

EXPERIMENTACIÓN

# Conociendo a la variedad Garnacha Blanca

Maite Rodríguez-Lorenzo <sup>(1)</sup>, Félix Cibriáin Sabalza <sup>(2)</sup>, Ana Sagüés Sarasa <sup>(2)</sup>, José Miguel Martínez Zapater <sup>(1)</sup>, Javier Ibañez <sup>(1)</sup>, Pablo Carbonell-Bejerano <sup>(3)</sup>, Carolina Royo <sup>(1)</sup>, Nuria Mauri <sup>(1)</sup>  
*(1) ICVV Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (La Rioja).  
(2) Sección de Viticultura y Enología. Gobierno de Navarra-EVENA.  
(3) Max Planck Institute for Developmental Biology (Alemania)*

Hay referencias al cultivo de la uva Garnacha Blanca en Navarra y La Rioja desde hace 150 años. Sin embargo, esta variedad tradicional experimentó un descenso a finales del siglo XX, desplazada por otras variedades viníferas que vinieron a sustituirla en el proceso de renovación del viñedo. Eso llevó, en el año 2008, a la Estación de Viticultura y Enología de Navarra (EVENA) a localizar y recopilar material vegetal de Garnacha Blanca existente en viñas de cierta edad de Garnacha Tinta con el fin de conservar la diversidad genética.

Ante la baja disponibilidad de material certificado y el interés creciente por esta variedad, EVENA inició un proceso de selección clonal a partir de ese material recopilado en viñedos viejos, con el objetivo de seleccionar y certificar aquellas accesiones que, manteniendo cierta diversidad entre ellas, contribuyan al objetivo de producir vinos de calidad diferenciada.

Así durante los años 2015 a 2017 se llevó a cabo un estudio sobre la variación en caracteres agronómicos, el origen genético y las consecuencias del cambio de color que ha demostrado que las variedades blancas tienen un potencial aromático diferente a las variedades tintas, con mayor carácter afrutado y floral. Estos trabajos se han llevado a cabo en el marco de una tesis doctoral de la Universidad de La Rioja realizada por Maite Rodríguez Lorenzo, merecedora de la más alta calificación, titulada 'Estudio del origen genético de la variedad de vid Garnacha Blanca, de su diversidad fenotípica y de los efectos moleculares asociados a la variación en el color de la uva', que se ha desarrollado conjuntamente en el Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV) y en la Sección de Viticultura y Enología del Gobierno de Navarra (EVENA).



## SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO

La Garnacha Blanca es una variedad cultivada desde hace más de 150 años. Las primeras referencias a su cultivo datan de 1865, cuando Castellet la nombra en su libro “Enología española o tratado sobre los vinos de España”.

En el año 1999 se cultivaban alrededor de 15.000 ha de Garnacha Blanca en el mundo. Esta superficie descendió hasta las aproximadamente 8.000 ha cultivadas en 2015 (Tabla 1). Su cultivo se centra principalmente en la región mediterránea europea (98,3% del total) (Tabla 1), siendo Francia el principal país productor, seguido por España en segundo lugar.

Tabla 1. Superficie cultivada de Garnacha Blanca en el mundo en el año 2015 (informe OIV 2018)

País	Superficie cultivada GB (ha)
Francia	5.589
España	2.297
EEUU	135
Macedonia del Norte	70

En España, se cultivan en la actualidad 2.856 ha. Siguiendo la línea marcada por referencias históricas, su cultivo se localiza principalmente en el Valle del Ebro. Las 2.856 ha se distribuyen de la siguiente manera: 159 ha en La Rioja, 115 ha en Navarra, 394 ha en Aragón y 2.188 ha en Cataluña, donde tiene especial relevancia en la provincia de Tarragona. En concreto, en la Denominación de Origen Terra Alta, en la que se adscriben 1.721 ha de Garnacha Blanca, superficie que supone el 60% de la superficie total cultivada en España con esta variedad.

La superficie cultivada en las distintas regiones de España experimentó un descenso importante a finales del siglo pasado. Este descenso en la superficie llevó a que, en el año 2008, desde la Estación de Viticultura y Enología (EVENA) se comenzara a localizar y recopilar material vegetal de Garnacha Blanca existente en viñas de cierta edad de Garnacha Tinta con el fin de conservar la diversidad genética acumulada en la variedad. El material recopilado se encuentra en una parcela de conservación en Olite, disponiéndose en la actualidad de 55 accesiones de Garnacha Blanca. En los últimos años la tendencia se ha in-

vertido y la superficie cultivada ha comenzado a aumentar, lo que refleja el interés creciente hacia esta variedad por parte del sector.

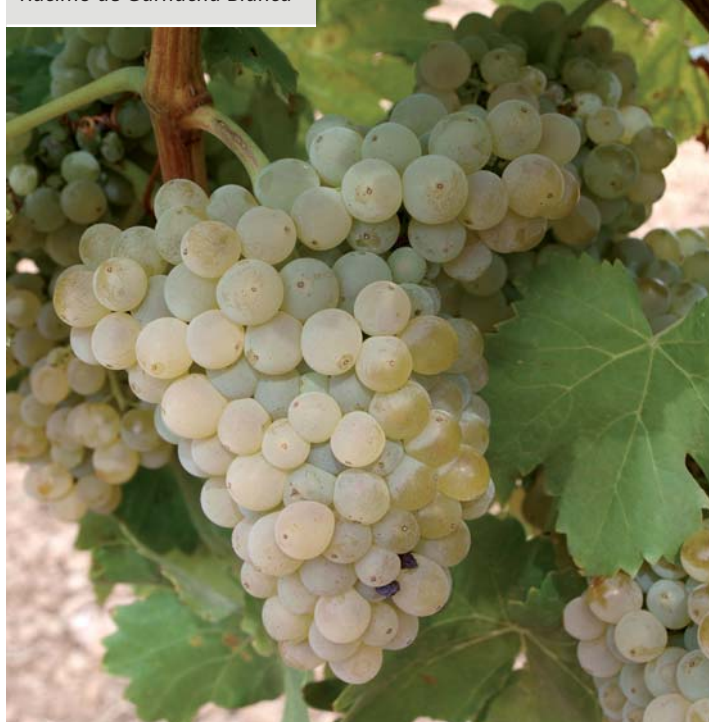
La disponibilidad de material vegetal para realizar las nuevas plantaciones es, sin embargo, baja. En el último listado existente del sistema de certificación español (año 2013) aparecen solo dos clones disponibles de Garnacha Blanca: 141 y 143, seleccionados por el INRA en 1972 en Francia.

La **baja disponibilidad de material certificado**, así como el interés creciente por esta variedad, llevaron a **EVENA a iniciar un proceso de selección clonal a partir del material recopilado en viñedos viejos**, con el objetivo de seleccionar y certificar aquellas accesiones que, manteniendo cierta diversidad entre ellas, mejor representaran los criterios de selección establecidos.

## VARIACIÓN EN CARACTERES AGRONÓMICOS

Los **procesos de selección clonal** precisan de la existencia de variabilidad genética intravarietal que dé lugar a variación fenotípica para poder seleccionar aquellos individuos que se diferencien del resto por unas determinadas características de interés. A la hora de seleccionar individuos que se conviertan en clones hay **distintos caracteres agronómicos y enológicos a tener en cuenta, entre los que la compacidad del racimo y la producción cobran especial importancia** en esta variedad. Ello es debido a que la **Garnacha Blanca es una variedad que presenta racimos con tendencia a ser compactos y con susceptibilidad al corrimiento**.

Racimo de Garnacha Blanca



La falta de homogeneidad en la maduración entre bayas de racimos compactos se vuelve crítica en esta variedad, debido a su bajo pH. En consecuencia, Garnacha Blanca requiere alcanzar un mayor contenido en azúcares para conseguir un mejor equilibrio en boca lo cual prolonga su ciclo de maduración. Su tendencia a la compacidad junto con su maduración tardía incrementa notablemente el riesgo de sufrir infección por Botrytis. Por otro lado, su tendencia al corrimiento en determinados años influye en la producción. Teniendo en cuenta estas características resulta de interés profundizar en el conocimiento de la variabilidad existente tanto en caracteres relacionados con la producción como con la compacidad y su potencial para la mejora clonal en esta variedad.

**Durante los años 2015 y 2017** se estudiaron distintos caracteres con posible influencia en la producción y en la compacidad del racimo a nivel de planta, racimo y baya (**Tabla 2**) en **14 accesiones (una por parcela) de las 55 recopiladas y en el clon 141 como referencia**. En 2016 las plantas sufrieron una alteración fisiológica por la que las bayas comenzaron a perder turgencia y peso y el raquis se secó y se deformó por lo que los caracteres dejaron de ser representativos.

Los caracteres de planta fueron evaluados en el momento de la vendimia (10/09/2015 y 13/09/2017, grado probable ~13% alcohol, acidez total ~5,5 g/l en tartárico y pH ~3,2), mientras que los caracteres de racimo y baya se evaluaron durante la



semana previa a la vendimia, salvo el número de flores que se cuantificó antes del comienzo de la floración.

## RESULTADOS

Con el conjunto de los datos obtenidos, en primer lugar, se estudió qué caracteres influían en mayor medida en el peso y en la compacidad del racimo. El peso del racimo se relacionó con el número de bayas ambos años, siendo menor la relación con el peso de la baya. El peso del racimo se relacionó también con el cuajado de manera indirecta a través del número de bayas.

Tabla 2. Caracteres de producción y compacidad evaluados en las accesiones de Garnacha Blanca

Nivel	Caracter (unidad)	Código	Descripción	Nº Rep./ Accesoión
Planta	Nº racimos planta	ToBuP	Número total de racimos en la planta	4
Planta	Producción por planta (kg)	PrP	Peso total de racimos por planta	4
Accesión	Viabilidad del polen	PoVi	Porcentaje de granos viables de un total de 500 por accesión	1
Racimo	Nº flores	FIBu	Número total de flores del racimo	5
Racimo	Compacidad visual racimo	Comp	Compacidad visual del racimo	5
Racimo	Anchura del racimo (cm)	BuWi	Distancia máxima entre las bayas laterales del racimo	5
Racimo	Longitud del racimo (cm)	BuLe	Distancia desde la baya superior a la más baja del racimo	5
Racimo	Peso racimo (g)	BuWe	Peso del racimo	5
Racimo	Longitud 1ª rama (mm)	1RmLe	Longitud de la primera ramificación del raquis	5
Racimo	Longitud 2ª rama (mm)	2RmLe	Longitud de la segunda ramificación del raquis	5
Racimo	Longitud raquis (cm)	RaLe	Distancia desde la primera ramificación del racimo hasta la última ramificación	5
Racimo	Longitud pedicelo (mm)	PdiLe	Valor medio de 15 medidas: distancia desde la inserción hasta la ramificación	5
Racimo	Peso raquis (g)	RaWe	Peso del raquis	5
Racimo	Nº de ramificaciones	RmBu	Número de ramificaciones del racimo	5
Racimo	Nº bayas con semillas	SedBeBu	Número total de bayas con semilla del racimo	5
Racimo	Nº bayas sin semillas	SelBeBu	Número total de bayas sin semilla del racimo	5
Racimo	Nº ovarios verdes vivos	LGO	Número total de ovaros verdes vivos del racimo	5
Racimo	Cuajado	Fr	(SedBeBu+SedBeBu)/FIBu x 100	5
Racimo	Corrimiento	Col	$10 - ((\text{SedBeBu} + \text{SelBeBu} + \text{LGO}) \times 10 / \text{FIBu})$	5
Racimo	Millerandage	Mil	$10 - (\text{SelBeBu} \times 10 / (\text{SedBeBu} + \text{SelBeBu} + \text{LGO}))$	5
Racimo	Anchura baya (mm)	BeWi	Valor medio de la anchura de 15 bayas no deformadas del racimo	5
Racimo	Longitud de baya (mm)	BeLe	Valor medio de la longitud de 15 bayas no deformadas del racimo	5
Racimo	Peso baya (g)	BeWe	Valor medio de todas las bayas del racimo: ToBeWe / SedBeBu	5
Racimo	Volumen baya (ml)	BeVo	Valor medio de todas las bayas del racimo: ToBeVo / SedBeBu	5
Racimo	Nº semillas/baya	Sbe	Valor medio del nº de semillas de 15 bayas del racimo	5

Rep., repeticiones; las variables **ToBeWe** (peso total de las bayas con semillas) y **ToBeVo** (volumen total de las bayas con semillas) se utilizaron para calcular el peso y volumen medio de una baya con semillas.

En lo que respecta a la compacidad, esta se relacionó principalmente con el peso del racimo y con el cuajado. Esto parece indicar que tanto el peso del racimo como la compacidad dependen en última instancia del cuajado.

Por otro lado, se realizaron análisis de comparación de medias de los distintos caracteres entre accesiones. Se detectaron diferencias significativas entre accesiones en ambos años para los caracteres de interés producción por cepa, peso de racimo y compacidad (Figura 1). Cinco accesiones mantuvieron sus características fenotípicas relativas en ambos años, con la mayor producción y tamaño de racimo (GB06), con la menor producción y tamaño de racimo (GB53, GB55, GB64) y con un comportamiento intermedio (GB11). Estas diferencias pueden estar determinadas por variación genética intravarietal, por lo que hay potencial para la mejora de la variedad en base a estos caracteres.

De manera general, el ambiente influyó sobre los caracteres de interés, mostrando las accesiones menor producción, menor compacidad y menor cuajado en 2017 respecto a 2015 (Figura 2). Sin embargo, se detectó también interacción genotipo-ambiente. Es decir, que el ambiente no afectó por igual a todas las accesiones. La detección de dispersión en los datos, la influencia del ambiente y la interacción genotipo-ambiente hacen necesario estudiar durante un mayor número de años un mayor número de racimos para llevar a cabo una correcta caracterización de las accesiones.

## ORIGEN GENÉTICO DE LA VARIEDAD

El color tinto de las uvas se debe a la acumulación de antocianinas en las vacuolas de las células del hollejo. La síntesis de antocianinas está regulada por los genes VviMYBA1 y VviMYBA2, localizados en el cromosoma 2 de la vid, los cuales activan genes que participan en la ruta de síntesis de antocianinas.



Racimos de Garnacha Roja y Garnacha Blanca

Figura 1. Racimos de accesiones con diferente peso y compacidad

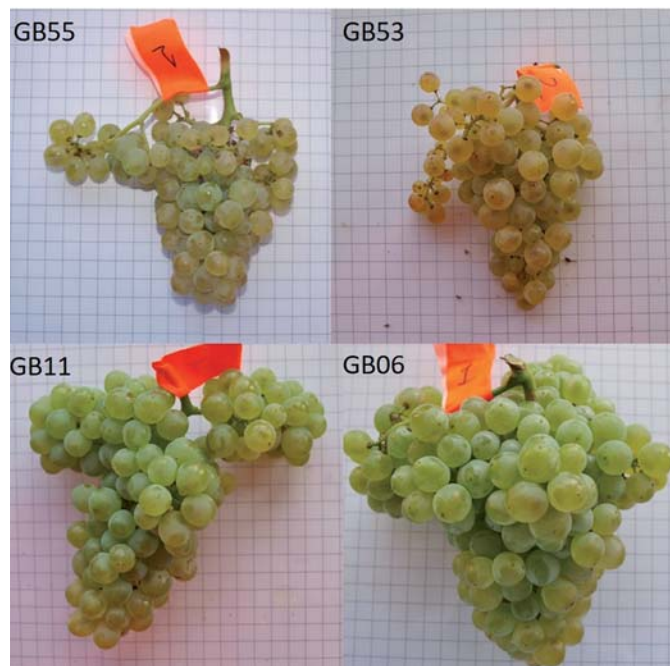
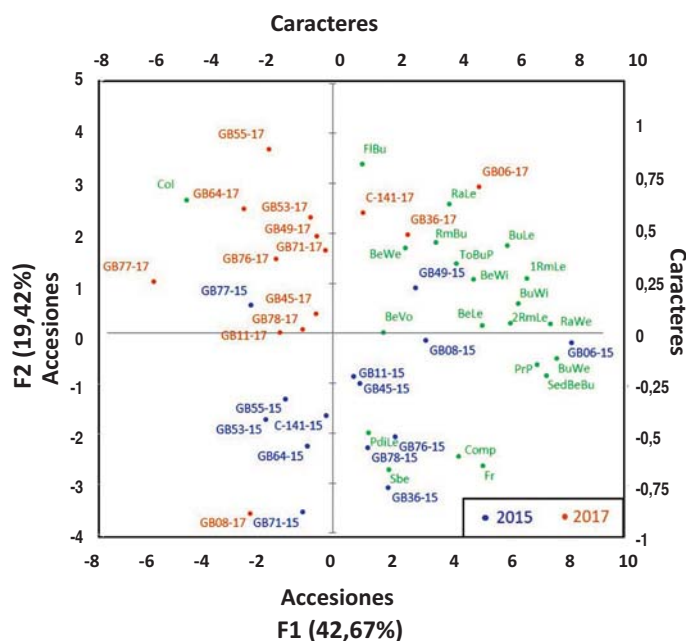


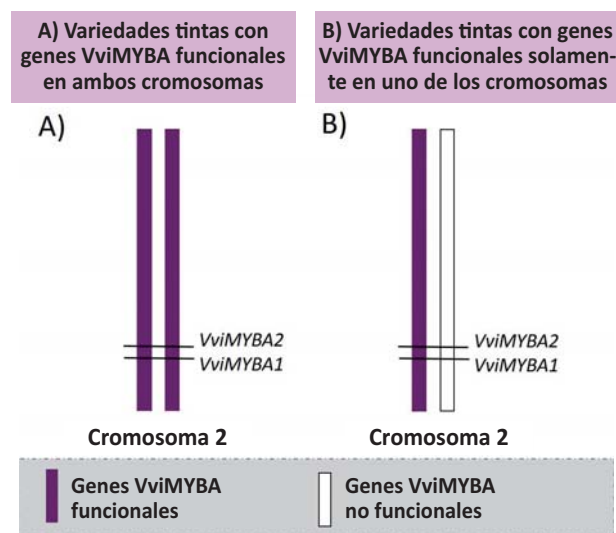
Figura 2. Diferenciación de las accesiones estudiadas en función de sus valores fenotípicos en los dos años de estudio mediante análisis de componentes principales



ToBuP, nº racimos planta; PrP, producción por planta; Comp, compacidad visual racimo; BuWi, anchura racimo; BuLe, longitud racimo; BuWe, peso racimo; 1RmLe, longitud 1ª rama; 2RmLe, longitud 2ª rama; RaLe, longitud raquis; PdiLe, longitud pedicelo; RaWe, peso raquis; RmBu, nº de ramificaciones racimo; FIBu, nº flores racimo; SedBeBu, nº bayas con semillas racimo; Fr, cuajado; Col, corrimiento; BeWi, anchura baya; BeLe, longitud de baya; BeWe, peso baya; BeVo, volumen baya; Sbe, nº semillas/baya.

En algunas variedades tintas, los dos cromosomas homólogos poseen genes VviMYBA funcionales. Sin embargo, en muchas variedades tintas, un cromosoma posee genes VviMYBA funcionales y el otro, genes VviMYBA no funcionales, por lo que solo un cromosoma de la pareja tiene la capacidad de activar la síntesis de antocianinas (Figura 3). Este es el caso de la variedad Garnacha Tinta.

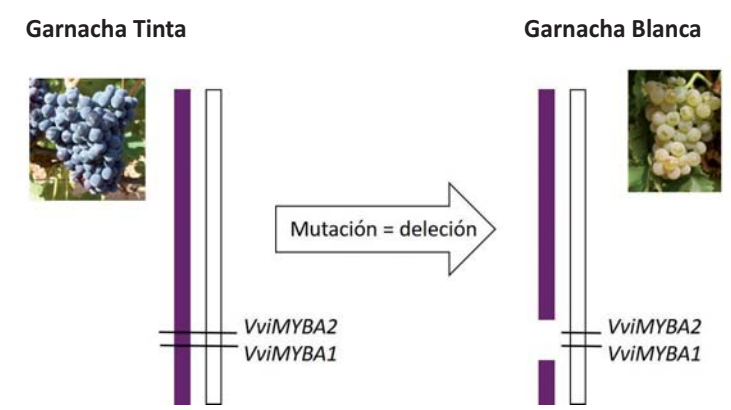
Figura 3. Genes VviMYBA en variedades tintas



En ocasiones, **en variedades tintas del segundo tipo, ocurre una mutación, generalmente una delección (pérdida de secuencias de ADN en los cromosomas) en la que el cromosoma con los genes VviMYBA funcionales pierde dichos genes, desarrollando variantes somáticas de color gris o blanco**, dado que se pierde la capacidad de sintetizar antocianinas (Figura 4).

A partir de este tipo de mutación se generan nuevas variedades, como es el caso de la Garnacha Blanca. En algunas de estas variedades, como en el Tempranillo Blanco, solo se tiene constancia de un único evento de mutación por el cual la variedad tinta comenzó a producir uvas blancas. Sin embargo, en otras variedades, como Pinot Blanc, se han detectado distintos eventos de mutación que han dado lugar a distintos orígenes independientes.

Figura 4. Esquema de la delección producida en el cromosoma 2 de Garnacha Tinta por la que se pierden los genes VviMYBA funcionales y con ellos la capacidad de sintetizar antocianinas



Con el fin de conocer si el origen de la variedad Garnacha Blanca es único o múltiple, **se analizó el ADN de accesiones de Garnacha Blanca y de Garnacha Roja recopiladas en Navarra y de accesiones de Garnacha Blanca recopiladas en Rioja. Se analizaron un total de 67 accesiones de Garnacha Blanca, 2 de Garnacha Roja y 4 de Garnacha Tinta como referencia.**

# VIVEROS TIRSO AGUIRRE

Vivero especializado en Arboles Frutales



**OLIVOS:** Arróniz, Arbequina, Empeltre.

**ALMENDROS:** Guara, Avijor, Largueta, Marcona, Belona®, Soleta®, Vayro®, Constanti®, Marinada®.

**CIRUELOS:** Claudia Verde, Claudia Tolosa, Fortuna, Laetitia, Freedom, Angeleno.

**PERALES:** Ercolini, Conferencia, Barlet, Willians.

**MEMBRILLEROS:** Gigante Wranja.

**MELOCOTONEROS:** Romea, Caterina, Andros, 58GC76, Calante, Fercluse®, Ferlot®, Ferlate®.

**MANZANOS:** Gala Venus, Gala DeCarli, Golden Cosel 4032, Reineta Blanca, Reineta Gris, Fuji Kiku Fubrax®.

**CEREZOS:** Patrones para suelos problemáticos, Adara y Marilan.

**NOGALES:** Franquette, Chandler, Lara, Fernor.

® = Variedad Protegida. Variedad producida por vivero autorizado.



## Resultados del estudio genético

En las 69 accesiones estudiadas solo se identificaron dos grupos o patrones de delección (aquí llamados G1 y G2) (Figura 5). El primer patrón (G1) incluyó 37 accesiones de Garnacha Blanca y las dos de Garnacha Roja. En este patrón G1 se detectaron dos regiones delecionadas en el cromosoma 2 (~0,46 y ~0,52 Megabases). El segundo patrón (G2) incluyó 30 accesiones de GB. En este caso se detectó una sola región delecionada (~1,37 Megabases). En ambos casos los genes VviMYBA se encontraron dentro de la zona del cromosoma 2 delecionada, por lo que el cambio de color se produjo en ambos casos por la pérdida de los genes VviMYBA funcionales (Figura 5).

Los dos patrones de delección identificados correlacionaron con una clara distribución geográfica de las zonas de prospección (Figura 6). Así, mientras que todas las accesiones de GB recolectadas en municipios de la zona geográfica correspondiente a la D. O. Ca. Rioja mostraron el patrón G2, todas las recolectadas en localidades de la D. O. Navarra presentaron el patrón G1 (Figura 6). Esto parece indicar que los tipos de delección detectados podrían estar condicionados por el linaje clonal de Garnacha Tinta a partir de la cual se han originado.

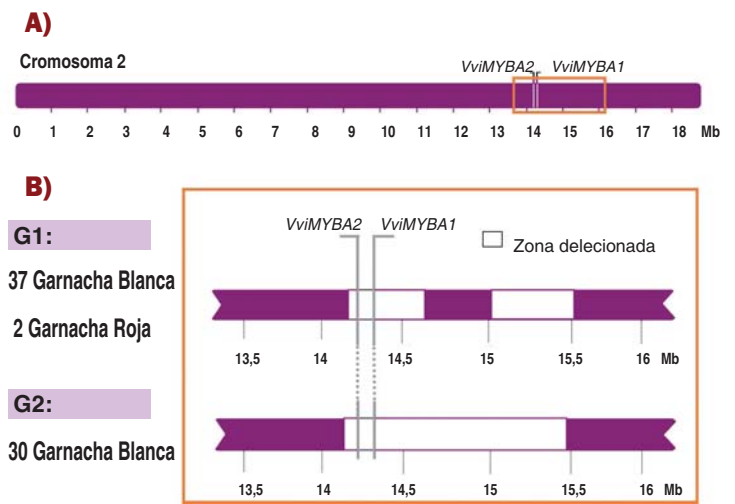
## CONSECUENCIAS DEL CAMBIO DE COLOR

### En la producción

En la variedad Tempranillo Blanco, variante somática para el color de Tempranillo Tinto, se ha descrito el descenso en la producción asociado a la pérdida de color y reflejado en baja viabilidad del polen, bajo cuajado y baja producción por planta.

Con el fin de conocer si la pérdida de color en Garnacha Blanca también se asocia a descenso en la producción, se analizó la viabilidad del polen de 15

Figura 5. Patrones de delección identificados para el cromosoma 2 en accesiones de Garnacha Blanca y Garnacha Roja



A) Cromosoma 2 y B) detalle de la zona delecionada en el cromosoma 2 según las posiciones en la versión 12X.0 del ensamblaje del genoma de referencia de la vid (<https://urgi.versailles.inra.fr/Species/Vitis/Data-Sequences/Genome-sequences>). Las regiones en las que se detecta delección se representan en blanco. El esquema indica también la posición de los dos genes VviMYBA2 y VviMYBA1.

Figura 6. Mapa de distribución de los dos patrones de delección según los municipios de origen de las accesiones de Garnacha Blanca recolectadas en La Rioja y Navarra



Con marca azul se muestra la localización de los municipios de origen de las accesiones de Garnacha Blanca con patrón tipo G1 y con marca roja la de los municipios de origen de las Garnacha Blanca con patrón G2.

accesiones de Garnacha Blanca y de una accesión de Garnacha Tinta (EVENA15) como referencia durante los años 2015, 2016 y 2017.

### Resultados

La viabilidad del polen fue superior al 82% en todas las accesiones de Garnacha Blanca en los tres años, al igual que en Garnacha Tinta (Figura 7). Por lo tanto, en Garnacha Blanca la viabilidad del polen no descendió respecto a Garnacha Tinta.

En consecuencia, no se esperan problemas en el cuajado derivados de la pérdida de color, lo que coincide con que los valores productivos medios de Garnacha Blanca y Garnacha Tinta son similares.

### En la composición de la uva

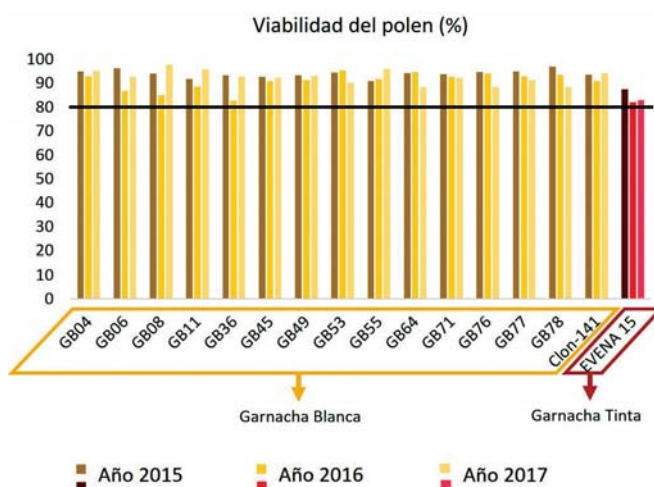
En el proyecto Garnacha en Blanco (Navarra Agraria 232), la elaboración de vinos de Garnacha Tinta y vinos de Garnacha Blanca mostró que el perfil aromático de ambas variedades fue distinto, siendo caracterizados los vinos de Garnacha Blanca por aromas afrutados y toques herbáceos y florales y los de Garnacha Tinta por aromas ahumados, especiados, animales, de miel y con notas almendradas. En el presente proyecto, con el fin de determinar si estas diferencias podían ser consecuencia de la diferente composición de las uvas blancas y tintas (asociada a la mayor temperatura y la menor incidencia de radiación en uvas tintas) además de al diferente proceso de elaboración, se comparó la composición y el transcriptoma de Garnacha Blanca respecto de Garnacha Tinta a lo largo de la maduración. El análisis del transcriptoma permite conocer qué procesos biológicos están teniendo lugar en un determinado tejido de la planta en un determinado momento.

### Resultados

Se detectó **en Garnacha Tinta** la activación de mecanismos de defensa frente a estrés biótico y abiótico a lo largo de la maduración en mayor medida que en Garnacha Blanca. También se activó en mayor medida la síntesis de polifenoles, los cuales son conocidos por sus funciones antioxidantes y antibióticas. Esta respuesta puede explicar la descripción que se hace de **Garnacha Blanca como más sensible a oídio que Garnacha Tinta**.

**En Garnacha Blanca** se dio mayor activación de procesos relacionados con la fotosíntesis que en Garnacha Tinta, lo que sugiere que en las uvas de Garnacha Blanca incide más radiación que en las de Garnacha Tinta debido a la falta de antocianinas. En respuesta a la mayor incidencia de radiación, **las uvas de Garnacha Blanca acumularon mayores niveles de moléculas fotoprotectoras** como los monoterpenos y los carotenoides (concretamente la zeaxantina).

Figura 7. Viabilidad del polen en distintas accesiones de Garnacha Blanca. La viabilidad se expresa como el porcentaje de granos de polen con tinción positiva de Alexander



En tonos amarillos se muestra la viabilidad del polen en accesiones de Garnacha Blanca y en tonos rojos en Garnacha Tinta.

Este conjunto de respuestas desembocó en un perfil aromático diferente en Garnacha Blanca, ya que muchos de los compuestos acumulados en estas son volátiles o precursores de volátiles. En lo que respecta a compuestos volátiles, además de monoterpenos, las uvas blancas acumularon mayores niveles de (E)-2-hexenal y de C13-norisoprenoides. Estos últimos se sintetizan a partir de la degradación de los carotenoides conforme avanza la maduración. Estos compuestos aportarían notas con recuerdos a flores, violetas, rosas, cítricos, hierba cortada y manzana verde. Como precursores de aromas secundarios, se acumularon los precursores de la ruta de síntesis de antocianinas fenilalanina y tirosina, los cuales al ser transformados por las levaduras durante la fermentación generan compuestos con notas a almendras, miel o rosa marchita.



### Resumen de las diferencias entre uvas de Garnacha Tinta y de Garnacha Blanca



**Activación de:**

- Respuestas a estrés abiótico
- Respuestas a estrés biótico
- Síntesis de polifenoles

**Activación de:**

- Respuestas a radiación



**Acumulación de aromas y de precursores de aromas**

- Monoterpenos, C13-norisoprenoides y (E)-2hexenal
- Fenilalanina y tirosina

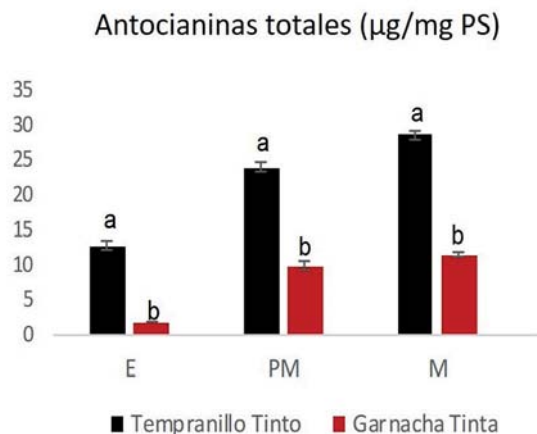


Con el fin de conocer a nivel general el efecto de la presencia/ausencia de antocianinas sobre la composición de las uvas se realizó el mismo estudio sobre Tempranillo, comparando la composición de Tempranillo Blanco respecto de la de Tempranillo Tinto. Al igual que en Garnacha, la variante blanca de Tempranillo acumuló mayores niveles de monoterpenos, C13-norisoprenoides, (E)-2-hexenal, fenilalanina y tirosina que Tempranillo Tinto. Esto indicaría que las uvas de variedades blancas presentan un potencial aromático diferente, más afrutado y floral, como consecuencia de la ausencia de antocianinas independientemente del genotipo varietal.

Sin embargo, las respuestas a radiación fueron más intensas en Tempranillo que en Garnacha y la acumulación de monoterpenos y C13-norisoprenoides fue mayor en Tempranillo Blanco que en Garnacha Blanca respecto sus variantes tintas. Esto podría asociarse a la diferencia en el contenido en antocianinas, mayor en Tempranillo Tinto respecto a Garnacha Tinta desde envero hasta maduración (**Figura 8**). Esto implicaría que, en Garnacha Tinta, debido a la menor absorción de radiación por las antocianinas, se activaran respuestas a radiación, al igual que ocurre en las variantes blancas. Ello llevaría a que el cambio en el microclima de la baya ante la pérdida de la capacidad de acumular antocianinas fuera menos intenso en Garnacha que en Tempranillo. Como consecuencia de la respuesta a radiación activada en Garna-

cha Tinta, esta acumuló en mayor medida que Tempranillo Tinto monoterpenos y C13-norisoprenoides, resultando en un mayor componente aromático.

Figura 8. Contenido en antocianinas totales en Tempranillo Tinto y Garnacha Tinta a lo largo de la maduración



E, envero; PM, pre-madurez; M, madurez. Letras distintas indican diferencias significativas.

### CONCLUSIONES

- 1 | Existe variación genética en los caracteres de producción y compacidad en Garnacha Blanca, por lo que existe potencial para la mejora de la variedad en base a estos caracteres.
- 2 | Garnacha Blanca tiene al menos dos orígenes genéticos independientes.
- 3 | Las variedades blancas tienen un potencial aromático diferente a las variedades tintas, con mayor carácter afrutado y floral.



Maite Rodríguez Lorenzo, autora de la tesis.