcelas de viñedo. Sin embargo se han encontrado bastantes variedades, por lo que queda claro que en esta zona hubo un notable cultivo de vid. Las variedades encontradas y que se cultivaban en esta área son: Garnacha, Verués de Huarte, Moscatel de grano menudo, Mazuelo y Morate. Asimismo, se han encontrado cuatro cepas que no corresponden con ninguna variedad registrada en las bases de datos. Esto puede deberse a diferentes razones: por un lado, puede tratarse de patrones o porta injertos ya que las bases de datos no están muy completas en lo que a variedades de patrones se refiere; por otro, puede deberse a que las cepas encontradas sean hibridaciones entre variedades de vinificación, de patrones, de vides salvajes, o de ambas tres; finalmente, queda la remota posibilidad de que se trate de variedades cultivadas antiguamente de las que hoy en día no se tiene constancia. En la Tabla 6 se recogen las cepas encontradas.

Tabla 6. Cepas encontradas en el área Cuenca sureste.

		Referencia	Ubicación	Variedad
Grupo 1. Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"	VARIETADES IDENTIFICADAS	BO_004, BO_006	Tajonar	Garnacha
		BO_011	Tajonar	Verués de Huarte
		BO_016	Góngora	Moscatel de grano menudo
		BO_017	Góngora	Garnacha
		BO_033, BO_034	Muruastain-sagues	Garnacha
		BO_035	Muruastain	Mazuelo
		BO_037	Undiano	Mazuelo
		BO_038	Undiano	Verués de Huarte
		BM_005	Campanas	Garnacha
	NO IDENTIFICADAS	BO_005	Tajonar	Desconocida_única_2
		BO_007	Tajonar	Desconocida_única_3
		BO_008	Tajonar	Desconocida_única_26
		BO_015	Ilundáin	Desconocida_única_5
Grupo 2. Cepas en zonas probables de viñedo no "moderno"	VARIETADES IDENTIFICADAS	BO_009	Tajonar	Garnacha
		BO_010	Tajonar	Morate
		BO_036	Muruastain	Garnacha

		BO_049	Guenduláin	Verués de Huarte
--	--	--------	------------	------------------

4.1.5. Etxauri-Olza

En esta área se encuentra una zona de cultivo de vid, concretamente la que pertenece a la bodega Otazu. A excepción de esta pequeña zona apenas encontramos viñedos. La mayoría de las cepas encontradas corresponden a la variedad Garnacha, pero se han encontrado también otras variedades: Mazuelo, Cinsaut, Jacquez y Palomino. Asimismo, se han identificado tres muestras como patrones 41B, variedad muy usada con dicho fin en la cuenca de Pamplona. En la Tabla 7 se recogen las cepas encontradas:

Tabla 7. Cepas encontradas en el área Etxauri-Olza.

		Referencia	Ubicación	Variedad
Grupo 1. Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"	VARIETADES IDENTIFICADAS	BO_039	Arraiza	Garnacha
		BO_040	Arraiza	Garnacha
		BO_046	Belascoaín	Garnacha
		BO_074, BO_075, BO_076	Echauri	Garnacha
		BO_081	Echauri	Mazuelo
	PORTAINJERTOS IDENTIFICADOS	BO_045	Belascoaín	41B
		BO_078	Echauri	41B
NO IDENTIFICADAS	BO_048	Arraiza	Desconocida_única_27	
Grupo 2. Cepas en zonas probables de viñedo no "moderno"	VARIETADES IDENTIFICADAS	BO_041	Na7015	Garnacha
		BO_042	Belascoain (Barranco Paciero)	Garnacha
		BO_044	Barranco Paciero	Garnacha
		BO_047	Belascoaín	Garnacha
		BO_050	Etxarri	Cinsaut
		BO_051	Belascoaín	Jacquez
		BO_077	Echauri	Garnacha
		BO_079	Elio	Palomino
		BO_080	Ziritza	Garnacha
Grupo 3. Cepas en zonas probables de viñedo con riesgo de presencia "moderna"	PORTAINJERTOS IDENTIFICADOS	BO_043	Barranco Paciero	41B

4.1.6. Artazu-Guirguillano

Área con presencia actual de viñedo, donde los resultados obtenidos muestran claramente el predominio de la variedad Garnacha en dicha área, ya que solo se ha identificado esta variedad de vinífera. También se ha identificado el patrón 41B. Se han encontrado tres cepas que no corresponden con ninguna variedad registrada en las bases de datos. La muestra BO_62 y la BO_066 han resultado iguales en su análisis de ADN aun habiendo sido encontradas en diferentes localidades, por lo que podemos suponer que se trate de patrones ya que, como se ha dicho anteriormente, las bases de datos no están muy actualizadas y completas para estas variedades. Pasa lo mismo con la muestra BO_060, ya que la BO_067bis, encontrada en Valdizarbe-Puente la Reina/Garés ha resultado ser igual. En la Tabla 8 se recogen las cepas encontradas:

Tabla 8. Cepas encontradas en el área Artazu-Guirguillano.

		Referencia	Ubicación	Variedad
Grupo 1. Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"	VARIEDADES IDENTIFICADAS	BO_052	Arguiñariz	Garnacha
		BO_065	Guirguillano	Garnacha
		BO_067	Echarren de Guirguillano	Garnacha
Grupo 2. Cepas en zonas probables de viñedo no "moderno"	VARIEDADES IDENTIFICADAS	BO_054	Echarren de Guirguillano	Garnacha
		BO_055	Puente la Reina	Garnacha
		BO_063	Artazu	Garnacha
		BO_064	Artazu	Garnacha
	PORTAINJERTOS IDENTIFICADOS	BO_056	Puente la Reina	41B
		BO_060	Artazu	Desconocida_03
		BO_061	Artazu	41B
	NO IDENTIFICADAS	BO_062	Artazu	Desconocida_1
BO_066		Guirguillano	Desconocida_1	
Grupo 3. Cepas en zonas probables de viñedo con riesgo de presencia "moderna"	PORTAINJERTOS IDENTIFICADOS	BO_059	Artazu	Garnacha

4.1.7. Valdizarbe-Puente la Reina/Garés

En esta área actualmente (y en 2012 según el mapa de cultivos y aprovechamientos del 2012) se hallan numerosos viñedos, además de algunas bodegas (Sarria, Orvalaíz, Castillo de

Eneriz, Nekeas). Vemos con los resultados que antiguamente (según el mapa de cultivos y aprovechamientos del 1956-57) se cultivaban las variedades Garnacha, Macabeo, Cayetana y Moscatel de Alejandría. En las zonas probables de viñedo no antiguo se ha encontrado todo Garnacha, a excepción de un Mazuelo, y el patrón 41B, que atestiguan claramente la evolución de los viñedos en esta área hacia la Garnacha y dicho patrón. Finalmente, en zonas con riesgo de presencia de viñedo moderno se ha encontrado, aparte de Garnacha y 41B, Macabeo, Tempranillo, Cabernet Sauvignon, Morate, Merlot y Castellana Blanca. Se han encontrado diversas muestras no identificadas como ninguna variedad. Entre ellas se encuentra la BO_067bis que, como dicho anteriormente, es genéticamente igual que la BO_060. En la Tabla 9 se recogen las cepas encontradas:

Tabla 9. Cepas encontradas en el área Valdizarbe-Puente la Reina/Gares.

		Referencia	Ubicación	Variedad
Grupo 1. Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"	VARIEDADES IDENTIFICADAS	BO_085, BO_086, BO_087	Tirapu-Ucar	Garnacha
		BO_104	Muruzabal	Macabeo
		BO_109	Eunate	Cayetana
		BO_111, BO_112	Puente la Reina	Macabeo
		BO_119	Legarda	Garnacha
		BO_120	Uterga	Moscatel de Alejandría
	NO IDENTIFICADAS	BO_068	Puente la Reina	Desconocida_única_11
		BO_072	Puente la Reina	Desconocida_única_28
		BO_089	Úcar	Desconocida_única_29
		BO_094	Úcar	Desconocida_única_30
Grupo 2. Cepas en zonas probables de viñedo no "moderno"	VARIEDADES IDENTIFICADAS	BO_057	Artazu	Garnacha
		BO_070, BO_071	Puente la Reina	Garnacha
		BO_084, BO_082	Eneritz	Garnacha
		BO_088	Añorbe	Garnacha
		BO_090, BO_091, BO_092, BO_093, BO_094, BO_096	Ucar	Garnacha
		BO_097	Adios	Garnacha
		BO_108	Eunate	Garnacha
		BO_110	Eunate	Mazuelo
		BO_115	Obanos, Orvalaiz	Garnacha
		BO_116, BO_117, BO_118	Legarda	Garnacha
	BO_121, BO_122, BO_123	Uterga	Garnacha	
	PORTAINJERTOS IDENTIFICADOS	BO_073	Puente la Reina	41B
		BO_114	Obanos, Orvalaiz	41B
	NO IDENTIFICADAS	BO_067 bis	Puente la Reina	Desconocida_03
BO_103		Muruzabal	Desconocida_única_32	

Grupo 3. Cepas en zonas probables de viñedo con riesgo de presencia "moderna"	VARIEDADES IDENTIFICADAS	BO_083	Eneritz	Garnacha
		BO_098	Muruzabal	Tempranillo
		BO_099, BO_105	Muruzabal	Cabernet sauvignon
		BO_100	Muruzábal	Macabeo
		BO_101	Muruzábal	Castellana Blanca
		BO_102	Muruzábal	Morate
		BO_106	Muruzábal	Merlot
	NO IDENTIFICADAS	BO_069	Puente la Reina	41B

4.1.8. Área Ultzamaldea-Auñamendi

En esta zona no se ha llevado a cabo una prospección sino que al pasar por ahí, encontrar cepas con posibilidad de ser interesantes y ver que se encontraban cerca de los límites de la cuenca, han sido recogidas. El área Ultzamaldea-Auñamendi se encuentra al noreste fuera de la Cuenca de Pamplona y en ella se han encontrado las mismas variedades que en las zonas del noreste: Garnacha y Verués de Huarte. También se han encontrado cinco cepas que no corresponden con ninguna variedad registrada en bases de datos. En la Tabla 10 se recogen las cepas encontradas:

Tabla 10. Cepas encontradas en el área Ultzamaldea-Auñamendi.

		Referencia	Ubicación	Variedad
Grupo 1. Cepas en zonas probables de viñedo "antiguo"	VARIEDADES IDENTIFICADAS	OU_001	Ilurdotz	Garnacha
		OU_002	Ilurdotz	Verués de Huarte
	NO IDENTIFICADAS	BM_011	Sorauren	Desconocida_única_25
		OU_003	Leránoz	Desconocida_única_21
		OU_004	Zabaldika	Desconocida_única_33
		OU_005	Zabaldika	Desconocida_única_34
Grupo 2. Cepas en zonas probables de viñedo no "moderno"	VARIEDADES IDENTIFICADAS	OU_006, OU_007, OU_008, OU_009	Zabaldika	Garnacha
		OU_010, OU_011, OU_012	Zuriáin	Garnacha
Grupo 4. Cepas en zonas de ribera de río, poco probable zona de viñedo		BM_004	Rio Erro (Laboa-Oscariz)	Desconocida_única_22

4.1.9. Área Yerri-Guesalaz

En esta zona, al igual que en la anterior, no se ha llevado a cabo una prospección sino que al pasar por ahí, encontrar cepas con posibilidad de ser interesantes y ver que se encontraban cerca de los límites de la cuenca, han sido recogidas. El área Yerri-Guesálaz se encuentra debajo

de la Cuenca de Pamplona y en ésta no se han encontrado muestras de interés, ya que las dos recogidas son de la orilla del río Ubagua y no corresponden con ninguna variedad registrada. En la Tabla 11 se recogen las cepas encontradas:

Tabla 11. Cepas encontradas en el área Yerri Guesálaz.

	Referencia	Ubicación	Variedad
Grupo 4. Cepas en zonas de ribera de río, poco probable zona de viñedo	BM_007	Río Ubagua	Desconocida_única_23
	BM_008	Río Ubagua	Desconocida_única_24

5. Discusión

Se han identificado un total de 17 variedades diferentes de cepas viníferas. Han aparecido también algunos patrones aunque su búsqueda e identificación no eran el objetivo de este trabajo. Tal y como se muestra en la Tabla resumen 12, la variedad que con diferencia más ha aparecido es la Garnacha, con un total de 76 cepas encontradas. Le sigue una variedad muy interesante ya que hoy en día su cultivo se ha perdido, el Verués de Huarte, con un total de 10 cepas encontradas. Se repiten más de una vez también las variedades con historia de cultivo en Navarra, como lo son el Macabeo, el Mazuelo, el Tempranillo y el Morate. Por otro lado, han sido identificadas bastantes variedades de procedencia o que se cultivan fuera de Navarra. Es muy interesante el hecho de que algunas de ellas hayan aparecido en parcelas probables de viñedo antiguo o no-moderno, ya que esto significaría que también fueron cultivadas en la Cuenca de Pamplona. Ejemplo de ello es el Cabernet Franc encontrado a las faldas del monte San Cristóbal, en Ansoain. También han aparecido en parcelas de este tipo las variedades Moscatel de Alejandría, Cayetana, Moscatel de Grano Menudo, Tinto de Navalcarnero (en zonas probables de viñedo antiguo) y Cinsaut, Jacquez y Palomino (en zonas probables de viñedo no-moderno). Finalmente, se han identificado variedades de fuera en zonas con riesgo de presencia de viñedo moderno; Cabernet Suvignon, Merlot y Castellana Blanca. A continuación se profundiza más en cada variedad identificada.

Tabla 12. Resumen de las variedades encontradas e identificadas en cada área y el número total (no recoge las Zonas de Goñi-Ollo donde no se ha encontrado nada ni el área Yerri-Guesálaz donde no se ha identificado ninguna variedad).

Variedad (Viníferas identificadas)	Número de cepas encontradas	Áreas dónde se han encontrado e identificado cepas							Zona A
		Cuenca Noroeste	Egués	Cuenca Centro	Etxauri-Olza	Cuenca Sureste	Artazu-Guirgillano	Valdizabe-Puente la Reina/Garés	
Garnacha	76	15	7		12	8	8	26	8
Verués de Huarte	10	3	1	3		3			1
Mazuelo	3				1	2			
Macabeo	4							4	
Morate	3	1				1		1	
Tempranillo	4	3						1	
Cabernet Franc	1	1							
Cabernet Sauvignon	2							2	
Cayetana	1							1	
Castellana Blanca	2	1						1	
Cinsaut	1				1				
Jacquez	1				1				
Merlot	1							1	
Moscatel de Alejandría	1							1	
Moscatel de Grano Menudo	1					1			
Palomino	1				1				
Tinto de Navacarne	1	1							

5.1. Garnacha

La variedad más encontrada en la Cuenca, como era de esperar, ha sido la Garnacha. Se ha encontrado tanto en parcelas antiguas, como en no-modernas o con riesgo de modernas, y en casi todas las áreas de la cuenca a excepción del área Goñi-Ollo, donde no se ha encontrado ninguna cepa, y del área Cuenca Centro. Este hecho corrobora la información histórica recogida a cerca del predominio y la extensión de la Garnacha en Navarra a partir del siglo XIX. García de los Salmones (1914) la cita en el congreso nacional de viticultura de 1914.

Se trata de una variedad muy vigorosa, de porte erguido, de fertilidad elevada y producción entre media y alta, con racimos entre medianos y grandes. Es muy resistente a sequía, muy versátil y se adapta a todo tipo de suelos. La Garnacha Tinta da vinos alcohólicos, de color granate y aromas ligeros con tonos de fruta roja madura, de acidez entre media y alta. Se emplea para crianzas mezclándolo con Tempranillo, Cabernet, Macabeo o Graciano, ya que como vino joven no es interesante por su rápida oxidación. Su mayor vocación es la elaboración de rosados a partir de monovarietales de Garnacha (MAPAMA, 2018b).

Hoy en día, contando tanto las variedades blancas como las tintas, la Garnacha ocupa el 18% de la superficie de viñedo cultivado en Navarra (MAPAMA, 2015), y se encuentra aceptada en la D.O. Navarra (Navarrawine, 2018).

En la Figura 11 podemos ver unos ejemplos de Garnacha encontrados en la prospección, la BO_025 (izquierda) y la BO_026 (derecha) concretamente.



Figura 11. Garnachas encontradas en la Prospección. Izquierda BO_025; derecha BO_026.

5.2. Verués de Huarte

Una variedad que ha aparecido bastante es la denominada Verués de Huarte, encontrada sobre todo en parcelas antiguas pero también en alguna con riesgo de no-moderna. Se trata de una variedad que hoy en día no se cultiva. Sin embargo, y dados los resultados de la prospección, se puede asegurar que en el pasado su cultivo estuvo muy extendido en la zona noreste de la cuenca, ya que ha aparecido en las áreas Cuenca noroeste, Cuenca centro, Cuenca sureste, Egués y en el área A (noreste fuera de la cuenca).

Aun siendo la bibliografía muy escasa, por el nombre se puede deducir que es de origen o por lo menos se cultivaba antiguamente en ésta zona de la Cuenca, ya que la localidad de

Huarte/Uharte se encuentra ahí. Además, García de los Salmones (1914) la cita como encontrada en Navarra, concretamente en Echauri, en la Cuenca de Pamplona, en el congreso nacional de viticultura de 1914. Le da el nombre de "Berueses".

En la Figura 12 podemos ver unos ejemplos de Verués de Huarte encontrados en la prospección, la OO_014 (izquierda) y la OO_010 (derecha) concretamente.



Figura 12. Verués de Huarte encontrados en la Prospección. Izquierda OO_014; derecha OO_010.

5.3. Mazuelo

Otra variedad tinta que ha salido unas cuantas veces es el Mazuelo, llamado también "mazuela", "cariñena" o "carignan", encontrada en tres zonas. Ha aparecido en parcelas antiguas de la Cuenca Sureste y de Etxauri-Olza y en una parcela con riesgo de no-moderna en Valdizarbe-Puente la Reina/Gares.

No sorprende que aparezca ya que hay referencias históricas de su cultivo en Navarra. García de los Salmones (1914) la cita en el congreso nacional de viticultura de 1914, con el nombre de "Mazuela". En lo que refiere a su origen, Cabello et al. (2012) citan en su libro "Variedades de vid en España" diversas referencias, como la de Manso de Zúñiga que la refiere como una variedad antiquísima o la de Peñín, que dice que puede proceder de Cariñena (Aragón) y que de allí se extendió por todo el mundo. Según la página web navarrawine (2018), es una variedad originaria de la zona de Navarra y La Rioja, con presencia tradicional en Cataluña, el sureste francés y recientemente introducida en otros países como Australia y Estados Unidos.

El mazuelo tiene vocación para la mezcla ya que por sí sola da un vino con excesiva acidez y alta carga tánica. Combina muy bien con Tempranillo y Garnacha ya que complementa su falta de acidez y carencia de color, respectivamente (Cabello et al., 2012).

En 2015, esta variedad ocupaba el 2% de la superficie de viñedo cultivado de variedades tintas en Navarra, siendo la sexta variedad tinta más cultivada en ese año (MAPAMA, 2015). Está autorizada en la D.O.Navarra (Navarrawine, 2018).

En la Figura 13 se muestran unos ejemplos de Mazuelo encontrados en la prospección, la BO_035 (izquierda) y la BO_110 (derecha).



Figura 13. Mazuelos encontrados en la Prospección. Izquierda BO_035; derecha BO_110.

5.4. Macabeo

Es una variedad blanca que ha aparecido solamente en el área de Valdizarbe-Puente la Reina/Gares, aunque en varias ocasiones. De esto se puede deducir que antiguamente no se cultivó en la zona norte de la Cuenca, pero sí en la zona sudoeste, ya que ha sido encontrada en parcelas antiguas (y en una con riesgo de presencia de viñedo moderno).

Aunque su origen no esté claro, esta variedad tiene historia en Navarra. Ya en 1914 García de los Salmones (1914) la cita en el congreso nacional de viticultura de ese año, con el nombre de "Viuna", que es un sinónimo de esta variedad. Según refieren Cabello et al. (2012), Martínez Zaporta sitúa, en 1965, las zonas de cultivo en Cataluña, Aragón, Navarra y la Rioja.

En el año 2015 representaba alrededor del 27% sobre el total de la superficie de viñedo cultivado de variedades blancas en Navarra, siendo la segunda variedad blanca más cultivada en ese año (MAPAMA, 2015). Se encuentra dentro de la D.O. Navarra (Navarrawine, 2018).

Se emplea en vinos de muy diferente tipo. Su sabor es ligeramente astringente con un correcto equilibrio entre acidez y alcohol y es adecuada para obtener vinos especiales: crianzas, reservas, vinos de licor y cavas. Se utiliza también en mezclas para aportar acidez, mejorar el aroma...

En la Figura 14 se puede ver un ejemplo de Macabeo encontrado en la prospección, la BO_112 concretamente.



Figura 14. Macabeo encontrado en la Prospección, BO_112.

5.5. Morate

Se trata de una variedad tinta que ha sido encontrada en tres áreas diferentes de la Cuenca (Valdizarbe-Puente la Reina/Gares, Cuenca sureste y Cuencanoroeste) por lo que su cultivo debió de estar bastante extendido en ella.

Se sabe que antiguamente se cultivaba en Navarra porque García de los Salmones (1914) la cita en el congreso nacional de viticultura de 1914. Además, según Cabello et al. (2012) esta variedad podría ser la citada por Abela en 1885 como "Moratas", cultivada en Navarra.

No se dispone de datos sobre la superficie de cultivo ni tampoco aparece en la encuesta de viñedo del año 2015 en Navarra. Cabello y compañía dicen que se cultiva en la localidad Navarra de Fitero, entre otras (Cabello et al., 2012).

Sus mostos presentan una acidez alta y un pH medio (Cabello et al., 2012).

En la Figura 15 se puede ver un ejemplo de Morate encontrado en la prospección, la BO_102.



Figura 15. Morate encontrado en la Prospección, BO_102.

5.6. Tempranillo

Aunque era de esperar encontrar más cepas de la variedad Tempranillo, dado su alto nivel de cultivo actual, solo se han encontrado cuatro. Las primeras tres en el área de la Cuenca Noroeste, en una zona probable de viñedo antiguo. La segunda, en cambio, en Valdizarbe-Puente la Reina/Gares, en una zona probable de viñedo con riesgo de presencia "moderna".

Según Cipriáin Sabalza et al. (2013), Pacottet reconoce en su libro "Viticultura" el Tempranillo como una variedad de las cultivadas desde antiguo en Navarra. Asimismo, Cipriáin Sabalza et al. (2013) también recogen lo dicho por el representante de Aragón Sr. Rivera en el Congreso de Vinicultores celebrado en 1886 "existe una variedad que ha desaparecido por completo de la provincia (en Aragón), y que ha ido aumentando hacia el norte, o sea hacia la Rioja y Navarra. Esta variedad se llama CENCIBERA, en Zaragoza; TEMPRANILLO en Navarra y TINTO ARAGONES, en otras localidades".

García de los Salmones (1914) también cita el Tempranillo en el congreso nacional de viticultura de 1914 como encontrada en Navarra.

Actualmente su cultivo está muy extendido en las zonas vinícolas de Navarra, siendo en 2015 la variedad tinta con más superficie de cultivo en Navarra, con un 56% de la superficie de tintas. (MAPAMA, 2015).

En la Figura 16 se puede ver un ejemplo de Tempranillo encontrado, la UM_004.



Figura 16. Tempranillo encontrado en la Prospección, UM_004.

5.7. Moscatel de Grano Menudo

Variedad de la que se ha encontrado una única cepa. Sin embargo, al haber sido encontrada en una zona probable de viñedo antiguo demuestra que antiguamente se cultivó.

Se trata de una variedad de posible origen turco o griego, una de las más antiguas cultivadas en España (Cabello et al., 2012). García de los Salmones (1914) la cita en el congreso nacional de viticultura de 1914 como encontrada en Navarra. Según Aguirrezábal et al. existen citas anteriores a 1700 en las que aparece el Moscatel de Grano Menudo como una variedad cultivada en Navarra, pero hasta 1940 no se empezó a aumentar el cultivo de esta variedad. Sin embargo, para finales del siglo XX el material vegetal que existía estaba muy envejecido y

localizado en su totalidad en torno a las bodegas de Corella (Aguirrezábal, Sagüés, Cibriain, Eraso y Suberviola, 2010). En estas fechas EVENA inició un proyecto para su recuperación.

Para 2015 ocupaba el 8% de la superficie de viñedo cultivado de variedades blancas en Navarra, siendo la cuarta variedad blanca más cultivada en ese año (MAPAMA, 2015). Además, se encuentra entre las variedades permitidas dentro de la D.O. Navarra.

En la Figura 17 se puede ver un ejemplo de Moscatel de Grano Menudo encontrado, la BO_016.



Figura 17. Moscatel de Grano Menudo encontrado en la Prospección, BO_016.

5.8. Moscatel de Alejandría, Cayetana, Moscatel de Grano Menudo, Tinto de Navalcarnero, Castellana Blanca

Se trata de variedades de las que se han encontrado una o dos cepas, todas ellas en zonas probables de viñedo antiguo (Castellana Blanca también en zona probable de viñedo moderno). Ninguna es citada por García de los Salmones (1914) como encontrada en Navarra en el congreso nacional de viticultura de 1914, por lo que sorprende haberlas encontrado.

Moscatel de Alejandría: variedad probablemente de origen africano y que actualmente está ampliamente distribuida en el mundo (Cabello et al., 2012). Aunque a nivel del Estado es la sexta variedad blanca más cultivada (MAPAMA, 2015), no se encuentra entre las más cultivadas en Navarra, ni tampoco está aceptada en la D.O. Navarra. Tampoco se ha encontrado bibliografía que diga que se cultivaba antiguamente en Navarra. Es por todo lo dicho que sorprende haberla encontrado en la Cueva de Pamplona, y más teniendo en cuenta que se recomienda cultivas en zonas muy cálidas, ya que requiere de temperaturas altas para una buena maduración y buen agostamiento de la madera (MAPAMA, 2018b).

Cayetana: variedad que seguramente sea originaria de la región central de la Península Ibérica, aunque la mayor superficie se cultiva en Granada, Córdoba y Jaén (Cabello et al., 2012). Sorprende haberla encontrado ya que no se encuentra entre las más cultivadas en Navarra, en 2015 estaba censada menos de una hectárea (MAPAMA, 2015) y tampoco está aceptada en la D.O. Navarra.

Tinto de Navalcarnero: variedad española que se cultivaba en regiones alejadas de Navarra (García de los Salmones, 1914). No se ha encontrado bibliografía sobre su origen, aunque el nombre haga suponer que sea originaria de Navalcarnero (Madrid). Hoy en día no se

encuentra entre las variedades más cultivadas en España, ni siquiera aparece en la encuesta del viñedo de 2015 del ministerio de agricultura (MAPAMA, 2015).

Castellana Blanca: según Balda et al. (2017) procede de la hibridación de Garro con otra variedad desconocida y sus zonas de cultivo más relevantes se sitúan en Castilla y León (D.O. Rueda), siendo una variedad minoritaria en muchas regiones españolas. No se ha encontrado bibliografía histórica acerca de su cultivo en Navarra.

En la Figura 18 se muestra un ejemplo de cada variedad, encontrados en la prospección.



Figura 18. Izquierda arriba: Moscatel de Alejandría, BO_120. Derecha arriba: Cayetana, BO_109. Izquierda abajo: Tinto de Navacarnero, UM_009. Derecha abajo: Castellana Blanca, UM_003.

5.9. Cinsaut, Cabernet Franc , Jacquez y Palomino

Variedades de las que se ha encontrado una sola cepa de cada, en zonas probables de viñedo no-moderno. Ninguna es citada por García de los Salmones (1914) en el congreso nacional de viticultura de 1914 como encontrada en Navarra, ni tampoco se ha encontrado bibliografía acerca de su cultivo antiguamente en Navarra. No aparecen en la encuesta del viñedo de 2015 en Navarra. Por todo ello sorprende haberlas encontrado, lo que significa que se han cultivado pero, al no haber aparecido en repetidas ocasiones, su cultivo se supone marginal.

Cinsaut: variedad francesa de origen provenzal, hoy en día ampliamente cultivada en las regiones meridionales de Francia e inscrita en el catálogo francés de variedades de vid (Balda et al., 2017).

Cabernet Franc: variedad procedente del sudoeste de Francia, cuya expansión en España se ha dado en fechas recientes, aunque consta su existencia en el País Vasco desde al menos comienzos del siglo XIX, como Verdejilla Tinto (Cabello et al., 2012). Sorprende haberla encontrado, y más haberlo hecho en las faldas del monte San Cristobal donde hoy, a excepción de una parcela de viñedo antiguo, no hay cultivo vitícola.

Jacquez: variedad híbrida franco-americana, surgida del cruce de *Vitis vinifera*, *Vitis aestivalis* y *Vitis Cinnerea* (Association Mémoire de la vigne, 2018).

Palomino: variedad originaria de la zona de Jerez, que se ha extendido y hoy en día se cultiva en Castilla y Leon, Extremadura, Andalucía y Galicia (MAPAMA, 2015). Hoy en día esta siendo sustituido por Palomino Fino ya que produce más.

En la Figura 19 se muestra un ejemplo de cada variedad, encontrados en la prospección.



Figura 19. Izquierda arriba: Cinsaut, BO_050. Derecha arriba: Cabernet Sauvignon, BO_099. Izquierda abajo: Jacquez, BO_051. Derecha abajo: Palomino, BO_079.

5.10. Cabernet Sauvignon y Merlot

Variedades cuyo encuentro no reviste mayor importancia ya que casi con total seguridad se trate de cepas modernas: han sido encontradas solo una o dos cepas, en una sola área (Valdizarbe-Puente la Reina/Gares) y zonas con riesgo de presencia de viñedo moderno. Ninguna fue citada por García de los Salmenes (1914) en el congreso nacional de viticultura de 1914 como encontradas en Navarra.

Cabernet Sauvignon: variedad probablemente de origen bordelés (Francia), procedente del cruce entre Cabernet Franc y Sauvignon Blanc. Llegó a España a finales del siglo XIX y actualmente está desplazando a otras variedades tintas autóctonas, a causa de la moda que ha ido uniformizando los viñedos españoles (Cabello et al., 2012). En Navarra también se ha instalado con fuerza ya que en 2015 ocupaba el 10% de la superficie de viñedo cultivado de variedades tintas, siendo la tercera variedad tinta más cultivada en Navarra en ese año, por detrás del Tempranillo y la Garnacha (MAPAMA, 2015). Además, se encuentra aceptada dentro de la D.O. Navarra.

Merlot: variedad de origen bordelés (Francia) que ha comenzado a cultivarse en Navarra a finales del siglo XX (Cabello et al., 2012). En 2015 ocupaba el 9% de la superficie de viñedo cultivado de variedades tintas, siendo la cuarta variedad tinta más cultivada en ese año (MAPAMA, 2015).

En la Figura 20 se muestra un ejemplo de cada variedad, encontrados en la prospección.



Figura 20. Izquierda, Cabernet Sauvignon, BO_099. Derecha, Merlot, BO_106

6. Conclusiones

Las principales conclusiones son las siguientes:

- Mediante este trabajo se ha logrado satisfacer el objetivo planteado inicialmente: conocer y recuperar el patrimonio vitícola de la Cuenca de Pamplona.
- Se han encontrado 17 variedades viníferas diferentes en un total de 180 muestras recogidas.
- La variedad Garnacha es la que más se ha encontrado (76 cepas), seguida de la Verués de Huarte (10 cepas).
- El método utilizado ha resultado válido para llevar a cabo la prospección e identificación de las cepas.
- Se ha comprobado que es posible realizar prospecciones y trabajos de recuperación del patrimonio vitícola en zonas actualmente no vitícolas.

7. Bibliografía

- Aguirrezábal, F., Sagüés, A., Cibriain, J.F., Eraso, J.J. y Suberviola, J. (2010). *Moscatel de Grano Menudo. Selección clonal y sanitaria en Navarra*. Revista Navarra Agraria nº178, págs. 49-58.
- Association Mémoire de la vigne (2018). Recuperado de: <http://www.vigneantan.com/fr/analyse.htm#pres>
- Astibia Ayerra, H. (1992). *Consideraciones en torno a un vino olvidado: el chacolí de Navarra*. Cuadernos de etnología y etnografía de Navarra, nº 59, págs. 39-54.
- Balda, P. y Martínez de Toda, F. (2017). *Varietades minoritarias de vid en La Rioja*. Consejería de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente.
- Cabello Sáenz de Santa María F. (2004). *Situación del patrimonio varietal de la especie Vitis vinifera L.* ACE Revista de Enología nº47. Recuperado de: http://www.acenologia.com/ciencia67_02.htm
- Cabello Sáenz de Santa María, F., Ortiz Marcide, J. M., Muñoz Organero, G., Rodríguez Torres, I., Benito Barba, A., Rubio de Miguel, C., García Muñoz, S. y Sáiz Sáiz, R. (2012). *Varietades de vid en España*. Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural Agrario y Alimentario (IMIDRA).
- Cervera M.T., Cabezas J.A., Gómez C. y Martínez-Zapater J.M. (2001). *Análisis de la variabilidad intravarietal de la mediante el empleo de marcadores de alta eficacia*. ACE. Revista de Enología nº 14. Recuperado de: http://www.acenologia.com/ciencia56_5.htm
- Chomé, P.M., Sotés, V., Benayas y Sainz de Rozas, F., Cayuela M., Hernández, M., Cabello, F., Ortiz, J., Rodríguez, I. y Chaves, J. (2002). *Varietades de Vid, Registro de variedades comerciales*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.
- Cibriáin Sabalza, J.F., Sagüés Sarasa, A., Caminero Lobera, L., Abad Zamor, F.J., Rodríguez Lorenz, M., Erburu Irisarri, A., Suberviola Ripa, J., Giménez Soro, R., Gogorcena Aoiz, Y., Muñoz Organero, G. y De Andrés Domínguez, M.T. (2016). *Garzuela. Un híbrido recuperado*. Revista Navarra Agraria, nº215. Recuperado de: <http://www.navarraagraria.com/categories/item/1188-garzuela-un-hibrido-recuperado>
- Cibriáin Sabalza, J.F., Sagüés Sarasa, A., Marquínez Ruiz de Gaona, M., Caminero Lobera, L., Arrondo Villar, C., Oria Ostiz, I., Subirats Bariain, I. y Aguirrezábal Bujanda, F. (2013). *Cepas singulares de Navarra. Prospección y recopilación del viñedo de esta región*. Revista Navarra Agraria nº198. Recuperado de: <http://www.navarraagraria.com/categories/item/403-cepas-singulares-de-navarra-prospeccion-y-recopilacion-del-vinedo-de-esta-region>
- Duque Martínez, M.C. y Yáñez Barrau, F. (2005). *Origen, historia y evolución del cultivo de la vid*. Revista Enólogos, nº. 38, págs. 42-47.
- Dirección General de Agricultura y Ganadería, Sección de Evaluación de Recursos Agrarios.Gobierno de Navarra. (2009). *Navarra 1956-2008*. Recuperado de:

https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/829F80F0-9BC4-44ED-86E2-FB0F58B54453/124607/Orto_mca56_12_marzo09.pdf

Dirección General de Producciones y Mercados, Subdirección General de Frutas y Hortalizas, Aceite de Oliva y Vitivinicultura. (2016). *Análisis de la superficie y la producción vitivinícola (III)*. MAPAMA. Recuperado de: http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/produccionesagricolas/160518analisisuperficieyproduccionii_tcm30-58986.pdf

FAO, Food and Agricultural Organization (2001). *Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/legal/docs/033t-s.pdf

García de los Salmones, N. (1914). *Memoria general de las sesiones del Congreso y ponencias presentadas*. Congreso Nacional de Viticultura, Pamplona.

Huetz de Lempis, A. (1993). *Vignobles et vins d'Espagne. Grappes et Millésimes*. Presses universitaires de Bordeaux.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (2018). *Cartodroid*. Recuperado de <http://cartodroid.es/es/index.html>

Instituto de Investigación, Búsqueda y Formación Agraria y Pesquera. (2018). Recuperado de: http://www.caib.es/sites/irfap/es/recuperacion_y_estudio_sanitario-45759/

MAPAMA. (2015). *Encuesta de Viñedo 2015*. Recuperado de: <http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/encuestas-de-vinedo/>

MAPAMA. (2018a) *Sección de vitivinicultura*. Recuperado de: <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/produccionesagricolas/vitivinicultura/#para1>

MAPAMA. (2018b) *Variedades de vid*. Recuperado de: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/exposiciones/vid/www/imagenes/variedades_uv_a_1.html

Mena Morales, A. (2013). *Recuperación, caracterización y conservación de variedades de vid (Vitis vinifera L.) minoritarias de Castilla-la Mancha*. Tesis doctoral. Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias Ambientales y Bioquímica, Universidad de Castilla-la Mancha

Mikelarena Peña, F. (1992). *Evolución demográfica y evolución del sector agrario en Navarra en el siglo XIX*. Revista Gerónimo de Uztariz, nº. 6-7, págs. 97-122.

Muñoz-Organero, G., Rodríguez-Torres, I y Cabello, F. (2001). *Importancia de la selección clonal de variedades de vid*. ACE. Revista de Enología, nº. 12. Recuperado de: http://www.acenologia.com/ciencia56_2.htm

Navarrawine. (2018). Recuperado de: <https://www.navarrawine.com/inicio>

RD 208/2003, de 21 de febrero, modificado por el RD 170/2011, de 11 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento técnico de control y certificación de plantas de vivero de vid (BOE número 48, de 25 de febrero de 2003).

Urrestarazu Vidart, J. (2012). *Análisis de la variabilidad del material autóctono de manzano, peral y vid conservado en bancos del noreste español*. Tesis doctoral. Departamento de Producción Agraria, Universidad Pública de Navarra. Pamplona.

Walter B. y Martelli G.P. (1996). *Sélection clonale de la vigne : sélection sanitaire et sélection pomologique. Influence des viroses et qualité. Effets des viroses sur la culture de la vigne et ses produits*. Boletín de la OIV, n°789-790, p.945-971. Recuperado de: [https://pandor.u-bourgogne.fr/ead.html?c=FRMSH021_00019_BOIV_1996_11-12_n789-n790_art02#!{%22content%22:\[%22FRMSH021_00019_BOIV_1996_11-12_n789-n790_art02%22,false,%22%22\]}](https://pandor.u-bourgogne.fr/ead.html?c=FRMSH021_00019_BOIV_1996_11-12_n789-n790_art02#!{%22content%22:[%22FRMSH021_00019_BOIV_1996_11-12_n789-n790_art02%22,false,%22%22]})