

Poda tardía como herramienta para reducir el riesgo de heladas primaverales en un viñedo de Rioja Alavesa (DO Ca Rioja)

Late pruning as a tool to reduce the risk of spring frosts in a vineyard in Rioja Alavesa (DO Ca Rioja)

Ana Aizpurua¹, Gonzalo Sáez de Samaniego², Roberto Pérez-Parmo¹

¹ NEIKER-BRTA. Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario-Basque Research and Tecnology Alliance. Calle Berreaga, 1. 48160 Derio (Bizkaia)

² Bodega OSTATU

*Corresponding author: aaizpurua@neiker.eus

Resumen. El aumento de temperatura causado por el cambio climático produce un adelanto en las fechas de brotación que afecta al viñedo, lo cual genera un mayor riesgo de daño por heladas primaverales. Por ello el objetivo de este trabajo era estudiar la incidencia que las podas tardías tienen sobre la fenología del cultivo, y también en la producción y calidad de la uva. Se ensayaron siete fechas de poda: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y justo en la brotación de las yemas basales (11 de abril), durante 2023-2024 en un viñedo de Rioja Alavesa en la DO Ca Rioja. La brotación se retrasó 23 días en la poda realizada en brotación con respecto a la poda de diciembre; en floración y envero el retraso fue de 10 días. Incluso la poda realizada en marzo presentó un retraso significativo en brotación y floración. En el seguimiento de maduración el grado alcohólico probable fue menor y la acidez total tartárica mayor en las fechas más tardías de poda. Las cepas podadas justo antes de la brotación (tratamiento abril) fueron las más productivas debido a un mayor número de racimos y a un mayor peso de racimo. Las cepas podadas más tarde produjeron un mosto con un menor grado probable y una mayor acidez total, con respecto al procedente de las cepas podadas más temprano.

Abstract. The increase in temperature caused by climate change produces an earlier budbreak date that affects the vineyard, which generates a greater risk of damage by spring frosts. Therefore, the aim of this work was to study the incidence of late pruning on the phenology of the crop, and also on grape yield and quality. Seven pruning dates were tested: November, December, January, February, March, April and just at budbreak of basal buds (11 April) during 2023-2024 in a vineyard of Rioja Alavesa in the DO Ca Rioja. Budbreak was delayed by 23 days in the pruning carried out in budbreak compared to the December pruning, and in flowering and veraison the delay was 10 days. Even the pruning carried out in March showed a significant delay in budbreak and flowering. In the ripening monitoring, the probable alcoholic degree was lower and the total tartaric acidity higher on the later pruning dates. The vines pruned just before bud break (April treatment) were the most productive due to a higher number of clusters and higher cluster weight. The vines pruned later produced a must with a lower probable degree and higher total acidity than that of the vines pruned earlier.

1. Introducción

El aumento de temperatura causado por el cambio climático produce un adelanto en la fecha de brotación que afecta al viñedo. Así, en un estudio realizado en la DO Ca Rioja [1], las distintas proyecciones climáticas para el año 2050, ya indican un incremento de las temperaturas que

causarían un adelanto de 5, 8 y 12 días para los estados fenológicos de flores separadas, envero y madurez respectivamente para la trayectoria de emisiones RCP4.5, y de 8, 12 y 15 días para la trayectoria de emisiones RCP8.5. El estudio destaca que las diferencias existentes actualmente entre las zonas más frías y cálidas de la DO se

verán acentuadas. Esto conllevaría un cambio en la composición de la uva que alcanzaría antes el grado requerido para la vendimia y traería como consecuencia un desacoplamiento entre antocianos y azúcares con una menor acidez causada por el incremento de las temperaturas.

Este es un fenómeno que ya se viene observando, con adelantos en la brotación de aproximadamente 15 días en 2003 si los comparamos con 1965 en Alsacia [2]. Este desborre más temprano genera un mayor riesgo de que las heladas primaverales afecten a las cepas.

Una poda más tardía puede constituir una herramienta para retrasar la brotación y por tanto evitar las heladas primaverales manteniendo la viña en reposo durante más tiempo [3]. El retraso en el desarrollo de las yemas basales estaría asociado a una inhibición correlativa, causada por una supresión del crecimiento de las yemas basales que ocurre cuando en el sarmiento brotan las yemas apicales [4]. Además, cabe destacar que, si este retraso en la brotación se consiguiera mantener durante el ciclo de la viña hasta la vendimia, se podría contrarrestar el adelanto del ciclo debido al aumento de la temperatura. Este adelanto tiene su origen en una acumulación de azúcares más acelerada, que genera una pérdida de acidez en los mostos y otras consecuencias cualitativas en la uva como la pérdida de color [5]. En este sentido, como se resalta en el metaanálisis realizado por [6], podas tardías reducen el contenido de azúcar de la uva en vendimia.

Pero hay que tener en cuenta la incidencia que una poda tardía puede tener sobre la producción y el crecimiento vegetativo de la viña para poder aportar todos los datos a los viticultores que quieran seguir esta estrategia en las parcelas más vulnerables a las heladas.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la incidencia que las podas tardías tienen sobre la fenología del cultivo, sobre todo para evaluar si se retrasan las fases iniciales del cultivo de cara a evitar el riesgo de heladas. Además, se pretende estudiar la incidencia de las fechas de poda sobre la producción y calidad de la uva.

2. Materiales y métodos

Se realizó un ensayo en Samaniego (Álava/Araba) en un viñedo de la DO Ca Rioja en la comarca de Rioja Alavesa, en una finca de la bodega Ostatu cuyas cepas son de la variedad Tempranillo injertadas sobre Richter 110, y se plantaron en 2022. La producción de dicha finca está certificada bajo el sello de producción ecológica. Se probaron siete fechas de poda distintas: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y abril justo en brotación. Este último tratamiento tenía las yemas basales entre los estados E-L 3 (yema de algodón) y E-L 4 (punta verde) y las apicales entre los estados fenológicos E-L 7 (primera hoja separada del ápice caulinar) y E-L 9 (2-3 hojas separadas) como se aprecia en la Figura 1. Para determinar el estado fenológico, se utilizó la escala de [7] que modificaba la creada por [8]. Se intentó podar la primera semana del mes o justo al final del mes anterior. Así las fechas concretas de poda fueron: 7 de noviembre,

y 1 de diciembre de 2023, 3 de enero, 1 de febrero, 29 de febrero, 25 de marzo y 11 de abril de 2024.



Figura 1 Estado en el que se encontraban las cepas en el momento de la poda de abril brotación que se realizó el 11 de abril de 2024.

En la Figura 2 se observa el estado fenológico de cada tratamiento el 17 de abril de 2024.

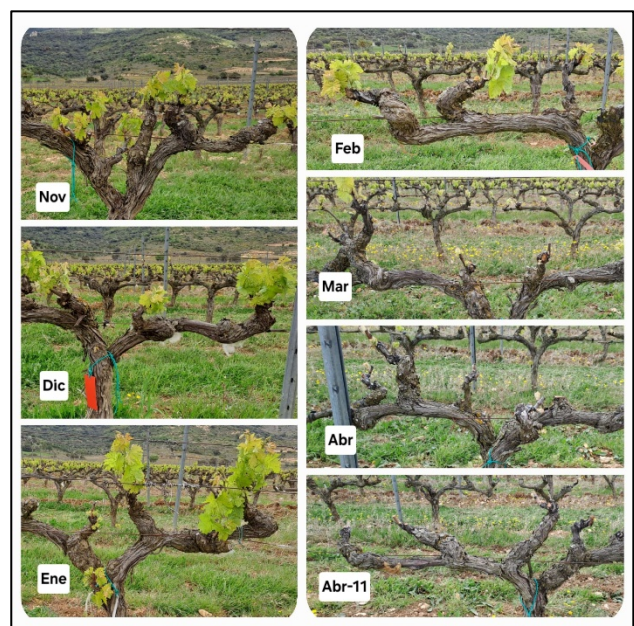


Figura 2 Estado fenológico de cada tratamiento el 17 de abril de 2024 en el ensayo de poda realizado en Samaniego.

Se diseñó un ensayo en bloques al azar con cuatro repeticiones y en cada parcela elemental había 10 cepas. Posteriormente se determinaron los siguientes estados fenológicos en la campaña 2024: brotación, floración y envero. Para ello se controlaron 3 cepas de cada parcela elemental y se observó el estado fenológico de la yema superior de todos los pulgares de cada cepa, cuyo sistema de formación es en espaldera con poda en cordón Royat doble, habitualmente con 6 pulgares a 2 yemas. Se consideraba envero cuándo más del 50% de las uvas estaba en ese estado. Posteriormente se realizaron seguimientos de maduración analizando grado alcohólico probable, y acidez total tartárica. Para ello se tomaron 72 bayas/muestra de las 3 cepas control de cada parcela elemental.

En el momento de la vendimia se midió producción y número de racimos de todas las cepas de cada parcela elemental. Además, se procesó toda la producción de cada parcela elemental (despalillado y estrujado de racimos), tomando muestras para analizar grado alcohólico probable, acidez total tartárica, y nitrógeno fácilmente asimilable del mosto en todos los tratamientos. También se midió el peso de la poda y el número de sarmientos en todos los tratamientos.

Se realizaron análisis de varianza para evaluar las diferencias entre tratamientos y el test de separación de medias de Duncan para comprobar diferencias entre medias.

3. Resultados y discusión

La brotación se retrasó 23 días en la poda realizada en la brotación, 15 en la realizada en el mes de abril y 10 en la que se produjo en el mes de marzo, con respecto a la poda realizada en el mes de diciembre que brotó el 27 de marzo (Tabla 1). Esto supone un retraso significativo teniendo en cuenta que en los años anteriores se produjeron heladas ligeras en el mes de abril (datos no mostrados) en una parcela cercana. Por ejemplo, en el año 2022 y 2023 el día 5 de abril se alcanzaron -3,8 y -3,5 grados respectivamente. Estas temperaturas ya causarían daños en la brotación al 50% de los tejidos y posteriormente hasta el estado de 4 hojas desarrolladas, según lo hallado por [9] para la variedad Pinot Noir. Durante 2024 se produjo una ligera helada de -0,2 el día 19 de abril. Es interesante el retraso significativo de la brotación registrado para la poda de marzo que no coincide con lo hallado por otros autores como [10], que no hallaron diferencias con los tratamientos podados en invierno. Los resultados de este trabajo coinciden relativamente con lo obtenido por [11] en Valencia (España), donde la brotación se retrasó 15-20 días en la poda realizada cuando al igual que en nuestro caso las yemas basales estaban en estado de yema algodonosa (E-L 3) con respecto a la realizada en invierno para las variedades Tempranillo y Bobal. También [12] registraron retrasos entre 8 y 15 días en función de la campaña al realizar la poda en brotación en un ensayo realizado en Australia con la variedad Shiraz.

En cuanto a la floración, el retraso se mantuvo y en la poda de brotación se retrasó 10 días, 6 días en la poda de

abril y 4 días en la poda de marzo (Tabla 1). Esto coincide con lo hallado por [11] que también registraron retrasos de 10 días de la floración para la poda realizada en brotación. Sin embargo, las diferencias fueron menores en el estudio de [12], donde los retrasos en floración fueron de 2-4 días en la poda de brotación.

En envero las diferencias se acortaron, y las diferencias para la poda del mes de marzo ya no son tan evidentes. Sin embargo, para las podas más tardías (abril y abril brotado) el retraso fue todavía de 5 y 10 días respectivamente (Tabla 1). También en el trabajo realizado en Valencia [11] el envero se produjo 10 días más tarde en la poda realizada en brotación con respecto a la realizada en invierno. En el caso del estudio realizado en Australia [12] la diferencia en el envero fue algo menor, de 4-7 días para la poda realizada en brotación.

Tabla 1 Días de desfase de las fechas de brotación, floración y envero respecto al tratamiento más temprano (diciembre en los tres estados fenológicos: brotación el 27/03/2024, floración el 12/06/2024 y 50% envero el 12/08/2024), en el ensayo de fechas de poda realizado en Samaniego. Medias con distinta letra representan diferencias significativas según el test de separación de medias Duncan.

Fecha poda	Brotación	Floración	Envero
Noviembre	5 d	2 d	2 cd
Diciembre	0 e	1 e	0 d
Enero	2 e	1 e	2 cd
Febrero	8 c	2 d	1 cd
Marzo	10 c	4 c	3 bc
Abril	15 b	6 b	5 b
Abril brotación	23 a	10 a	10 a

Posteriormente en el seguimiento de maduración el grado alcohólico probable fue menor y la acidez total tartárica fue mayor en las fechas más tardías de poda (Figura 3). En el caso del grado alcohólico probable el tratamiento podado en marzo tenía un menor contenido que la poda de invierno inicialmente, pero finalmente ambos tratamientos se igualan. Sin embargo, los tratamientos podados en abril se mantienen con un menor grado hasta el último muestreo con respecto a la poda de diciembre. En el caso de la acidez total, las diferencias entre tratamientos se van reduciendo a medida que avanza el muestreo, pero incluso en el último muestreo se mantiene la diferencia entre los tratamientos de abril con una mayor acidez con respecto a los de diciembre y marzo. En el estudio llevado a cabo por [12] solo uno de los tres años de estudio se observó una mayor concentración de sólidos solubles en el tratamiento en que la poda se realizó en brotación con respecto a la poda de invierno. En el estudio realizado por [11] la variedad Tempranillo presentaba menor concentración de azúcares durante el seguimiento de maduración y una mayor acidez en el tratamiento de poda en la brotación.

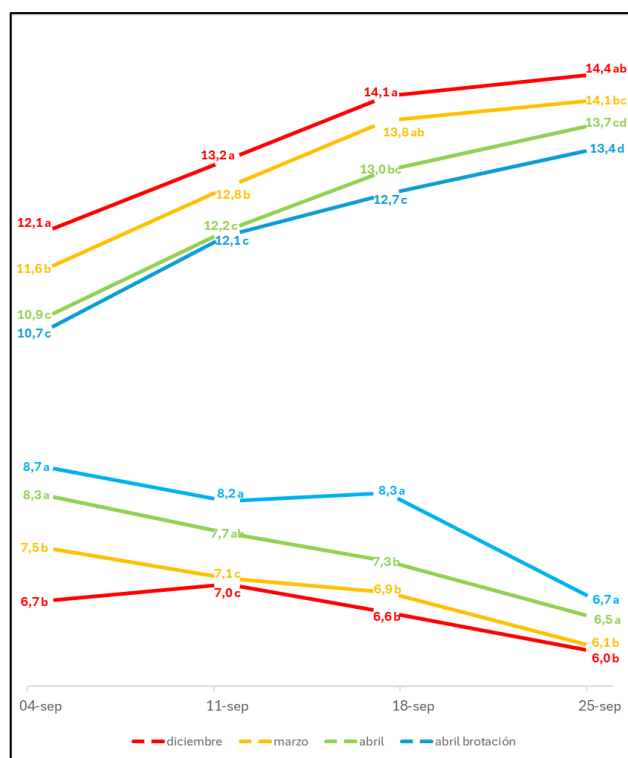


Figura 3 Evolución del grado probable (%vol, arriba) y la acidez total tartárica (g/L, abajo) durante el periodo de maduración, en las fechas de poda diciembre, marzo, abril y abril brotación en el ensayo de fechas de poda realizado en Samaniego. Medias con distinta letra representan diferencias significativas según el test de separación de medias Duncan.

En cuanto a la producción, las cepas podadas en marzo y abril produjeron más (1.64 y 2.09 respectivamente) con respecto a las podadas en invierno, sobre todo respecto a la poda más temprana realizada en noviembre. Aquellas viñas que se podaron en brotación produjeron significativamente menos que las podadas en abril y marzo debido a un menor número de racimos y un menor peso de racimo (Tabla 2), pero no se diferenciaron de aquellas podadas tempranamente. Esto último no coincide con lo hallado por [11] que registraron una caída de rendimiento en la poda realizada en el momento de la brotación en la variedad Bobal, y en el caso de la variedad Tempranillo solo en el caso del sumatorio de las 3 campañas de ensayo, sobre todo debido a un menor peso del racimo en relación a podas más tempranas. También en el trabajo de [13] se observó una menor producción en el tratamiento que se podó después de la brotación. Sin embargo, Bustos [14] no detectaron diferencias productivas en el tratamiento de poda realizado en brotación, lo cual coincide con lo obtenido en este trabajo. De acuerdo con el trabajo realizado por [15] con viñas en contenedor, se observaba una relación lineal negativa entre el área foliar total retirada con la poda y el rendimiento, sugiriéndose que no se debería retirar más del 10% del área final si se querían evitar pérdidas productivas importantes. Así, en su estudio, la poda realizada en invierno produjo más que la realizada en brotación cuando las yemas apicales tenían 2 hojas, y esta a su vez produjo más que aquella en que las yemas apicales tenían 7 hojas. Cabe destacar que el tratamiento de abril fue el más productivo también en años anteriores (datos no mostrados), y aunque había oscilaciones anuales en cuanto al número de racimos/planta, todos los años el peso del racimo era mayor en el tratamiento de abril. [16] obtuvieron un mayor rendimiento en la poda que se realizó justo antes de la brotación, pero en el caso de la poda en brotación uno de los años el rendimiento fue algo menor.

Aducen este descenso productivo a un desvío demasiado grande de reservas en forma de carbohidratos al crecimiento inicial de los brotes que es retirado con la poda, causando un descenso de carbohidratos durante la floración. No encontraron diferencias consistentes los 3 años de ensayo en cuanto al número de racimos/viña, pero si observaron un mayor peso medio del racimo en la poda realizada justo antes de la brotación. Además, la proporción de granos de uva con semilla era mayor en estos tratamientos de poda tardía. Esto coincide con los resultados de este trabajo en el caso de la poda de abril, pero no para la poda realizada en brotación que obtuvo una menor producción y un menor peso medio del racimo (Tabla 2). En nuestro caso no se realizó esta medida relativa a la presencia de semillas en las uvas del racimo, pero puede que la causa que aducen ellos para estas diferencias en el racimo sea la misma que hace que el peso del racimo sea siempre mayor también en nuestro caso. Según [16], unas temperaturas más cálidas en el periodo de cuajado podrían haber favorecido una mejor fertilización de las flores y causado el desarrollo de semillas. En nuestro caso, aunque hay oscilaciones diarias, las temperaturas tienden a ascender a partir de la floración (Figura 4). Por eso una floración aproximadamente una semana más tarde que la que se registró en los tratamientos de poda temprana (12 de junio) provocaría que el cuajado se produjera en un periodo más cálido.

Tabla 2 Número de racimos, peso medio del racimo y producción/cepa en el ensayo de fechas de poda realizado en Samaniego. Medias con distinta letra representan diferencias significativas según el test de separación de medias Duncan.

Fecha poda	Número de racimos	Peso racimo (g)	Producción (kg)
Noviembre	6.8 b	128 c	0.82 d
Diciembre	8.2 ab	151 bc	1.25 bcd
Enero	7.4 ab	220 ab	1.46 bc
Febrero	6.9 ab	162 abc	1.18 bcd
Marzo	7.8 ab	209 ab	1.64 b
Abril	8.8 a	229 a	2.09 a
Abril brotación	6.5 b	171 abc	1.14 cd

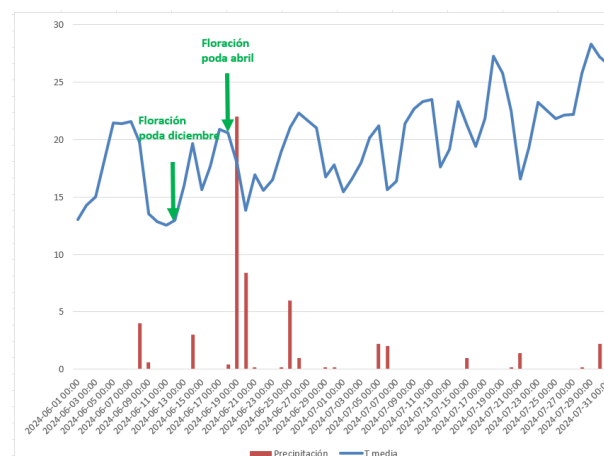


Figura 4 Evolución de la temperatura media y la precipitación en Samaniego y fechas de floración de los tratamientos podados en diciembre y podados en abril.

Tabla 3 Grado probable, acidez total tartárica, y nitrógeno fácilmente asimilable (NFA) en vendimia, en el ensayo de fechas de poda realizado en Samaniego. Medias con distinta letra representan diferencias significativas según el test de separación de medias Duncan.

Fecha poda	Grado probable (% vol)	Acidez total tartárica (g/L)	NFA (mg/L)
Noviembre	15.3 a	5.1 c	114
Diciembre	14.8 b	5.5 bc	156
Enero	14.5 bc	6.3 bc	159
Febrero	14.7 b	5.2 bc	156
Marzo	14.1 c	5.9 ab	171
Abril	14.1 c	6.4 a	144
Abril brotación	13.5 d	6.6 a	142

El mosto de las cepas podadas más tarde tenía un menor grado probable (alrededor de un grado menos) y una mayor acidez total, que el procedente de las cepas podadas más temprano. Estas diferencias se comprobaron incluso en la poda realizada en marzo. En el trabajo realizado por [12] un año de tres se da un menor grado y mayor acidez en la poda realizada en brotación y en el estudio de [17] por el contrario no hay diferencias en grado y acidez en vendimia debidas a la realización tardía de la poda.

Tabla 4 Número de sarmientos, peso medio del sarmiento y peso de poda en el ensayo de fechas de poda realizado en Samaniego. Medias con distinta letra representan diferencias significativas según el test de separación de medias Duncan.

Fecha poda	Nº sarmientos	Peso sarmiento (g)	Peso poda (kg)
Noviembre	10.7 ab	46	0.49 a
Diciembre	11.4 a	45	0.49 a
Enero	10.6 ab	45	0.47 ab
Febrero	10.1 bc	47	0.45 ab
Marzo	10.3 ab	41	0.41 ab
Abril	9.80 bc	46	0.46 ab
Abril brotación	9.20 c	41	0.38 b

El peso de madera de poda fue máximo para los tratamientos de poda más temprana de noviembre y diciembre (0.49 kg) y mínimo para el tratamiento de poda en brotación (0.38 kg). También el número de sarmientos fue menor en el tratamiento podado en brotación. No se registraron diferencias en cuanto al peso de los sarmientos (Tabla 4). El peso de la madera de poda fue mayor en el tratamiento podado en brotación en 2 de 3 años en la variedad Bobal, pero la tendencia fue inversa con un mayor peso en la poda de invierno en uno de dos años en la variedad Tempranillo en el ensayo realizado por [11]. En un trabajo realizado en Italia [17] se probaron 6 fechas

de poda distintas, dos de las cuales correspondían a momentos cercanos a la brotación y no se observaron diferencias en cuanto al peso de poda entre los tratamientos. Tampoco en el trabajo llevado a cabo por [17] al probar diversas fechas de poda, algunas después de brotación con 4 variedades de uva de mesa. Sin embargo, [18] si observaron una bajada en el peso de poda de los tratamientos que se podaron después de la brotación. Ellos citan a [19] que aseguraba que las viñas utilizan los carbohidratos almacenados por la planta para desarrollar la biomasa hasta la floración. Por ello deducen que estas reservas habrían sido en parte consumidas por los brotes apicales que ya estaban en desarrollo en el momento de la poda. Las podas tardías eliminan esos brotes y posteriormente la viña tendría insuficientes reservas para desarrollar plenamente la biomasa.

4. Conclusiones

Podas tardías, cercanas a la brotación (inicio de abril), retrasan el desborre unos 15 días, la floración y el envero 6 y 5 días respectivamente, y estas diferencias se mantienen durante la maduración hasta vendimia en que se observa una reducción del grado probable y un aumento de la acidez. Podas más tardías, en el momento del desborre, retrasan aún más la brotación (alrededor de 3 semanas) y por tanto permiten ampliar el periodo en el que la planta puede hacer frente a las heladas, pero se reduce la producción de manera significativa. Cabe destacar que la poda de principios de marzo también consiguió un retraso de la brotación de 10 días. Por ello se aconseja realizar podas a partir de marzo hasta justo antes de la brotación en aquellas zonas en que se prevea un riesgo alto de heladas primaverales.

5. Referencias bibliográficas

1. M.C.Ramos, F. Martínez de Toda. Variability in the potential effects of climate change on phenology and on grape composition of Tempranillo in three zones of the Rioja DOCa (Spain). *European Journal of Agronomy*. **115** (2020).
2. E. Duchêne, C. Schneider. Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace. *Agronomy for Sustainable Development*, **25** (1), pp.93-99. (2005).
3. M.A. Moran, V.O. Sadras, P.R. Petrie. Late pruning and carry-over effects on phenology, yield components and berry traits in Shiraz. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. **23**: 390-398. (2017).
4. G.S. Howell, J.A. Wolpert. Nodes per cane, primary bud phenology, and spring freeze damage to Concord grapevines: A preliminary note. *American Journal of Enology and Viticulture* **29**: 229-232 (1978).
5. U. Leibar, I. Pascual, F. Morales, A. Aizpurua, O. Unamunzaga. Grape yield and quality responses to

- simulated year 2100 expected climatic conditions under different soil textures. *J Sci Food Agric* **97** (8) (2016).
6. P. Previtali, F. Giorgini, R.S. Muller, N.K. Dookozlian, K.L. Wilkinson, C.M. Ford. A systematic review and meta-analysis of vineyard techniques used to delay ripening. *Horticultural Research*. **9** (2022)
7. B. G. Coombe. Growth stages of the grapevine. *Aust. J. Grape and Wine Res.* **1**:100-110. (1995).
8. D.H. Lorenz, K.W. Eichhorn, H. Bleiholder, R. Klose, U. Meier and E.Weber. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*)—Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **1**: 100-110. (1995).
9. D. Sugar, R. Gold, P. Lombard, A. Gardea. Strategies for Frost protection. In *Oregon Viticulture*. Hellman EW (ed). pp 213-217. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon.(2003).
10. R.L. Wample. A comparison of short and long-term effects of mid-winter pruning on cold hardiness of Cabernet Sauvignon and Chardonnay buds. *American Journal of Enology and Viticulture*.**45** (4): 389-392. (1994).
11. I. Buesa, A. Yeves, F. Sanz, C. Chirivella, D.S. Intrigliolo. Effect of delaying Winter pruning of Bobal and Tempranillo grapevines on vine performance, grape and wine composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. **27**: 94-105. (2021).
12. M. Moran, P. Petrie, V. Sadras. Late pruning and elevated temperature impact on phenology, yield components and berry traits in Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture*. **26**. (2018).
13. I. Ghiglieno, L. Facciano, L. Valenti, F. Amari, G. Cola. Evaluation of the impact of vine pruning periods on grape production and composition: an integrated approach considering different years and cultivars. *Oeno One*. **59** (2025).
14. M. B. Bustos Morgani, J.E. Perez Peña, M. Fanzone, J.A. Prieto. Pruning after budburst delays phenology and affects yield components, crop coefficient and total evapotranspiration in *Vitis vinifera* L. Cv. "Malbec" in Mendoza, Argentina. *Scientia Horticulturae*. **296** (2022).
15. M. Gatti, F.J. Pirez, G. Chiari, S. Tombesi, A. Palliotti, M.C. Merli, S. Poni. Phenology, canopy aging and seasonal carbon balance as related to delayed Winter pruning of *Vitis vinifera* L. cv. Sangiovese grapevines. *Frontiers in Plant Science*. **7**: 659 (2016).
16. A.P Friend, M.D.T Trought. Delayed winter spur-pruning in New Zealand can alter yield components of Merlot grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. **13**:157-164. (2007).
17. G. Ferrara, A. Magarelli, M. Palasciano, A. Coletta, P. Crupi, A. Tarantino, A. Mazzeo. Effects of different Winter pruning times on table grape vines performance and starch reserves to face climate changes. *Scientia Horticulturae*. **305** (2022).
18. P.R. Petrie, S.J. Brooke, M.A. Moran, V.O. Sadras. Pruning after budburst to delay and spread grape maturity. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. **23**:378-389 (2017).
19. W. Koblet. Wanderung von assimilaten in rebsorten und einfluss der blattfläche auf ertrag und qualität der trauben. *Die Wein-Wissenschaft* **24**: 277–319 (1969).

6. Agradecimientos

Este trabajo es fruto de la colaboración entre NEIKER y la bodega OSTATU en el marco de los proyectos VITISAD de la convocatoria POCTEFA (<https://www.vitisad.eu/>) y AN-GEL SUDOE de la convocatoria INTERREG SUDOE (<https://interreg-sudoe.eu/proyecto-interreg/an-gel-sudoe/>). También está financiado por el Departamento de Agricultura, Pesca e Industria Alimentaria del Gobierno Vasco.