



Principios para el establecimiento del viñedo y estrategias para retrasar la maduración en climas cálidos

Trinidad Morales-Henríquez¹, Gastón Gutiérrez-Gamboa², Wei Zheng³ and Fernando Martínez de Toda⁴

¹ Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias, Universidad Mayor, Camino La Pirámide 5750, Huechuraba 8580000, Chile

² Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias, Ingeniería y Tecnología, Universidad Mayor, Temuco, 4780000, Chile

³ Faculty of Functional Food and Wine, Shenyang Pharmaceutical University, China

⁴ Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (CSIC, Gobierno de La Rioja, Universidad de La Rioja), Carretera de Burgos, Km. 6. 26007 Logroño, Spain

Ciertas estrategias vitícolas pueden proveer una solución natural para mitigar los efectos negativos del calentamiento global sobre la viticultura. Decisiones con respecto a las variables topográficas del viñedo, así como la selección de portainjertos, variedades, clones, sistemas de conducción, orientación de las filas y la pendiente pueden ser combinadas. Esto permite que la maduración de la uva pueda retrasarse unos pocos días cuando las decisiones son aplicadas separadamente, y unas cuantas semanas si son aplicadas en conjunto. Estas pueden ser aplicadas tanto a nuevos viñedos como a viñedos existentes, ya que para la mayoría de los productores de vinos prémium del mundo replantar en otro sitio no es una opción.

Localización del viñedo

. Altitud

Localizarse en altura puede favorecer la calidad de las uvas para vino, pues esto permite que el proceso de maduración se lleve a cabo lentamente. Los viticultores pueden aprovechar el efecto adiabático, ya que la elevación es capaz de producir una disminución de la temperatura en un rango de 0.60 a 0.65 °C por cada 100 m de altura. No obstante, hacia finales de siglo, los modelos climáticos predicen una disminución de 0.41 a 0.49 °C por cada 100 m de elevación¹. Las uvas producidas en viñedos a grandes alturas son usualmente equilibradas en cuanto a acidez, nitrógeno, compuestos fenólicos y volátiles, y contenido en sólidos solubles². Estas características favorecen la producción de vinos de bajo grado alcohólico y alta calidad aromática, acidez y frescura. No obstante, algunas características del entorno pueden causar distorsiones climáticas, interrumpiendo la continuidad del enfriamiento relacionado con la elevación como la falta de precipitaciones, baja nubosidad y fuertes radiaciones solares, que son típicas de ciertas regiones vitícolas³. La altitud es uno de los principales factores que afecta a las fechas de desborre y floración en ambientes alpinos, influenciando la respuesta de la vid y el fenómeno de acrotonía. A medida que la altitud del viñedo aumenta, los eventos fenológicos tienen mayor duración y pueden producir un retraso de hasta 21 días en la fecha de vendimia⁴. Esta información podría ser crítica en el futuro, puesto que para el periodo 2021-2099 la fecha de vendimia podría disminuir en 3 días cada 100 m, causando una ventana de vendimia más concentrada¹.

. Latitud

El cambio climático también ha afectado a la distribución de las variedades de uva en diferentes regiones vitivinícolas. Los índices bioclimáticos sugieren que el cambio climático tendrá efectos negativos en el cultivo de la vid en el sur de Europa, mientras que en Europa central y occidental podría beneficiar la calidad del vino y permitir que nuevas áreas sean usadas para la viticultura⁵. Efectos similares se observan en Chile, donde la plantación de viñedos se está ampliando hacia el sur; por ejemplo, la superficie de viñedos en la Región de la Araucanía (37°35' a 39°37' latitud Sur) aumentó en 953 % en el periodo 2003-2020. A pesar de que la latitud puede afectar a las condiciones térmicas del desarrollo de la vid, su efecto dentro de un área específica es prácticamente nulo, aunque podría ser de interés si los viticultores quisiesen experimentar y estudiar terroirs con identidad territorial.

. Pendiente

La pendiente puede afectar al movimiento del agua y la erosión, el drenaje de los suelos, la facilidad para trabajar entre las vides, la mecanización y la facilidad de la vendimia. Los viñedos planos

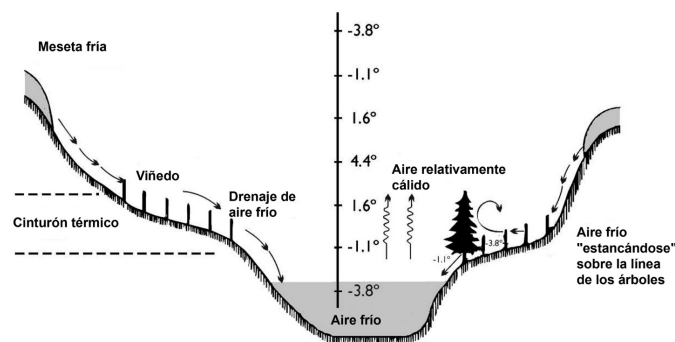


FIGURA 1. Efecto de la topografía sobre la estratificación de la temperatura del aire durante un período de enfriamiento por radiación caracterizado por vientos tranquilos y cielos claros. Figura publicada por Barclay Poling⁶.

pueden ser susceptibles a inversiones de aire frío en zonas con heladas primaverales, mientras que una pendiente de 5-7.5 % permite un buen drenaje del aire (Figura 1)⁶. La pendiente puede incrementar la erosión y el riesgo de vuelco, así como así como dificultar el cultivo del viñedo. La radiación recibida por las vides puede ser determinada a partir de la dirección de la pendiente y la inclinación, así como de la altitud del viñedo.

Material Vegetal

. Variedades de maduración tardía

La variedad de uva puede tener una fuerte influencia sobre la fecha de maduración, con una diferencia de cerca de 2 meses. En la Tabla 1 se muestran las diferencias entre las variedades minoritarias de la DOCa Rioja más tempranas y más tardías. Por ende, algunas regiones vitivinícolas deberían incorporar una mayor proporción de variedades de uva de maduración tardía. En la DOCa Rioja, la superficie de cultivo de Graciano, Mazuelo y Garnacha debería probablemente ser incrementada. En Burdeos, la proporción de Cabernet Sauvignon debería ser incrementada, ya que madura 2 semanas más tarde que Merlot. En el Valle Central de Chile, la proporción de Carménère debería probablemente ser incrementada más que Cabernet Sauvignon, ya que tiene un ciclo de maduración tardío, como Petit Verdot y Mourvèdre.

. Selección del portainjerto

Los portainjertos ejercen una ligera influencia sobre el ciclo fenológico de la variedad; se estima que la diferencia en términos de fecha de vendimia alterada por los portainjertos es de alrededor de 2 a 6 días, dependiendo del rendimiento del viñedo. Algunos

TABLA 1. Fecha de vendimia promedio, parámetros fisicoquímicos del mosto y rendimiento por vid para variedades de uva minoritarias cultivadas en la DOCa Rioja (España) en los años 2009 y 2010.

Variedad	Fecha de cosecha	Sólidos solubles (*Brix)	pH	Acidez total (g/L)*	Ácido málico (g/L)	Ácido tartárico (g/L)	Rendimiento (kg/vid)
<i>Tintas</i>							
Moristel	29 Sept	19.7	3.25	6.27	2.45	4.94	5.01
Vidadillo	29 Sept	18.1	3.24	6.07	2.01	4.79	3.27
Alicante Bouschet	29 Sept	19.9	3.33	6.66	2.57	4.23	7.80
Mandón	30 Sept	21.4	3.37	5.47	1.67	5.08	4.75
Tinto Velasco	29 Sept	18.9	3.44	5.62	2.49	4.03	4.72
Agawan	16 Sept	21.8	3.20	6.76	1.72	4.84	1.26
Portugieser Blau	16 Sept	21.8	3.34	4.89	2.77	4.13	3.41
Morastell Bouschet	29 Sept	17.7	3.26	5.85	2.35	4.76	5.44
Garnacha Roya	22 Sept	19.9	3.01	7.20	2.02	6.55	5.85
Trepát	29 Sept	18.0	3.10	6.43	2.33	4.72	7.72
Tempranillo Rojo	16 Sept	24.0	3.30	5.65	2.83	4.04	4.95
Morate	29 Sept	22.1	3.32	6.72	3.10	5.13	7.59
Petit Bouschet	29 Sept	19.4	3.43	5.44	2.63	4.50	4.39
Maturana Tinta	29 Sept	23.1	3.85	4.81	2.37	3.30	3.35
<i>Blancas</i>							
Garnacha Blanca	22 Sept	22.0	3.03	7.43	0.64	4.37	3.65
Malvasía de Rioja	28 Sept	20.7	3.31	5.78	0.66	3.45	4.39
Maturana Blanca	3 Sept	22.7	3.09	7.57	1.34	4.44	2.64
Tempranillo Blanco	3 Sept	23.3	3.25	7.40	2.07	3.39	2.60
Turruntés	28 Sept	21.7	3.22	6.37	1.22	3.19	4.26
Viura	25 Sept	21.7	3.17	6.30	0.97	3.49	4.93

*Como g/L de ácido tartárico. Cada valor corresponde a los datos medios de los años 2009 y 2010.

portainjertos, como 110 Richter, 140-Ruggeri y 1103 Paulsen, se han reportado como bien adaptados a las condiciones térmicas y pueden alargar el ciclo vegetativo comparados con los portainjertos descendientes de Riparia⁷.

• Variedades minoritarias y autóctonas

La desaparición de un gran número de variedades de uva y la homogeneización de la industria vinícola ha causado una vulnerabilidad genética con respecto a la aclimatación al estrés abiótico y biótico. Las variedades minoritarias y autóctonas representan recursos genéticos que podrían asegurar mejores respuestas contra el calentamiento global, así como resistencia a enfermedades. En la DOCa Rioja, las variedades de uva tintas minoritarias más interesantes por presentar una alta acidez y bajo pH son Garnacha Roya, Alicante Bouschet, Trepát, Morate y Agawan, y las variedades blancas más interesantes son Maturana Blanca y la Garnacha Blanca (Tabla 1). Con base a esto, los enólogos deberían considerar estas oportunidades excepcionales para brindar una amplia gama de estilos de vino con una identidad distintiva para el mercado vinícola.

Sistema de conducción y orientación de las hileras

El sistema de conducción en vaso podría mitigar la sequía y el estrés térmico, ya que posee una vegetación más porosa, con mayor ventilación y microclima homogéneo que las espalderas verticales. En la vegetación libre, no hay impedimento para que las hojas sean movidas por la acción del viento, lo que cambia el ángulo de incidencia de la radiación solar, permitiendo que la vid se adapte al incremento de la temperatura mediante la paraheliotropía (Figura 2). Los sistemas de conducción determinan la altura de los racimos y de la vegetación sobre el suelo⁸. La elevación de la altura del tronco de 45 a 120 cm puede permitir un retraso promedio en la maduración de 8 días⁸. En las espalderas, la orientación de las filas podría jugar un papel clave para mitigar los efectos negativos de una excesiva radiación solar⁹. Estas estrategias deben ser decididas cuando se establece el viñedo y puedan ser clasificadas como estrategias vitícolas preventivas contra el cambio climático.

En el sistema de conducción en espaldera, la mejor orientación de las filas debería ser aquella que intercepta la menor radiación solar a media tarde. Las filas orientadas de este a oeste mantienen la menor interceptación lumínica por parte del follaje, mientras que la orientación de norte a sur presenta los mayores valores de radiación interceptada, con máximos en la mañana y en la tarde.



FIGURA 2. Izquierda: Vides con vegetación libre (vaso). Derecha: Comparación del sistema de espaldera vertical y cordón libre.

Recientemente, se ha concluido que las filas orientadas de norte a sur y de este a oeste generalmente presentan, en promedio, las más altas fotosíntesis¹⁰. En el Hemisferio Norte, en comparación con la orientación de las filas de noroeste a sudoeste, las filas orientadas de norte a sur son más sensibles al estrés térmico, ya que a media tarde la cara oeste de la espaldera recibe radiación solar directa, coincidiendo con las temperaturas más altas del día. Las filas de las nuevas plantaciones de viñedo deberían estar orientadas de manera diferente, de acuerdo a la pendiente y a las temperaturas existentes durante el período de maduración.

En conclusión, ante el calentamiento climático sería apropiado establecer viñedos a mayores altitudes, con variedades y clones de maduración tardía, portainjertos de ciclo largo y sistemas de conducción con vegetación libre. Los efectos de la orientación de las filas y de la pendiente, a pesar de ser interesantes, no parecen tan significativos como los citados anteriormente. Estas técnicas podrían ser combinadas o complementadas con técnicas de cultivo anuales, tales como la poda tardía, el recorte severo, el deshojado apical, el forzado de yemas, entre otras, para conseguir retrasos en la maduración que podrían llegar hasta los dos meses en algunos casos. ■

1 Alikadic, A., Pertot, I., Eccel, E., Dolci, C., Zarbo, C., Caffarra, A., De Filippi, R., Furlanello, C. (2019). The impact of climate change on grapevine phenology and the influence of altitude: A regional study. *Agricultural and Forest Meteorology*, 271, 73–82.

2 Gutiérrez-Gamboa, G., Zheng, W., & Martínez de Toda, F. (2021). Current viticultural techniques to mitigate the effects of global warming on grape and wine quality: A comprehensive review. *Food Research International*, 139, 109946.

3 Martínez de Toda, F., & Ramos, M. (2019). Variability in grape composition and phenology of 'Tempranillo' in zones located at different elevations and with differences in the climatic conditions. *Vitis*, 58(4), 131–139.

4 Gutiérrez-Gamboa, G., Pszczółkowski, P., Cañón, P., Taquichiri, M., Peñarrieta, J.M. (2021). UVB radiation as a factor that deserves further research in Bolivian viticulture: A review. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 40(2), 201–212.

5 Malheiro, A., Santos, J., Fraga, H., Pinto, J. (2010). Climate change scenarios applied to viticultural zoning in Europe. *Climate Research*, 43, 163–177.

6 Barclay Poling, E. (2008). Spring cold injury to winegrapes and protection strategies and methods. *HortScience*, 43(6), 1652–1662.

7 Corso, M., Bonghi, C. (2014). Grapevine rootstock effects on abiotic stress tolerance. *Plant Science Today*, 1, 108–113.

8 Santos, J.A., Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L.-T., Correia, C., et al. (2020). A review of the potential climate change impacts and adaptation options for European viticulture. *Applied Science*, 10, 3092.

9 Hunter, J.J., Volschenk, C.G., Booyse, M. (2017). Vineyard row orientation and grape ripeness level effects on vegetative and reproductive growth characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz/101-14 Mgt. *European Journal of Agronomy*, 84, 47–57.

10 Hunter, J.J., Tarricone, L., Volschenk, C., Giacalone, C., Melo, M.S., Zorer, R. (2020). Grapevine physiological response to row orientation-induced spatial radiation and microclimate changes. *OENO One*, 54(2), 411–433.