

Cruces intervarietales como herramienta de mejora genética

Obtención de nuevas variedades españolas adaptadas al cambio climático

POR C. MANSO-MARTÍNEZ¹, M.P. SAÉNZ-NAVAJAS¹, M.M. HERNÁNDEZ², I. PROVEDO², C.M. MENÉNDEZ¹

1. Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (Universidad de La Rioja, CSIC, Gobierno de La Rioja)

2. Viveros Provedo

España es el país con mayor superficie vitícola del mundo, 949.565 ha, seguida de China (870.000 ha), Francia (786.000 ha) e Italia (699.000 ha) (OIV, 2018). Sin embargo, esta superficie ha experimentado una disminución del 42% (693.057 ha) en el periodo 1980-2020 (MAPA, 2020), siendo esta tendencia a la baja generalizada en todas las comunidades autónomas, en distinta proporción, excepto en Rioja y País Vasco que han experimentado un ascenso del 68% y 54% respectivamente en este periodo. Esta reducción de la superficie ha ido acompañada por una modernización del cultivo, incluyendo la transformación en regadío y la modificación de los sistemas de conducción. Estos cambios se han extendido también a los métodos de elaboración del vino con el fin de dar respuesta a las nuevas preferencias de los consumidores y a la influencia del cambio climático en la fenología, la composición de la uva, la microbiología y química del vino y los aspectos sensoriales.

El cambio climático afecta a todas las zonas vitivinícolas del mundo, pero mientras puede ser ventajoso para las zonas frías y húmedas, sus consecuencias pueden ser desastrosas para los países mediterráneos, que verán afectados tanto el volumen de producción como la calidad de uvas y vinos. La vid, cultivo mediterráneo por excelencia, es una de las especies más afectadas por el cambio climático. El incremento de las temperaturas provoca un acortamiento del ciclo vegetativo, y en muchos casos un adelanto significativo de las fechas de envero y vendimia. La maduración ocurre más temprano durante el verano, frecuentemente con temperaturas más altas, que tienen como consecuencia una madurez fenólica incompleta. La disminución en el

contenido en antocianos, la expresión del color y el aroma pueden traducirse en vinos “planos” caracterizados por alto grado alcohólico, baja acidez y menor aroma.

Actualmente, a nivel mundial solo cinco variedades internacionales: Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Syrah, y Garnacha Tinta, constituyen la base de la producción de vino tinto; mientras Airén, Chardonnay, Sauvignon Blanc y Ugni Blanc conforman los vinos blancos (OIV, 2018). Las variedades nobles son en su mayoría fruto de cruzamientos entre otras variedades conocidas (Myles 2011). En España, aunque hay 210 variedades para vinificación inscritas en el registro oficial de variedades comerciales de vid, solo dos variedades, Tempranillo y Airén, ocupan el 43% de la superficie cultivada, y junto a otras 8 variedades suponen casi el 76% de la superficie del viñedo en nuestro país (OIV 2018).

La sustitución de variedades bien por obtención de nuevo material vegetal o la recuperación de variedades minoritarias resiliente a las nuevas condiciones se presenta como una de las estrategias más prometedoras para enfrentarse al cambio climático (Wolkovich, 2018), especialmente en los países mediterráneos. Las nuevas variedades deberían tener un largo ciclo vegetativo con maduración tardía o bien ser capaces de completar la madurez fenólica y tecnológica más temprano en la campaña.

En Rioja, Viveros Provedo y el grupo de Genética y Mejora de la vid de la Universidad de La Rioja, iniciaron un proyecto de mejora hace más de 15 años a base de hibridaciones con variedades cultivadas y autóctonas de la Rioja con el fin de generar variabilidad genética que pudiera ser de utilidad para el sector. Entre los cruzamientos realizados los de más interés son aquellos en los que se ha utilizado la variedad de referencia Tempranillo, que se ha cruzado con otras variedades españolas como Graciano y Garnacha.

Con el objetivo de adaptación al cambio climático se seleccionaron 12 genotipos en la población resultante de cruzamientos entre Tempranillo y Graciano (150 cepas). Estas variedades se complementan en cuanto a sus características fenológicas, agronómicas y enológicas; siendo Tempranillo, una variedad de maduración más temprana y con baja acidez frente a Graciano que aporta alta intensidad de color, acidez y aroma. Graciano es una variedad de maduración tardía, menos productiva y de baya más pequeña, comparada con Tempranillo. Nuestra hipótesis de partida se basó en que el cruzamiento produciría genotipos capaces de producir vinos de alta calidad con diversas propiedades que permitirían ampliar la base sensorial de Tempranillo y Graciano y por tanto adaptarse a las nuevas preferencias del mercado. Además, la selección de genotipos tempranos o tardíos con una lenta maduración alcohólica nos permitiría identificar materiales de óptima maduración fenólica y mejor adaptados a las nuevas condiciones climáticas que sus parentales.

En este contexto, el objetivo de nuestra investigación fue la selección de genotipos de

Graciano x Tempranillo que reunieran características de calidad y tipicidad con mejor adaptación al cambio climático y que fueran aptos para la elaboración de vinos de calidad en la D.O.Ca. Rioja. Como objetivos específicos se abordaron la evaluación agronómica y enológica de selecciones de Graciano x Tempranillo, y la caracterización del perfil físico-químico y sensorial de los vinos jóvenes obtenidos.

Evaluación agronómica

En una primera etapa del proyecto (2007-2010) se seleccionaron descendientes (cepas) de Graciano x Tempranillo en base a datos de productividad: rendimiento ($>1,5$ kg/cepa) y peso medio del racimo (>150 g), calidad: contenido en antocianos ($>1,8$ mg/g de hollejo) y peso medio de la baya ($<1,6$ g) y fenología (fecha de maduración) obtenidos de 4 vendimias (Song *et al.*, 2014). Los genotipos seleccionados (20) fueron multiplicados vegetativamente, injertados sobre Richter 110 y plantados (5 a 20 plantas) en dos localizaciones: Campo Experimental de la Universidad de La Rioja y Viveros Provedo (Varea, Logroño).

Tabla 1. Datos agronómicos de los parentales Graciano (GRA) y Tempranillo (TE) y las 12 selecciones GRA x TE. Medias de 5-20 plantas y 4 años. Duración media del ciclo desde el 1 de abril a maduración (selecciones tempranas en rojo, tardías en azul). Letras diferentes indican diferencias significativas ($P<0.05$)

Genotipo	Rendimiento (kg/cepa)	Número de racimos	Peso medio Racimo (g)	Peso uva (g)	Antocianos hollejo mg/g	Duración ciclo (días)
GRA	2.5 ± 0.7 abc	15 ± 1 ab	162 ± 17 abc	1.5 ± 0.1 ab	2.3 ± 0.2 ab	179 ± 16
TE	3.6 ± 0.7 ab	18 ± 3 ab	218 ± 44 bc	2.1 ± 0.0 a	1.4 ± 0.1 c-g	168 ± 18
TG8	1.7 ± 0.7 c	15 ± 4 ab	92 ± 44 c	1.3 ± 0.2 ab	2.1 ± 0.6 a-d	153 ± 8
TG17	2.9 ± 0.8 b	13 ± 4 ab	200 ± 38 abc	1.5 ± 0.2 ab	1.8 ± 0.3 a-f	172 ± 14
TG35	3.8 ± 0.2 a	13 ± 4 ab	267 ± 35 a	1.6 ± 0.2 ab	1.1 ± 0.1 fg	174 ± 14
TG43	3.1 ± 0.2 abc	16 ± 3 ab	191 ± 23 abc	1.3 ± 0.1 ab	1.8 ± 0.2 a-f	159 ± 22
TG44	2.4 ± 0.3 abc	16 ± 5 ab	186 ± 21 abc	1.6 ± 0.2 ab	2.1 ± 0.2 abc	162 ± 11
TG62	4.7 ± 0.8 ab	14 ± 7 ab	224 ± 20 ab	1.6 ± 0.3 ab	2.0 ± 0.4 b-e	156 ± 9
TG63	3.0 ± 1.0 ab	11 ± 3 ab	245 ± 37 ab	1.5 ± 0.1 ab	1.5 ± 0.5 b-g	167 ± 18
TG107	2.6 ± 0.2 abc	11 ± 9 b	149 ± 66 ab	1.1 ± 0.1 b	2.2 ± 0.3 abc	168 ± 16
TG128	2.2 ± 1.7 bc	10 ± 6 ab	136 ± 21 bc	1.3 ± 0.3 ab	1.3 ± 0.0 d-g	163 ± 14
TG129	2.1 ± 0.5 bc	16 ± 3 ab	135 ± 84 bc	1.3 ± 0.1 ab	2.5 ± 0.4 a	177 ± 18
TG146	4.0 ± 2.2 abc	19 ± 8 a	174 ± 19 abc	1.5 ± 0.2 ab	1.2 ± 0.2 efg	172 ± 19
TG147	4.5 ± 2.8 ab	16 ± 4 ab	215 ± 129 ab	1.5 ± 0.3 ab	0.9 ± 0.1 g	178 ± 18
Rango	1.7 - 4.7	10 - 19	92 - 267	1.1 - 2.1	0.9 - 2.5	153-179

En una segunda fase estas pre-selecciones fueron evaluadas durante 3 vendimias (2014-2016) y 12 de ellas fueron elegidas para la evaluación enológica. Para todas ellas se registraron las fechas de envero y maduración, el rendimiento y número de racimos por cepa, y peso medio del racimo y de la baya (tabla 1). Siete de las selecciones fueron tempranas (TG107, TG63, TG128, TG44, TG43, TG62 Y TG8) y cinco de maduración tardía (TG146, TG17, TG 35, TG129 y TG147) tomando Tempranillo como referencia. La diferencia entre los genotipos en fecha de maduración fue de 26 días de media. Esta variabilidad es crítica en el período comprendido desde el final del envero a la madurez, que es más corto en las selecciones más tempranas. Si bien el interés en las variedades tardías está basado en su mayor capacidad para completar la madurez fenólica, reto principal en la adaptación al cambio climático, hay que tener presente que en climas más cálidos las selecciones tem-

pranas capaces de alcanzar la madurez fenólica y tecnológica, presentan otras ventajas como la menor incidencia de enfermedades, y por tanto una mejor sanidad de la uva.

Agronómicamente, la productividad de las 12 selecciones fue muy diversa, con selecciones de productividad moderada y grano pequeño (TG43, TG63, TG129) y otras más productivas que Tempranillo (TG62, TG147). La mayor parte de las selecciones presentaron pesos de baya inferiores a Tempranillo. En cuanto al contenido en antocianos, destacaron cuatro selecciones TG8, TG44, TG107 y especialmente TG129 (Tabla 1).

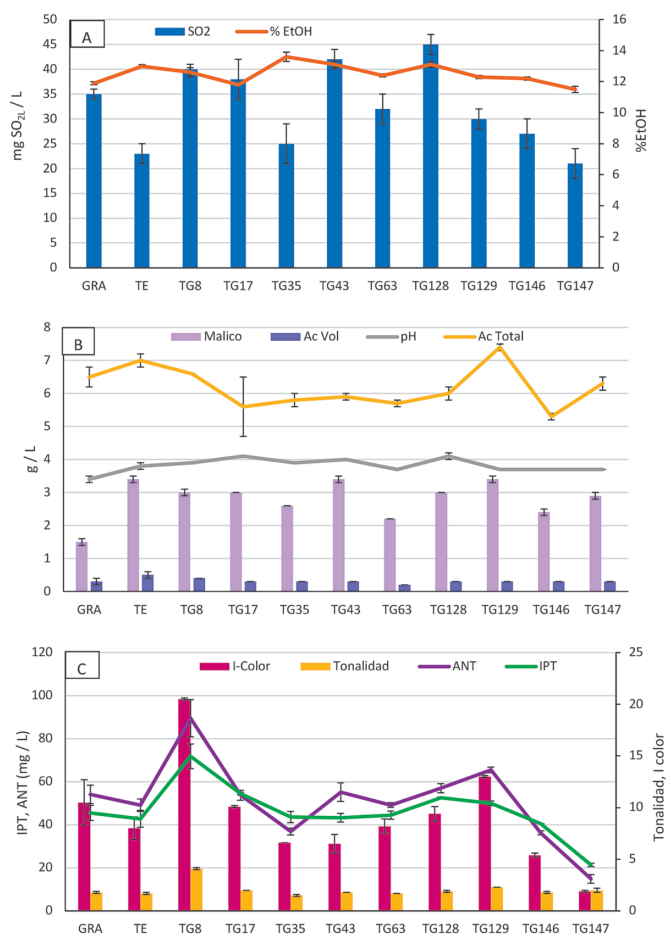


Figura 1. Parámetros físico-químicos para las nueve selecciones de Graciano x Tempranillo (TG), y los parentales Graciano (GRA) y Tempranillo (TE) durante la vendimia 2018. A: SO₂ libre (mg/L) y % de etanol (v/v); B: ácido málico (g/L), acidez volátil (g/L), pH y acidez total (g de ácido tartárico/L); C: IPT, índice total de polifenoles, ANT, antocianos (x10 mg/L), Índice de Color y Tonalidad.

Vinificaciones y evaluación enológica

Como continuación de la evaluación agronómica se procedió a la evaluación del potencial enológico de las selecciones realizándose un total 54 microvinificaciones en 2017 y 2018.

Las microfermentaciones se realizaron en depósitos de 12 L por duplicado para las 12 selecciones en 2017 y 9 selecciones en 2018; y en depósitos de 25 L (por triplicado) para Tempranillo y Graciano en los dos años del estudio. Todos los vinos se elaboraron en la bodega experimental del Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino, inoculando con leva-

duras comerciales. La evolución de la fermentación alcohólica se controló diariamente por densidad y temperatura y los vinos se prensaron al final de la fermentación (azúcares <2 g/L) ajustando el sulfuroso total a 50 mg/L para evitar la fermentación maloláctica. Los vinos obtenidos se evaluaron para los parámetros físico-químicos básicos (ácido málico, sulfuroso libre, acidez volátil, etanol, acidez total, contenido en antocianos, IPT, intensidad colorante) siguiendo la metodología de la OIV (Figura 1).

El análisis de los vinos mostró diferencias significativas entre Graciano y Tempranillo en acidez total, contenido en ácido málico, grado alcohólico, pH e índice de polifenoles totales, tonalidad e índice de color. Por otra parte, las selecciones presentaron diferencias frente a los parentales en ácido málico y pH y algunos genotipos mostraron valores de IPT e índice de color superiores a Tempranillo.

En cuanto a la acidez total, las selecciones TG8 y TG129, presentaron altos valores de acidez en los dos años. Las altas temperaturas en 2017 provocaron un adelanto de 3 semanas en la vendimia y resultaron en vinos con más antocianos y polifenoles y contenidos en etanol más altos. Sin embargo, los vinos obtenidos de TG62, y de 3 selecciones tardías TG17, TG146

y TG147, presentaron valores moderados de etanol en los dos años, resultado muy importante de cara a la adaptación al cambio climático. En cuanto al contenido en antocianos e índice de polifenoles, los vinos de TG8, TG43 y TG129 alcanzaron valores similares a Graciano e incluso superiores (TG8) en 2018.

Análisis sensorial y evaluación de calidad

Los vinos jóvenes obtenidos en los años 2017 y 2018 se caracterizaron sensorialmente por un panel de 17 jueces entrenados que evaluaron la intensidad de 28 atributos de aroma, sabor y sensaciones táctiles según el método RATA (Ares et al, 2014). Además, la calidad intrínseca de los vinos fue evaluada por un grupo de expertos de la D.O.Ca. Rioja (20 jueces) que los clasificaron en cinco categorías: de muy baja (1) a muy alta calidad (5) según la percepción global basada en notas visuales, olfativas y gustativas.

Los vinos presentaron una gran diversidad sensorial y se diferenciaron significativamente en 8 atributos en base a los cuales se realizó un análisis de componentes principales (PCA) que se muestra en la figura 2 para los dos años del estudio.

En referencia a la evaluación de la calidad, el resultado más importante del estudio fue que

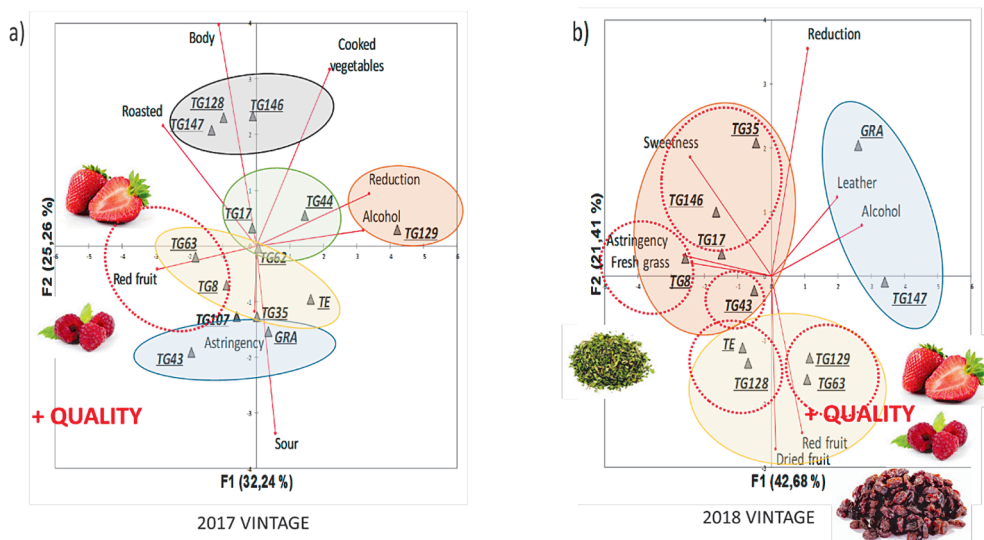


Figura 2. Proyección de los vinos y de los atributos sensoriales (significativamente diferentes entre las muestras) en las dos primeras componentes derivadas del PCA en las vendimias a) 2017 y b) 2018

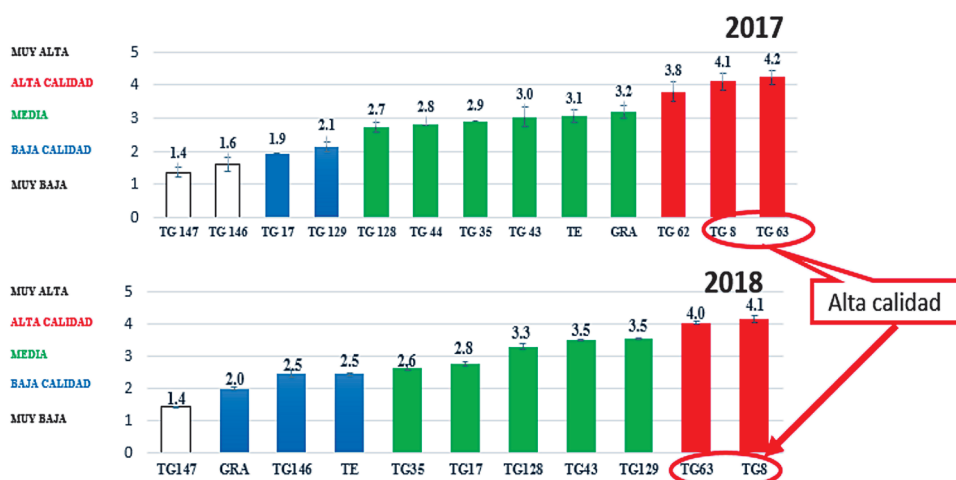


Figura 3. Puntuaciones sensoriales otorgadas por los expertos para las selecciones de Graciano × Tempranillo, Graciano (GRA) y Tempranillo (TE). Barras de error = SD/ (número de panelistas)¹⁵.

en los dos años dos vinos, TG8 y TG63, fueron calificados como de calidad alta-muy alta (Figura 3). Este hecho es de especial relevancia dadas las diferentes condiciones climáticas presentes en 2017 y 2018. El 2017 fue un año típico de calentamiento global, con temperaturas 11°C superiores de media entre floración y envero y un 40% menos de precipitación comparado con 2018. Además, de TG8 y TG63, otros seis vinos: TG62, solo evaluado en 2017, y TG43, TG17, TG35, TG128 y TG129 fueron percibidos como de mejor calidad que sus parentales en 2018.

Conclusión

Como conclusiones, destacar que la hibridación de variedades tradicionales genera la variabilidad suficiente para obtener genotipos mejorados con adaptación al cambio climático. Aún en el contexto desfavorable de la vendimia 2017 se detectaron genotipos que aúnan características deseables para el viticultor, enólogo y consumidor. Las selecciones TG8 y TG63 de ciclo temprano y TG129 tardío, presentaron una productividad moderada y una alta calidad enológica asociada a un alto contenido en antocianos, acidez y astringencia. Se identificaron otras selecciones de



Imagen 1. Cepa de la selección TG63 obtenida del cruzamiento Graciano × Tempranillo.



Imagen 2. Racimos de la selección TG43 obtenida del cruzamiento entre Graciano x Tempranillo.

alta calidad que además producían perfiles sensoriales tostados o frutales muy interesantes para la necesaria diversificación del mercado del vino actual. Así, los niveles de IPT y color de las selecciones de maduración más temprana y la acidez y duración del ciclo de los genotipos más tardíos justifica el interés de estos como mejor adaptados al cambio climático ya que se obtuvieron genotipos tempranos capaces de alcanzar una buena madurez fenólica y también se identificaron selecciones de maduración tardía que mantienen niveles de acidez deseables. Dos de estas selecciones TG43 y TG63 se han presentado a registro en 2020 y una tercera se presentará en 2021 (Imagen 1 y 2).

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto ADER 2017-I-DD-00041 de ADER, por

un contrato FPI BES2015-073773 del MINECO y por Viveros Provedo.

Bibliografía

1. ARES, G., BRUZZONE, F., VIDAL, L., CADENA, R. S., GIMÉNEZ, A., PINEAU, B., ... & JAEGER, S. R. (2014). Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: Rate-all-that-apply (RATA). *Food Quality and Preference*, 36, 87–95
2. MAPA. Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos de España (Esyrce, 2020)
3. OIV <https://www.oiv.int/en/oiv-life/oiv-2018-report-on-the-world-vitivinicultural-situation>
4. MYLES, S., BOYKO, A. R., OWENS, C. L., BROWN, P. J., GRASSI, F., ARADHYA, M. K., ... BUCKLER, E. S. (2011). Genetic structure and domestication history of the grape. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(9), 3530–3535. <https://doi.org/10.1073/pnas.1009363108>
5. SONG, S., HERNÁNDEZ, M., PROVEDO, I. Y MENÉNDEZ, C. 2014. Segregation and associations of enological and agronomic traits in “Graciano” × “Tempranillo” wine grape progeny (*Vitis vinifera* L.) *Euphytica* 195: 259 277.
6. WOLKOVICH, E. M., GARCÍA DE CORTÁZAR-ATAURI, I., MORALES-CASTILLA, I., NICHOLAS, K. A., & LACOMBE, T. (2018, January 1). From Pinot to Xinomavro in the world's future wine-growing regions. *Nature Climate Change*. Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0016-6>