UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRARIA

NUEVAS PRÁCTICAS EN LA REDUCCIÓN DEL RIESGO EN EXPLOTACIONES VITÍCOLAS: VIABILIDAD ECONÓMICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Autor: **Mauro Manuel Castillo Pereira**

Tutor: **Pilar Baeza Trujillo**

Octubre de 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. SITUACIÓN DEL CULTIVO Y ESTUDIO DE LOS RIESGOS ASOCIADOS 1

1.1. Sector vitícola en España 1

1.1.1. Superficie y rendimiento 1

1.1.2. Secano y regadío 3

1.1.3. Sistemas de conducción 5

1.2. Ciclo de la vid 6

1.3. El riesgo en la agricultura 8

1.3.1. Tipos y naturaleza de riesgos agrarios 10

1.3.2. Riesgos asegurables 11

1.3.3. Seguro agrario 12

1.3.4. Seguros de daños y rendimientos 12

1.3.5. Seguros indexados 13

1.3.6. Seguros de ingresos y rentas en agricultura 14

1.3.7. Seguros catastróficos 15

1.4. Siniestralidad nacional de asegurados 16

1.5. Riesgos climáticos 19

1.5.1. Sequía 19

1.5.2. Heladas 24

1.5.3. Granizo 25

1.5.4. Olas de calor 26

1.6. Riesgos por plagas 27

1.6.1. Conejos 27

1.6.2. Mosquito verde 28

1.6.3. Aves 28

1.7. Riesgos económicos 28

1.7.1. Mercado de futuros 29

1.7.2. Estrategia de Sobreprotección 30
1.7.3. Estrategia de Protección Total 30
1.7.4. Estrategia de Subprotección 30
1.7.5. Contratos a plazo 30
2. METODOLOGÍA 32
2.1. Cálculo de costes 32
2.2. Viabilidad económica 34
2.3. Análisis de costes marginales 35
3. ESTUDIO DE COSTES PARA REDUCIR EL RIESGO EN CADA SITUACIÓN 35
3.1. Coste de subir la planta de vaso a espaldera 35
3.2. Coste de cambio de variedad con técnica de sobreinjerto. 41
3.3. Coste de retrasar la brotación: prepoda, poda mínima y no-poda 43
3.3.1. Prepoda y poda tardía 43
3.3.2. Poda mínima 45
3.4. Coste de empleo de poda larga 46
3.5. Coste de mallas antigranizo 48
3.6. Coste de realizar una infraestructura de regadío con riego por goteo 50
3.6.1. Coste abastecimiento desde cuenca hidrográfica 57
3.6.2. Coste de la infraestructura del regadío por goteo 59
3.7. Coste de contratar un seguro para viñedo 66
4. DISCUSIÓN 72
4.1. Viabilidad económica de paso de vaso a espaldera 73
4.2. Viabilidad económica de paso de cambio de variedad por sobreinjerto 76
4.3. Viabilidad económica de instalación de malla antigranizo y antipájaros 79
4.4. Viabilidad económica de instalación de regadío 82
4.5. Análisis de costes marginales 84
4.5.1. Comparación vaso-espaldera 84
4.5.2. Comparación con sobreinjerto 86
4.5.3. Comparación de técnicas de poda respecto a poda convencional 87
4.5.4. Comparación entre poda corta (Royat) y poda larga (Guyot) 89

4.5.5. Comparación de costes marginales para instalación de malla antigranizo y antipájaros..... 90

4.6. Observaciones 91

5. CONCLUSIONES..... 92

6. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 93

7. BIBLIOGRAFÍA..... 94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie de viñedo plantada (ha) a 2022 por Comunidad Autónoma en escala logarítmica para facilitar representación. 1

Figura 2. Porcentaje de superficie total por CCAA..... 2

Figura 3. Evolución de la superficie plantada de viñedo desde 2012 hasta 2022 (ha)..... 2

Figura 4. Evolución de los rendimientos en viñedo desde 1970 hasta 2021 (kg/ha). 3

Figura 5. Importancia de la superficie en espaldera respecto al total del viñedo, por comunidades autónomas (% superficie cultivada). 6

Figura 6. Evolución de la superficie de viñedo en espaldera con respecto a otros sistemas de conducción (ha)..... 6

Figura 7. Representación del ciclo vegetativo y fructífero de la vid. 7

Figura 8. El ciclo de la gestión del riesgo..... 10

Figura 9. Evolución desde 2017 hasta 2022 de las indemnizaciones totales (M€) a nivel estatal en el sector vitícola. 18

Figura 10. Indemnizaciones (M€) por regiones en seguro agrario para uva de vinificación año 2022. 19

Figura 11. Climogramas de distintas zonas climáticas de España. 21

Figura 12. Cambio en la temperatura global observada y predicciones de varios modelos de temperatura hasta 2100. 22

Figura 13. Modelo esquemático de la respuesta fotosintética de la vid a la sequía, usando la conducción estomática (g_s) como parámetro de referencia. Se distinguen tres regiones principales, y se indica para cada región la regulación de los distintos parámetros fotosintéticos: asimilación de CO_2 (An), fotosíntesis a tasa de saturación de CO_2, (Asat), tasa de transporte de electrones a saturación lumínica (ETR), eficiencia carboxílica (ε), concentración subestomática de CO_2 (Ci), fotorrespiración (P_R). 23

Figura 14. Mapa de España NUTS 2. 34

Figura 15. Medidas de la espaldera. 37
Figura 16. Esquema de espaldera para viabilidad económica. 38
Figura 17. Poste extremo de referencia “P200” de acero galvanizado. 38
Figura 18. Poste intermedio de referencia “P400” de acero galvanizado. 39
Figura 19. Modelo de tensor de carraca de referencia. 40
Figura 20. Modelo de anclaje helicoidal de referencia. 40
Figura 21. Injerto de uva 42
Figura 22. Podadora SMPH en funcionamiento 45
Figura 23. Ejemplo de poda corta / Royat (izq) vs poda larga / Guyot (dcha). 46
Figura 24. Diagrama de los pasos recomendados para realizar la poda larga o Guyot. . 47
Figura 25. Malla antigranizo instalada en explotación vitivinícola. 48
Figura 26. Ejemplo riego por goteo en explotación vitícola. 52
Figura 27. Mapa de necesidades de regadío para viticultura en España 56
Figura 28. Mapa de costes de abastecimiento de agua para regadío por CCAA. 59
Figura 29. Esquema de la distribución de las líneas portagoteros en una parcela de 10 ha. 64
Figura 30. Fechas de contratación seguro año 2022-2023. 68
Figura 31. Gráfico comparativo de costes de las estrategias planteadas. 72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la superficie de viñedo por sistema de cultiv. 4
Tabla 2. Distribución del tipo de riego por Comunidad Autónoma. 5
Tabla 3. Sistemas de conducción de la vid en función de elementos de sujeción. 36
Tabla 4. Sistemas de conducción de la vid en función de la forma de la cubierta. 36
Tabla 5. Presupuesto de instalación de espaldera para una explotación vitícola estándar de 10 ha. 41
Tabla 6. Coste de las operaciones de instalación de espaldera en explotación vitícola estándar de 10 ha. 41

Tabla 7. Resultados obtenidos tras la realización de poda tardía 44

Tabla 8. Cálculo del coste de la operación de poda larga..... 47

Tabla 9. Cálculo de coste de material de la malla antigranizo y antipájaros..... 50

Tabla 10. Coste de las operaciones de instalación de la malla. 50

Tabla 11. Resultados obtenidos del cálculo de necesidades de riego para viticultura ... 54

Tabla 12. Pagos por el consumo de agua de riego por origen en las cuencas intercomunitarias ajustado a IPC. 57

Tabla 13. Costes de abastecimiento del consumo de agua para regadío según necesidades hídricas calculadas por Comunidad Autónoma. 58

Tabla 14. Valor de eficiencia de la aplicación del riego (EA) según textura de suelo y clima. 60

Tabla 15. Cálculo de las necesidades totales de regadío para cada comunidad autónoma. 61

Tabla 16. Cálculo del tiempo diario de riego para cada Comunidad Autónoma..... 63

Tabla 17. Resumen de costes de elementos de riego para explotación de 10 ha..... 65

Tabla 18. Coste de operaciones para instalar regadío en parcela 10 ha. 65

Tabla 19. Seguro base y garantías adicionales contratables del seguro de otoño para el año 2022. 67

Tabla 20. Características del seguro de primavera contratable para el año 2022..... 67

Tabla 21. Características del Módulo 1 (Seguro base) en el seguro para uva de vinificación 2022. 68

Tabla 22. Características del Módulo 2A (Seguro base + garantía adicional 1) en el seguro para uva de vinificación 2022..... 69

Tabla 23. Características del Módulo 2A (Seguro base + garantías adicionales 1, 2 y 4) en el seguro para uva de vinificación 2022. 69

Tabla 24. Características del Módulo 3 (Seguro base + garantías adicionales 1, 2, 3 y 4) en el seguro para uva de vinificación 2022. 70

Tabla 25. Características del Módulo P (Seguro de primavera) en el seguro para uva de vinificación 2022. 70

Tabla 26. Cálculo del capital asegurado para estimar coste del seguro. 71

Tabla 27. Desglose del cálculo del coste del seguro 71

Tabla 28. Caracterización según el tipo de coste de las estrategias planteadas..... 73

Tabla 29. Cálculo de ingresos ordinarios introduciendo un factor de aumento del rendimiento del 50% (1,5) por espaldera..... 73

Tabla 30. Costes ordinarios calculados para explotación planteada de 10 ha con implantación de espaldera. 74

Tabla 31. Cuadro de flujos de caja de la implementación de la estrategia de cambio de sistema de conducción de vaso a espaldera. 75

Tabla 32. Indicadores de la rentabilidad de la implementación de la estrategia de cambio de vaso a espaldera. 76

Tabla 33. Cálculo de ingresos ordinarios previstos para implantación de sobre-injerto. 77

Tabla 34. Costes ordinarios calculados para explotación planteada de 10 ha para implantación sobreinjerto. 77

Tabla 35. Cuadro de flujos de caja para estrategia de cambio de variedad por sobreinjerto. 78

Tabla 36. Indicadores financieros calculados para cambio de variedad..... 79

Tabla 37. Ingresos ordinarios estimados con la implementación de la estrategia de malla antigranizo y antipájaros..... 79

Tabla 38. Costes ordinarios calculados para explotación planteada de 10 ha para estrategia de malla antigranizo y antipájaros. 80

Tabla 39. Cuadro de flujos de caja para instalación de malla antigranizo. 81

Tabla 40. Indicadores financieros para la instalación de malla antigranizo. 82

Tabla 41. Cálculo de ingresos ordinarios teniendo en cuenta aumento de rendimiento por regadío para la explotación planteada. 82

Tabla 42. Costes ordinarios calculados para explotación planteada de 10 ha para estrategia de instalación de regadío. 82

Tabla 43. Cuadro de flujos de caja para estrategia de instalación de infraestructura de regadío para la explotación planteada. 83

Tabla 44. Indicadores financieros estimados para estrategia de instalación de regadío. 84

Tabla 45. Costes marginales de producción en sistema de conducción en vaso. 84

Tabla 46. Costes marginales de producción en sistema de conducción en espaldera. ... 85

Tabla 47. Tabla comparativa de sistemas de conducción con costes marginales..... 85

Tabla 48. Costes marginales estimados para sistema de conducción en espaldera y regadío. 86

Tabla 49. Tabla comparativa de vaso x secano respecto a espaldera x regadío con costes marginales..... 86

Tabla 50. Tabla comparativa de costes marginales en cuanto a la realización de sobreinjerto. 87

Tabla 51. Costes marginales para explotación planteada con poda convencional. 87

Tabla 52. Costes marginales para explotación planteada con poda mínima. 88

Tabla 53. Costes marginales para explotación planteada con no poda. 88

Tabla 54. Tabla comparativa de costes marginales en cuanto al tipo de poda llevado a cabo..... 88

Tabla 55. Costes marginales para explotación planteada con poda corta o Royat. 89

Tabla 56. Costes marginales para explotación planteada con poda larga o Guyot. 89

Tabla 57. Tabla comparativa de costes marginales entre la poda corta (Royat) y la poda larga (Guyot)..... 90

Tabla 58. Costes marginales para explotación planteada con instalación de malla antipájaros y antigranizo..... 90

Tabla 59. Ingresos estimados para explotación planteada afectada por daños por granizo. 91

Tabla 60. Tabla comparativa de costes marginales entre la instalación o no de una malla antigranizo. 91

Resumen

La práctica de la viticultura se ve afectada por factores bióticos y abióticos que pueden suponer un riesgo en el cultivo. En este contexto, la cuantía de indemnizaciones se ha visto aumentadas hasta alcanzar máximos históricos en el sistema de seguros agrarios español desde su implantación. En este trabajo se ha evaluado la situación del sector vitícola en España para determinar cómo la implantación de estrategias o prácticas culturales en viticultura pueden ayudar a mitigar esta serie de riesgos planteados en el contexto del cambio climático. Para ello se ha hecho el estudio de costes de implantar en una explotación de características modales cada una de estas estrategias. A partir de datos obtenidos por informes sectoriales, bibliografía técnica y comunicación personal con viticultores y empresas especializadas, se ha estimado el coste que supondría la implementación de estas estrategias para la explotación. Se ha analizado la viabilidad económica de las estrategias a través de los indicadores financieros VAN, TIR y PAYBACK teniendo en cuenta la inversión que supondría adoptar estas estrategias, el ahorro o aumento de costes que generarían las mismas, y el efecto que tendría en la producción y, por tanto, en los ingresos de la explotación planteada. También se ha analizado el coste que supondría la implantación conjunta de las estrategias. Los resultados de viabilidad económica de estas estrategias arrojan resultados positivos, sin embargo, desde el punto de vista del viticultor sigue siendo una inversión poco razonable teniendo en cuenta el coste estimado del seguro que cubre los riesgos que tratan de mitigar estas estrategias. Por otro lado, existen herramientas de subvención planteadas en la nueva PAC aplicados al sector en el nuevo Plan de Intervención Sectorial Vitivinícola que pueden suponer un impulso a la implementación de estas estrategias.

Abstract

The practice of viticulture is affected by biotic and abiotic factors that can suppose a risk to crop cultivation. In this context, the amount of compensation has increased reaching historical highs in the Spanish agricultural insurance system since its implementation. This study assessed the situation of the viticulture sector in Spain to determine how the implementation of cultural strategies or practices in viticulture can help mitigate the series of risks exposed in the context of climate change. To do this, the cost of implementing each of these strategies has been examined on a typical farm. Based on data obtained from sector reports, technical literature, and personal communication with vineyard owners and specialized companies, the cost of implementing these strategies for the operation was estimated. The economic viability of the strategies was analyzed through financial indicators such as NPV, IRR, and PAYBACK, taking into account the investment required to adopt these strategies, the savings or increased costs they would generate, and the effect they would have on production and, consequently, the income of the proposed operation. The cost of implementing the strategies together was also analyzed. The results of the economic viability of these strategies show positive results; however, from the perspective of the vineyard owner, it remains an unreasonable investment considering the estimated cost of insurance that covers the risks these strategies seek to mitigate. On the other hand, there are subsidy tools proposed in the new Common Agricultural Policy (CAP) applied to the sector in the new Sectoral Intervention Plan for the Wine Sector that could provide an incentive for the implementation of these strategies.

1. INTRODUCCIÓN. SITUACIÓN DEL CULTIVO Y ESTUDIO DE LOS RIESGOS ASOCIADOS

El objetivo del presente Trabajo Fin de Máster es analizar el coste de las prácticas de reducción del riesgo en el sector vitícola español, teniendo en cuenta los principales riesgos a los que están expuestas estas explotaciones en el territorio nacional español.

Para ello se cree imprescindible hacer un estudio previo de las particularidades del cultivo y la situación en la que en se encuentra hoy en día.

1.1. Sector vitícola en España

1.1.1. Superficie y rendimiento

Según el Ministerio de Agricultura Pesa y Alimentación, la extensión total de viñedos dedicados a la producción de uva de vinificación en España hasta el 31 de julio de 2022 es de 937.781 hectáreas. En la Figura 1 se representa la distribución de esta superficie por Comunidad Autónoma.

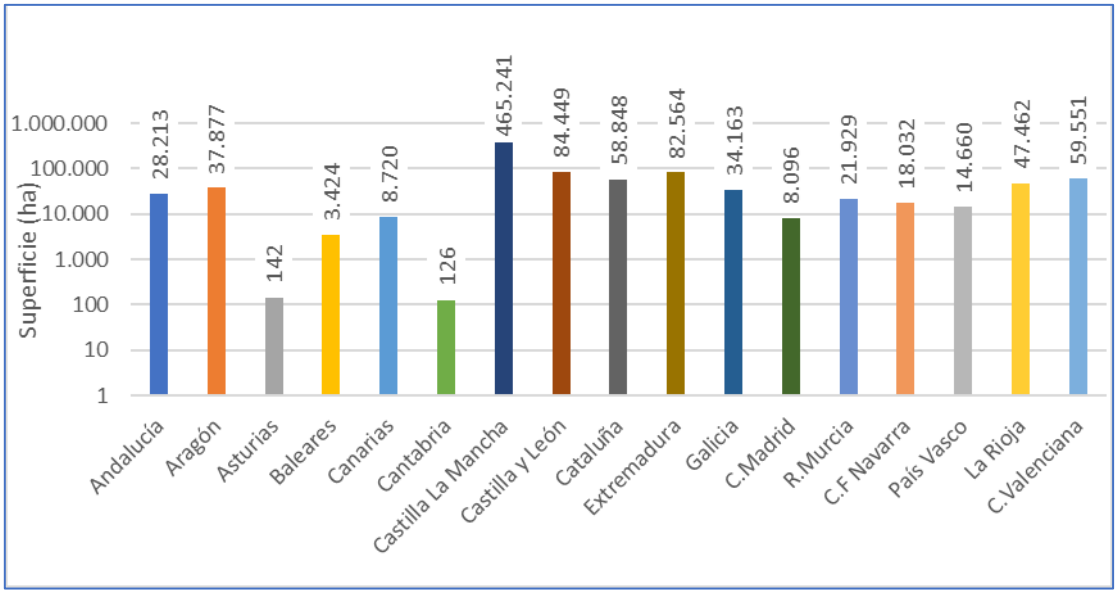


Figura 1. Superficie de viñedo plantada (ha) a 2022 por Comunidad Autónoma en escala logarítmica para facilitar representación.

Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). Informe de sistema de autorizaciones 2022 y potencial vitícola en España a 31 de julio de 2022

El cultivo de vid está presente en todas las comunidades autónomas de España. La región de Castilla-La Mancha tiene la mayor superficie vitícola, con un total de 456.241 hectáreas, lo que representa el 48% del área de cultivo a nivel nacional. Le sigue Castilla y León con un 8’67%, Extremadura con un 8’5%, y la Comunidad Valenciana con un 6% de la superficie vitícola plantada en España.

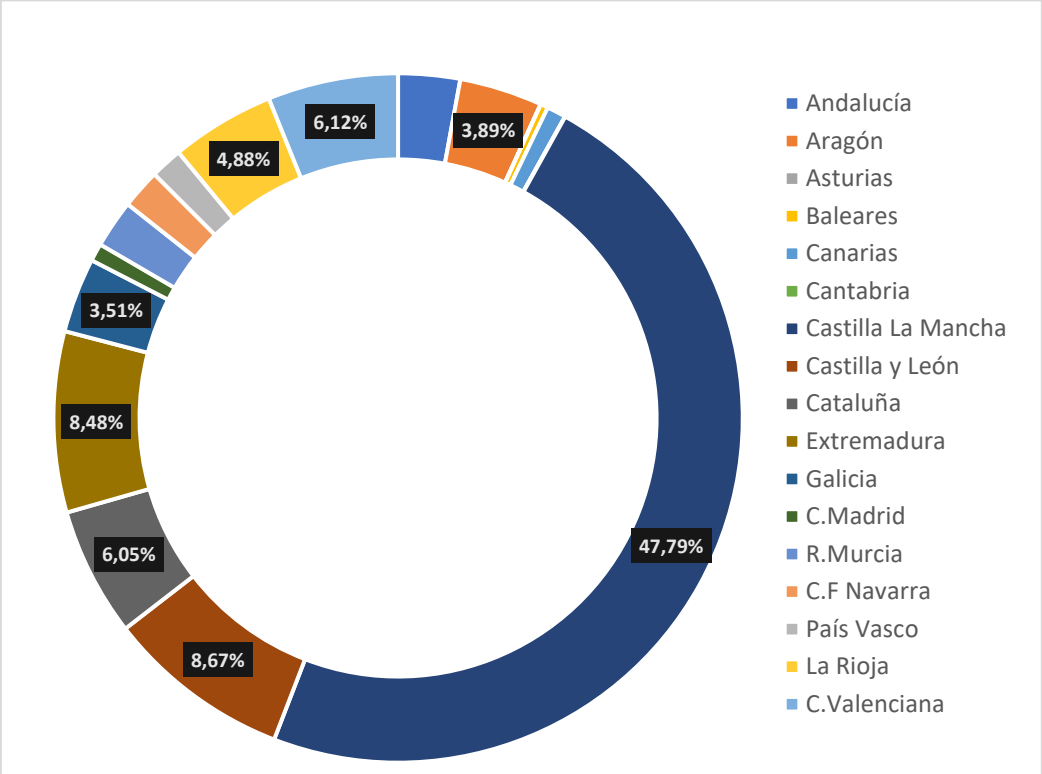


Figura 2. Porcentaje de superficie total por CCAA

Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). Informe de sistema de autorizaciones 2022 y potencial vitícola en España a 31 de julio de 2022

En comparación con los datos de la campaña anterior, se observa que la superficie plantada de viñedo hasta el 31 de julio de 2022 ha experimentado un descenso de 7.796 hectáreas, lo que representa un -0’8% en relación a la superficie plantada hasta el 31 de julio de 2021.

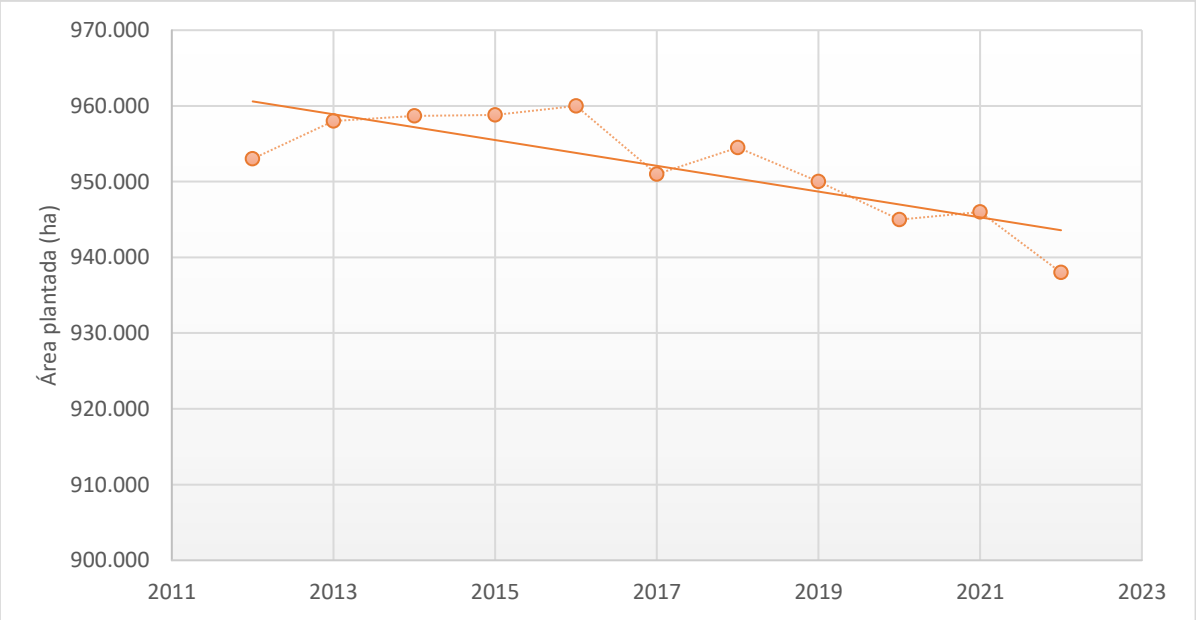


Figura 3. Evolución de la superficie plantada de viñedo desde 2012 hasta 2022 (ha).

Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). Informe de sistema de autorizaciones 2022 y potencial vitícola en España a 31 de julio de 2022.

En cuanto al rendimiento del viñedo, éste se ha incrementado considerablemente en la última década, sin embargo, desde el 2018 ha sufrido un descenso considerable.

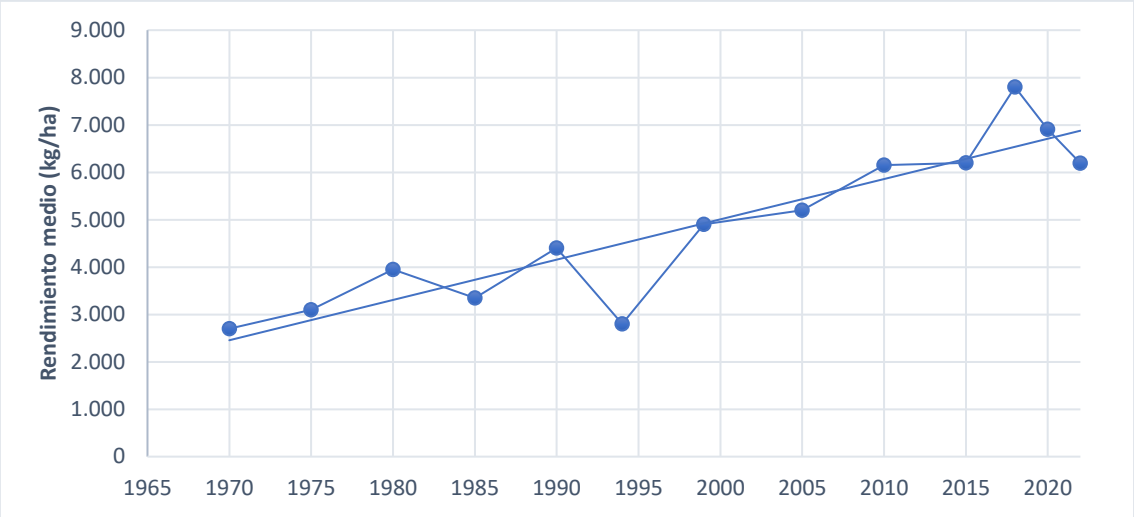


Figura 4. Evolución de los rendimientos en viñedo desde 1970 hasta 2021 (kg/ha).

Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). Informe de sistema de autorizaciones 2022 y potencial vitícola en España a 31 de julio de 2022

Cabe destacar, respecto al rendimiento del viñedo, la diferencia entre los rendimientos en función de las características del cultivo. En 2021, el rendimiento para regadío era de 11.676 kg/ha para cultivo único y 6.703 kg/ha para cultivos asociados. Por otro lado, en secano los rendimientos son de 4.659 kg/ha para cultivo único y 1.716 kg/ha para cultivo asociado.

1.1.2. Secano y regadío

Según la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE) para el análisis de las plantaciones de viñedo en España realizado en 2019 por el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, un total de 566.303 ha de viñedo se encuentran en sistema de secano, mientras que 386.526 ha se encuentran en regadío. La mayoría de estas hectáreas están en la comunidad autónoma de Castilla La Mancha como se recoge en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de la superficie de viñedo por sistema de cultiv.

Comunidades Autónomas	Superficie				
	Secano		Regadío		Total
	ha	%	ha	%	
Galicia	24.105	4,3%	1.083	0,3%	25.189
P. de Asturias	3	0,0%	0	0,0%	3
Cantabria	25	0,0%	0	0,0%	25
País Vasco	11.677	2,1%	1.652	0,4%	13.328
Navarra	8.297	1,5%	10.940	2,8%	19.237
La Rioja	29.223	5,2%	23.567	6,1%	52.789
Aragón	24.215	4,3%	12.050	3,1%	36.265
Cataluña	47.034	8,3%	9.388	2,4%	56.422
I. Baleares	680	0,1%	2.069	0,5%	2.749
Castilla y León	45.606	8,1%	24.364	6,3%	69.970
Madrid	8.804	1,6%	1.191	0,3%	9.995
Castilla-La Mancha	230.512	40,7%	237.515	61,4%	468.027
C. Valenciana	41.208	7,3%	19.719	5,1%	60.927
R. de Murcia	15.764	2,8%	5.606	1,5%	21.371
Extremadura	54.141	9,6%	31.644	8,2%	85.785
Andalucía	20.272	3,6%	2.401	0,6%	22.673
I. Canarias	4.737	0,8%	3.337	0,9%	8.074
Total	**566.303**	**100,0%**	**386.526**	**100,0%**	**952.829**

Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). 2019. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE), Análisis de Plantaciones de Viñedos en España.

En cuanto al tipo de riego utilizado destaca de forma mayoritaria el sistema de riego localizado. Exceptuando Galicia, País Vasco, La Rioja, Andalucía e Islas Canarias, en el resto de Comunidades Autónomas el 90% de la superficie regada se riega por sistema localizado como viene recogido en la Tabla 2.

Tabla 2. Distribución del tipo de riego por Comunidad Autónoma.

Comunidades Autónomas	Superficie total regada (ha)	Sup. Gravedad/Sup. Total (%)		Sup. Aspersión/Sup. Total (%)		Sup. Automotriz/Sup. Total (%)		Sup. Localizado/Sup. Total (%)	
	ha (*)	ha(1)	(1)/(*)%	ha(2)	(2)/(*)%	ha(3)	(3)/(*)%	ha(4)	(4)/(*)%
Galicia	1.083	138	12,7%	378	34,9%	2	0,2%	565	52,2%
P. de Asturias									
Cantabria									
País Vasco	1.652	13	0,8%	381	23,1%			1.258	76,1%
Navarra	10.940	656	6,0%	96	0,9%			10.188	93,1%
La Rioja	23.567	1.312	5,6%	2.948	12,5%			19.306	81,9%
Aragón	12.050	787	6,5%	2	0,0%			11.260	93,4%
Cataluña	9.388	138	1,5%	322	3,4%			8.928	95,1%
I. Baleares	2.069	33	1,6%	6	0,3%			2.029	98,1%
Castilla y León	24.364	431	1,8%	137	0,6%	958	3,9%	22.839	93,7%
Madrid	1.191							1.191	100,0%
Castilla-La Mancha	237.515	1.533	0,6%	2.119	0,9%			233.864	98,5%
C. Valenciana	19.719	1.135	5,8%					18.584	94,2%
R. de Murcia	5.606	13	0,2%					5.593	99,8%
Extremadura	31.644	230	0,7%					31.415	99,3%
Andalucía	2.401	260	10,8%	12	0,5%			2.130	88,7%
I. Canarias	3.337	319	9,5%	204	6,1%			2.815	84,3%
Total	**386.526**	**6.997**	**1,8%**	**6.605**	**1,7%**	**960**	**0,2%**	**371.964**	**96,2%**

Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). 2019. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE), Análisis de Plantaciones de Viñedos en España.

1.1.3. Sistemas de conducción

Según estos mismos datos usados para el subepígrafe anterior, un total de 430.039 hectáreas se encuentran en sistema de conducción de espaldera, lo que supone un 45,1% del total de hectáreas de viñedo cultivadas.

En Castilla La Mancha se encuentra más de la mitad de la superficie cultivada bajo este sistema. En Islas Baleares aproximadamente el 80% de la superficie se encuentra bajo el sistema de conducción en espaldera situándose como la comunidad autónoma en la que más implantada esta este sistema. Por otro lado, Cantabria no cuenta con cultivos bajo este sistema de conducción.

Cabe destacar que en Galicia se usa el parral como el sistema de conducción prioritario y en Canarias se usan sistemas de conducción muy complicados que no son sólo el conocido vaso.

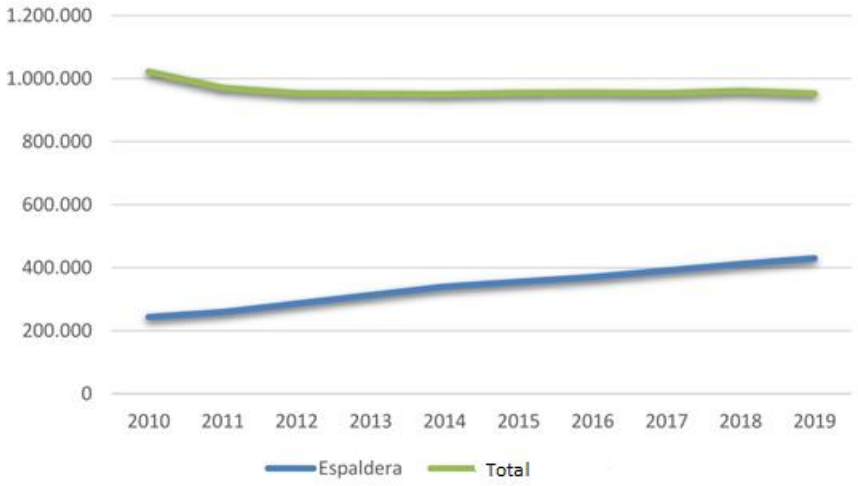
	Galicia	P. de Asturias	Cantabria	País Vasco	Navarra	La Rioja	Aragón	Cataluña	I. Baleares	Castilla y León	Madrid	Castilla la Mancha	C. Valenciana	R. de Murcia	Extremadura	Andalucía	I. Canarias
Espaldera	16,7%	37,6%	0,0%	43,5%	56,7%	56,1%	50,9%	57,8%	78,7%	40,8%	10,9%	48,6%	45,4%	17,6%	33,3%	32,7%	24,0%
Otros sistemas	83,3%	62,4%	100,0%	56,5%	43,3%	43,9%	49,1%	42,2%	21,3%	59,2%	89,1%	51,4%	54,6%	82,4%	66,7%	67,3%	76,0%

Figura 5. Importancia de la superficie en espaldera respecto al total del viñedo, por comunidades autónomas (% superficie cultivada).

Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). 2019. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE), Análisis de Plantaciones de Viñedos en España.

La superficie de viñedo en espaldera ha sufrido un aumento del 76,7% en la última década desde las 186.681 hectáreas bajo este sistema en el año 2010.

Figura 6. Evolución de la superficie de viñedo en espaldera con respecto a otros sistemas de conducción (ha).



Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). 2019. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE), Análisis de Plantaciones de Viñedos en España.

1.2. Ciclo de la vid

En la vid, existen cambios morfológicos que ocurren anualmente en orden cronológico y que permiten dividir el ciclo anual en diferentes fases.

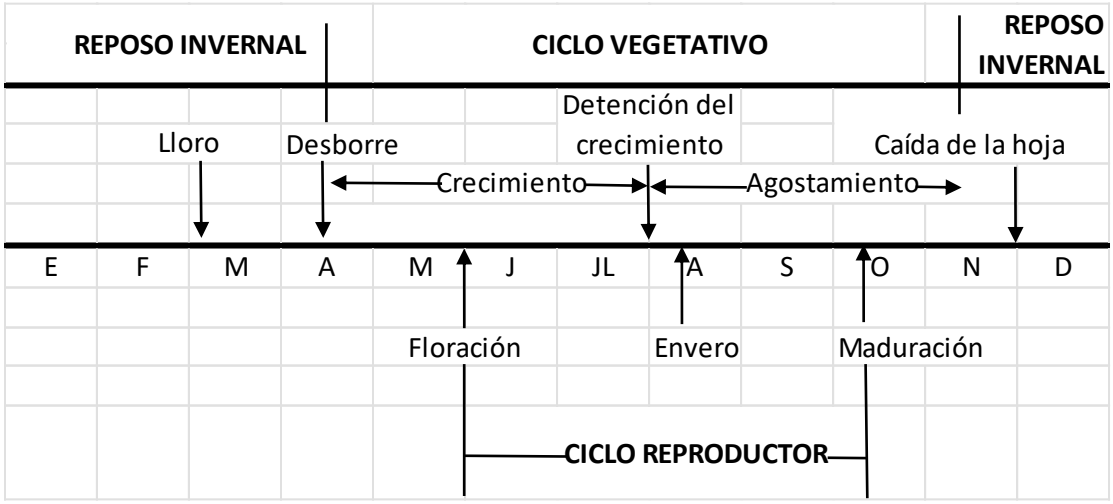


Figura 7. Representación del ciclo vegetativo y fructífero de la vid.

Fuente: Martínez De Toda, F. Bilogía de la vid. Fundamentos Biológicos de la Viticultura

Superpuesto al ciclo vegetativo se encuentra el ciclo reproductor de la vid, el cual consta de varias fases morfológicas:

- **Floración**: Es la fase en la que las flores de la vid se abren y se produce la polinización. Durante esta etapa, se liberan los granos de polen de las anteras y son transportados por el viento o insectos hacia los estigmas de las flores, donde ocurre la fertilización.
- **Cuajado**: Después de la polinización, se produce la fecundación y se forma el embrión dentro de la flor. En esta fase, los óvulos fecundados se desarrollan y comienzan a formarse las bayas de uva.
- **Periodo herbáceo de las bayas**: Durante esta etapa, las bayas están en crecimiento activo y adquieren su forma y tamaño característicos. A medida que se desarrollan, las bayas son verdes y tienen una consistencia herbácea. En esta fase se acumulan los ácidos y los polifenoles. Al final de la misma se alcanza el contenido máximo de estos.
- **Envero**: Es la fase en la que las bayas inician la maduración que se caracteriza por un reemprendimiento del crecimiento de la misma y ablandamiento de la baya: A los 2-3 días comenzará el cambio de color, volviéndose desde verde hasta tonalidades características de cada variedad, como rojo, morado o amarillo. Durante este proceso, también se produce la acumulación de azúcares en las bayas.
- **Periodo de maduración**: En esta etapa, las bayas continúan acumulando azúcares y otros compuestos relacionados con el sabor y aroma del fruto. También se producen cambios relativos en la composición de los ácidos y la evolución de la maduración de los taninos.
- **Vendimia**: Es el momento en el que las bayas alcanzan su madurez completa, tanto en términos de acumulación de azúcares como de desarrollo de compuestos aromáticos. Las bayas adquieren su color final y presentan un equilibrio entre los ácidos y azúcares, lo que determina la calidad y potencial de la uva para la elaboración de vino.

Cada una de estas fases del ciclo reproductor de la vid es crucial para determinar la calidad y características de la uva y, a su vez, del vino que se producirá a partir de ella. El conocimiento y seguimiento preciso de estas etapas permiten a los viticultores tomar decisiones adecuadas en cuanto a la gestión del viñedo y la cosecha, con el objetivo de obtener la mejor calidad posible en la uva y, en última instancia, en el vino final.

Por otro lado, existe un ciclo bianual de la vid en el que las yemas normales se diferencian durante el primer año y desarrollan órganos vegetativos y fructíferos en el segundo año. Aunque existen también las yemas anticipadas y yemas latentes de madera vieja, es en las yemas normales en las que se basa la producción de la vid, y pasan por las siguientes fases:

- **Fase de paralatencia**: Ocurre generalmente entre finales de mayo y principios de junio hasta agosto. La yema de la planta organiza y diferencia los esbozos de las inflorescencias y las yemas alcanzan su forma final. En esta fase, a pesar de tener la capacidad de desarrollarse en condiciones favorables, las yemas permanecen en estado de latencia debido a la inhibición causada por el meristemo terminal, los brotes laterales, las inflorescencias y las hojas presentes en la planta. En resumen, todos estos órganos en crecimiento contribuyen a la falta de brotación de las yemas normales que están en proceso de formación.

- **Fase de endolatencia:** La entrada en endolatencia produce la pérdida de capacidad de desborre que coincide con una ralentización del crecimiento. En la fase de endolatencia las yemas no tienen capacidad de desborre, y superan esta fase acumulando horas de frío. Diez días con una temperatura inferior a 7ºC serían suficientes para terminar esta fase. Así, cuando la temperatura empieza a descender en otoño, la yema recupera de forma progresiva su capacidad de desborre.
- **Fase de ecolatencia:** Tras la etapa de endolatencia, las yemas necesitan condiciones de temperatura adecuadas para brotar. Si hace frío, las yemas no crecerán debido a las condiciones desfavorables, de forma que las temperaturas diarias promedio deben mantenerse por encima de los 10 °C de manera constante para que se produzca esta fase y las yemas puedan brotar.

Las diferentes fases que atraviesan las yemas no ocurren al mismo tiempo en todas ellas, sino que la diferenciación y la endolatencia avanzan desde las yemas más bajas hasta las de rango superior en el pámpano.

Al tratarse de un ciclo bianual es importante recalcar que accidentes climatológicos como el granizo o de plagas como el mosquito verde pueden afectar a la fertilidad de las yemas y que esta se manifieste al año siguiente.

1.3. El riesgo en la agricultura

El riesgo se describe como una combinación de la probabilidad de que un evento ocurra y las consecuencias que se derivan de dicho evento. La gestión del riesgo es una parte fundamental en la agricultura, donde el riesgo se define como la vulnerabilidad ante un posible perjuicio o daño a los bienes, personas u organizaciones causado por un peligro o amenaza. Los factores que influyen en el riesgo agrícola son la variabilidad climática, la

incertidumbre en los sistemas agrícolas y la probabilidad de ocurrencia de eventos adversos.

La gestión del riesgo en la agricultura es un proceso sistemático que implica identificar, analizar, evaluar, tratar y realizar el seguimiento de los riesgos que afectan a la producción agrícola. Este proceso se lleva a cabo en varias etapas, cada una de las cuales cumple un papel fundamental para garantizar una gestión efectiva de los riesgos (Figura 8). A continuación, se detallan estas etapas:

I. Establecer el contexto e identificar los parámetros clave: En esta etapa, se sitúan los riesgos en el marco organizativo adecuado y se determinan los factores clave que dan origen a los sucesos adversos. Se identifican los riesgos que pueden afectar la producción agrícola y se priorizan aquellos que son considerados más importantes o urgentes.

II. Identificar los riesgos: Aquí se determina qué eventos o sucesos adversos podrían ocurrir, por qué y cómo afectarían la explotación agraria.

III. Análisis del riesgo: En esta etapa, se cuantifican las probabilidades de que los sucesos adversos ocurran y se evalúan sus consecuencias potenciales. Se estudian los datos históricos, se utilizan modelos y técnicas de análisis para comprender la magnitud y la frecuencia de los riesgos.

IV. Evaluación del riesgo: Se determina qué riesgos son manejables con las prácticas usuales de gestión de riesgos y cuáles requieren estrategias adicionales. También se tienen en cuenta las actitudes ante el riesgo, como la aversión al riesgo, para tomar decisiones adecuadas.

V. Gestión de riesgos: Esta etapa abarca la identificación de estrategias posibles para tratar los riesgos, su evaluación y el proceso de elección de la mejor estrategia. Algunas estrategias comunes incluyen la reducción de exposición a peligros, la diversificación de fuentes de ingresos, la retención o asunción del riesgo y la transferencia del riesgo a través de seguros agrarios.

VI. Seguimiento y revisión: Una vez implementadas las estrategias de gestión de riesgos, es importante realizar un seguimiento continuo para evaluar su efectividad y hacer ajustes si es necesario. La gestión del riesgo es un proceso dinámico que requiere una revisión constante para adaptarse a los cambios en el entorno agrícola y las condiciones del mercado.

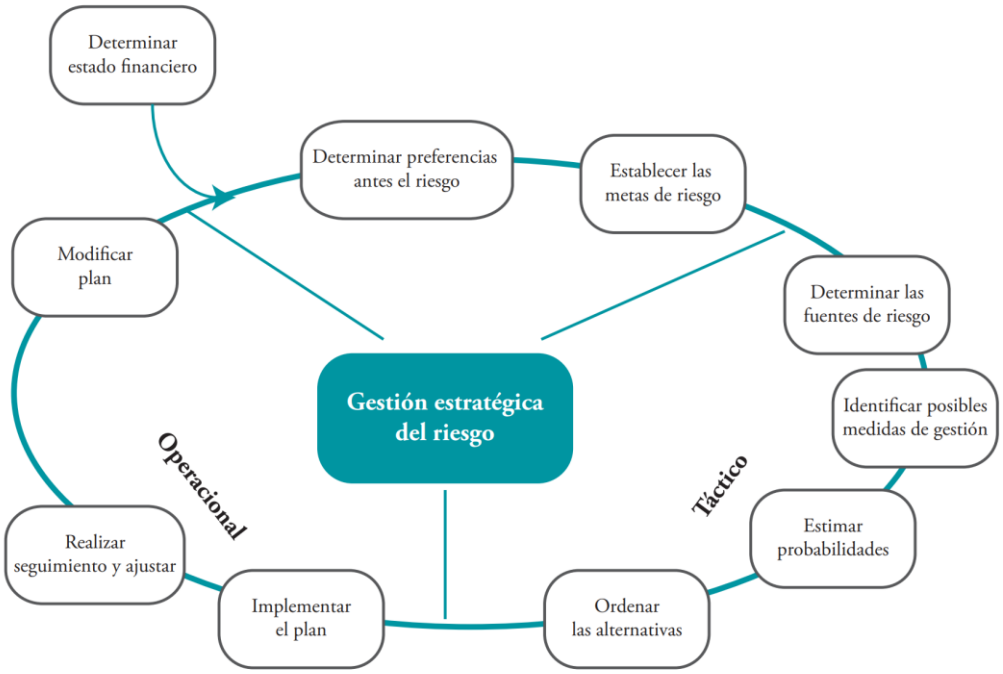


Figura 8. El ciclo de la gestión del riesgo

Fuente: Garrido, A., Bardají, I., & Escribano, S. (2016). Principios Básicos de Seguros Agrarios

1.3.1. Tipos y naturaleza de riesgos agrarios

En el ámbito de la agricultura, los riesgos pueden agruparse en cinco categorías principales, según Hardaker et al. (2000):

1. Riesgos de producción: Incluyen las variaciones en la cantidad o calidad de los cultivos y productos agrícolas. Para gestionar estos riesgos, los productores agropecuarios pueden recurrir a estrategias como la diversificación de la producción, el uso de insumos adecuados, el análisis de datos agronómicos y la contratación de seguros de cosechas o rendimientos.
2. Riesgos de mercado: Estos riesgos están relacionados con las fluctuaciones en los mercados y los precios de los productos agrícolas. Para mitigarlos, los agricultores pueden emplear planes de ventas fraccionadas, contratos a plazo, el cooperativismo y seguros de ingresos o márgenes.
3. Riesgos financieros: Estos riesgos se refieren a situaciones desfavorables de liquidez, solvencia o endeudamiento que puedan afectar la viabilidad económica de la explotación agropecuaria. Para gestionarlos, los productores pueden aplicar medidas como el control del cash-flow, el acompasamiento de inversiones en el tiempo, la diversificación de fuentes de ingresos y el control del consumo en la economía doméstica.
4. Riesgos personales: Estos riesgos involucran accidentes, enfermedades o situaciones que afecten la salud o la seguridad personal del productor agropecuario. Para abordarlos, es necesario implementar planes de planificación estratégica del negocio, sucesión de la explotación y asegurar la salud, vida y accidentes mediante seguros adecuados.

5. Riesgos legales y medioambientales: Estos riesgos se relacionan con cambios en la legislación, problemas de relación con vecinos, posibilidad de pleitos o conflictos contractuales, y responsabilidad civil. Para su gestión, los agricultores pueden recurrir a seguros de responsabilidad civil, el cumplimiento de las buenas prácticas agrarias, asesoramiento legal, mantener buenas relaciones con colindantes, y formar parte de cooperativas o asociaciones de productores.

La gestión de riesgos agropecuarios involucra la adopción de diferentes estrategias y herramientas para mitigar los efectos adversos de los riesgos en la producción agraria. Desde la diversificación de cultivos y productos hasta el uso de seguros y contratos, cada medida busca asegurar la sostenibilidad y la estabilidad económica en el sector agropecuario.

A través de una combinación adecuada de estas estrategias de gestión de riesgos, los productores agropecuarios pueden enfrentar los desafíos inherentes a la variabilidad climática y los cambios en los mercados, asegurando así una producción más estable y rentable en sus explotaciones.

En lo que atañe a este trabajo, se va a centrar principalmente en los riesgos de producción, estudiando los factores que afectan a la producción vitícola, la forma en la se pueden intentar controlar y la inversión económica necesaria para ello.

1.3.2. Riesgos asegurables

El concepto de riesgo asegurable es fundamental en el ámbito de las compañías de seguros agrarios. Una compañía de seguros debe poder establecer primas que cubran no solo las indemnizaciones, sino también los gastos operativos y generen beneficios empresariales. En otras palabras, el riesgo asegurable no debe ser catastrófico o tan grande que ninguna aseguradora pueda asumir las pérdidas. La naturaleza de la pérdida debe ser definida y económicamente mensurable, evitando cualquier ambigüedad o discusión sobre si se debe o no indemnizar al asegurado y en qué cantidad. La pérdida debe ser atribuible al azar y a factores no controlables por el asegurado.

Los riesgos asegurables en agricultura incluyen eventos climáticos como granizo, inundaciones, heladas, entre otros. Estos riesgos son cuantificables, predecibles y mensurables a través de mecanismos de tasación y análisis de datos históricos. Sin embargo, los riesgos no asegurables de manera general son aquellos relacionados con el precio de venta o la calidad del producto, ya que no se pueden medir de manera precisa y están sujetos a factores controlables por el asegurado.

Para gestionar los riesgos asegurables, los productores agropecuarios pueden adoptar diversas estrategias y herramientas. La diversificación de la producción, el uso de insumos adecuados, la aplicación de tecnologías agronómicas y la contratación de seguros agrarios son algunos ejemplos de medidas que permiten mitigar los riesgos en la producción.

La asegurabilidad de los riesgos depende de su naturaleza y alcance. Por otro lado, los riesgos catastróficos, como eventos climáticos extremos, suelen ser excluidos de la cobertura de pólizas regulares, pero es posible contratar seguros específicos o bonos catastróficos con compañías internacionales para obtener una compensación económica en caso de ocurrencia.

En resumen, la gestión adecuada de los riesgos asegurables en agricultura es esencial para asegurar la estabilidad y sostenibilidad de las explotaciones agropecuarias. Mediante la identificación y adopción de estrategias adecuadas, los agricultores pueden enfrentar de manera efectiva los desafíos inherentes a la variabilidad climática y otros factores de riesgo, asegurando así una producción más estable y rentable. Sin embargo, es importante reconocer que algunos riesgos, como los sistémicos o catastróficos, pueden requerir soluciones específicas y no estar cubiertos por seguros tradicionales.

1.3.3. Seguro agrario

En la definición jurídica del contrato de seguro, se establece que el asegurador se obliga, mediante el cobro de una prima, a indemnizar el daño producido al asegurado o satisfacer una prestación acordada en caso de que ocurra el evento cuyo riesgo es objeto de cobertura. La existencia de una prima y la prestación futura son elementos esenciales en todo contrato de seguro.

Los riesgos asegurables en agricultura abarcan diversos aspectos como eventos climáticos extremos (granizo, inundaciones, heladas), los cuales pueden ser cuantificados, predecibles, mensurables y efectivamente accidentales. Por otro lado, los riesgos no asegurables de manera general incluyen aspectos no mensurables o que dependen de factores controlables por el asegurado, como el precio de venta o la calidad del producto.

La indemnización en caso de siniestro garantizado puede llevarse a cabo de diversas formas según lo pactado en el contrato. En la mayoría de los casos, se entrega al asegurado una cantidad monetaria equivalente a los daños sufridos. También existen variantes, como indemnizaciones basadas en gastos de explotación realizados hasta la ocurrencia del siniestro o en el valor monetario del material vegetal perdido. La forma de indemnización puede variar dependiendo del tipo de siniestro y el estado fenológico de los cultivos en el momento del mismo.

El lucro cesante es un tipo de daño patrimonial en el que se manifiesta de forma inequívoca un perjuicio económico. En el caso de la agricultura, el seguro de lucro cesante busca compensar la pérdida de ganancias dejadas de percibir como consecuencia de siniestros que impiden la obtención de ingresos esperados. Este tipo de seguro es especialmente relevante cuando el siniestro afecta etapas tempranas de desarrollo de los cultivos y compromete la futura cosecha comercializable.

En conclusión, los seguros agrarios cubren una amplia gama de riesgos asegurables en la agricultura, como eventos climáticos, pérdidas económicas y daños a la producción agrícola. La indemnización se realiza mediante diversas modalidades acordadas previamente, asegurando así la estabilidad económica y sostenibilidad de las explotaciones agropecuarias ante la eventualidad de siniestros.

1.3.4. Seguros de daños y rendimientos

Los seguros de daños y rendimientos son especialmente adecuados para proteger las producciones agrarias y forestales ante fenómenos adversos aleatorios e impredecibles, que resultan en pérdidas económicas para el agricultor. Su principal objetivo es indemnizar al asegurado por los daños ocasionados, lo que tiene un efecto de estabilización de rentas en el sector.

En el caso de los seguros de daños, se cubre el daño causado por eventos específicos, como granizo, incendios o heladas, que disminuyen la producción final comercializable. Las indemnizaciones en estos seguros se basan en la cantidad o calidad de los daños, previamente tasados por un experto, siempre que el daño esté cubierto por las garantías del seguro y supere el mínimo indemnizable establecido en el contrato.

Por otro lado, los seguros de rendimientos cubren las pérdidas en los rendimientos agrarios ocasionadas por riesgos no controlables por el agricultor, como sequías u otros fenómenos climáticos adversos. En estos seguros, el rendimiento garantizado puede establecerse individualmente a partir de datos históricos de la explotación o basado en rendimientos medios de la zona o comarca establecidos por instituciones oficiales.

Es importante mencionar que los seguros de daños y rendimientos se adaptan a fenómenos que causan daños repentinos, localizados y fácilmente cuantificables, como el granizo. Sin embargo, presentan desafíos en casos de riesgos cuyo impacto se prolonga en el tiempo, como la sequía, ya que la tasación de los daños puede complicarse y solaparse con otros riesgos.

En cuanto a la asegurabilidad, los seguros de daños suelen establecerse a nivel de parcela, mientras que los de rendimientos pueden cubrir toda la explotación con el mismo cultivo o grupo de cultivos.

A nivel global, los seguros de daños son más comunes en Europa, mientras que los seguros de rendimientos existen en países como Portugal, Francia, España, Canadá, Estados Unidos, México, Colombia, Brasil, Argentina y Perú. En España, la implementación de seguros agrarios ha contribuido a estabilizar las rentas en el sector y garantizar la protección ante eventos climáticos y otros riesgos imprevistos.

En el caso de viñedos para vinificación, un seguro base tiene una cobertura para todos los riesgos por explotación. Dicha cobertura incluye las adversidades climáticas de granizo, heladas, marchitez fisiológica, sequía; riesgos excepcionales de fauna, incendios, inundaciones, lluvia persistente, viento huracanado y otros riesgos según las estipulaciones de contrato.

1.3.5. Seguros indexados

Los seguros indexados, también conocidos como seguros índices o seguros paramétricos, se utilizan en casos en los que la evaluación directa de pérdidas en campo resulta complicada o costosa. Su objetivo es cubrir pérdidas causadas por fenómenos adversos que afectan la renta de la explotación, pero en lugar de evaluar las pérdidas directamente, utilizan índices que tienen una alta correlación con el riesgo a cubrir.

Existen varios tipos de seguros indexados, entre ellos:

- Seguros de Rendimiento de Área: La indemnización se establece a partir de pérdidas en relación a los rendimientos históricos de una región. Cubren pérdidas en la producción agrícola a nivel regional.
- Seguros de Ingresos de Área: La indemnización se establece a partir de pérdidas en relación a los ingresos históricos de una región. Estos seguros también operan a nivel regional y cubren pérdidas económicas de los agricultores en esa zona.

- Seguros Indirectos: Se basan en índices o variables que están altamente correlacionados con el riesgo a cubrir. Por ejemplo, se utilizan observaciones climáticas obtenidas en estaciones meteorológicas, imágenes de satélite para obtener índices de vegetación o el nivel de agua almacenado en pantanos.

Las ventajas de los seguros indexados incluyen un reducido coste de administración y gestión, transparencia basada en mediciones objetivas y la eliminación de problemas de riesgo moral y selección adversa. Sin embargo, pueden ser difíciles de entender para los agricultores, ya que la evaluación de pérdidas se realiza indirectamente.

Uno de los principales desafíos de los seguros indexados es el riesgo base, que se refiere a las diferencias entre el índice y el valor real de las pérdidas experimentadas por el agricultor. Esto puede afectar la protección dada por estos seguros, especialmente en casos de fenómenos climáticos con distribución espacial no homogénea.

Un ejemplo de seguro indexado es el de sequía en pastos, que se basa en índices de vegetación obtenidos a partir de imágenes de satélite como indicadores de sequía. Estos índices están altamente correlacionados con los impactos de la sequía en la ganadería extensiva en régimen de pastoreo, y su evolución desencadena los pagos a los asegurados.

En resumen, los seguros indexados son una alternativa eficiente para cubrir pérdidas agrícolas y forestales cuando la evaluación directa de daños en campo es complicada. Basados en índices y variables específicas, estos seguros brindan protección contra fenómenos adversos y contribuyen a estabilizar las rentas de las explotaciones agrarias.

1.3.6. Seguros de ingresos y rentas en agricultura

Los seguros de ingresos y rentas combinan riesgos de precios y rendimientos en el sector agrícola. Se utilizan cuando precios y rendimientos están correlacionados negativamente, lo que significa que un mayor rendimiento se traduce en un menor precio y viceversa. Estos seguros son útiles cuando ambos riesgos son elevados, y suelen ser más económicos que otros tipos de seguros agrarios.

Existen diferentes tipos de seguros de ingresos y rentas, entre ellos:

- Seguro de Ingresos: En este seguro se asegura un nivel de ingresos determinado, que es el producto de los precios y rendimientos. Cubre pérdidas en los ingresos debido a variaciones en ambas variables.
- Seguro de Márgenes Brutos: Además de los costes variables, este seguro tiene en cuenta posibles aumentos en los costes, ofreciendo protección ante cambios en los márgenes brutos de la explotación.
- Seguro de Rentas: Considera tanto los costes variables como los costes fijos de la explotación. Proporciona cobertura para posibles cambios en la rentabilidad general de la explotación.

Los seguros de ingresos y rentas pueden referirse a una producción específica o a toda la explotación. Mientras que los de ingresos y márgenes tienden a ser aplicados a monocultivos, los de rentas suelen cubrir la rentabilidad de toda la explotación.

Sin embargo, estos seguros pueden enfrentar problemas de riesgo moral y selección adversa, ya que los ingresos o la renta de la explotación dependen en gran medida de la

gestión realizada por el agricultor. Además, la dificultad para determinar los ingresos y la renta de forma fiable dificulta su desarrollo.

A pesar de estos desafíos, los seguros de rentas de toda la explotación son más eficientes, ya que se vinculan a la viabilidad general de la explotación. Aunque presentan menor coste y mayor grado de desacoplamiento, aún no están desarrollados en Europa y suelen ser más comunes en Estados Unidos, donde se utilizan como herramientas de gestión de riesgo y estabilización de rentas en el sector agrícola.

En resumen, los seguros de ingresos y rentas en agricultura buscan estabilizar los ingresos y rentabilidad de las explotaciones agrarias ante riesgos de precios y rendimientos. Su implementación puede variar según el tipo de seguro y la escala de cobertura, y aunque aún no están desarrollados en Europa, han adquirido importancia en otros países como Estados Unidos.

1.3.7. Seguros catastróficos

Los seguros catastróficos se definen como aquellos que cubren los daños causados por desastres severos, repentinos e inesperados que provocan pérdidas significativas. Estos desastres pueden afectar masivamente a seres humanos y sus bienes, resultando en daños de elevada intensidad y cuantía. Entre los fenómenos naturales que pueden causar catástrofes se encuentran tornados, huracanes, terremotos o inundaciones.

La agricultura es un sector particularmente expuesto a estos riesgos catastróficos debido a su dependencia del medio natural. Los daños de gran intensidad pueden afectar seriamente la viabilidad de las explotaciones agrarias y la economía de las regiones afectadas.

La cobertura de riesgos catastróficos varía en diferentes países. En países desarrollados con sistemas de seguros agrarios avanzados, la protección contra estos riesgos suele estar vinculada a la suscripción de seguros. Esto significa que si el daño se produce por adversidades asegurables, no se conceden indemnizaciones en ausencia de seguros. Funciona bajo el principio de "lo asegurable no es indemnizable". En casos en los que no está cubierto por el seguro debido a su carácter o magnitud, se recurre a ayudas directas ex-post u otros instrumentos de apoyo, como líneas preferentes de crédito o beneficios fiscales. Para sufragar estas ayudas, algunos países cuentan con fondos públicos para catástrofes o calamidades.

Por otro lado, en países en desarrollo, la situación es diferente. En general, estos países están más expuestos a desastres naturales y su coste económico es más elevado, debido a la baja penetración de los seguros, tanto privados como públicos. Muchos agricultores en estos países trabajan en pequeñas y medianas explotaciones, especializadas en productos básicos de bajo valor y con dificultades para acceder a seguros agrarios comerciales, que están poco desarrollados y tienen bajos niveles de penetración. Estos agricultores son especialmente vulnerables a los riesgos catastróficos, y en caso de daños, su situación puede ser extrema, comprometiendo el mantenimiento de la actividad agrícola y aumentando los niveles de pobreza en amplias zonas geográficas. Además, en estos casos, los gobiernos se ven limitados para conceder ayudas para paliar estos daños debido a la restricción de recursos presupuestarios y la incertidumbre de los costes, que pueden superar las previsiones presupuestarias.

Para abordar estos desafíos, muchos países en desarrollo han desarrollado instrumentos de gestión de riesgos catastróficos, entre ellos, los seguros catastróficos. Estos seguros son suscritos por los Estados o gobiernos regionales, quienes reciben la indemnización en caso de grandes pérdidas en zonas agrícolas. La indemnización se utiliza para implementar programas de apoyo a los damnificados, especialmente pequeños agricultores, permitiendo la reconstrucción de su potencial productivo. Estos seguros no son tradicionales, ya que las indemnizaciones no se calculan para cubrir pérdidas o costes de producción, sino para permitir la recuperación de los agricultores vulnerables y hacer frente a la devolución de los microcréditos.

En general, las primas de los seguros catastróficos están subvencionadas por los gobiernos federales, y los seguros se contratan con empresas privadas y respaldados por el mercado internacional de reaseguro. Los países donde estos seguros están más desarrollados incluyen a México, Perú y Ecuador.

Otra modalidad de seguro catastrófico es el micro-seguro catastrófico, vinculado a microcréditos. Estos seguros se iniciaron en 2011 en Haití y se han extendido a otros países del Caribe, una zona especialmente vulnerable a terremotos y huracanes. Estos seguros son indexados, lo que significa que la indemnización se produce cuando una variable climática supera un valor determinado. Permiten a los pequeños agricultores y empresarios recuperarse después de una catástrofe y hacer frente a la devolución de los microcréditos.

En resumen, los seguros catastróficos son una herramienta importante para la gestión de riesgos en agricultura, especialmente en países en desarrollo expuestos a desastres naturales. Estos seguros permiten proteger a los agricultores vulnerables y contribuir a la reconstrucción de sus potenciales productivos después de una catástrofe.

1.4. Siniestralidad nacional de asegurados

El sistema de seguros agrarios en España es una herramienta crucial para mitigar los riesgos y adversidades que enfrenta el sector agrícola. Desde su creación en 1978, ha experimentado un desarrollo significativo y se ha convertido en un modelo destacado a nivel internacional.

La última normativa que rige el sistema de seguros en uva de vinificación es la Orden APA/892/2022, de 6 de septiembre por la que se definen los bienes y rendimientos asegurables, las condiciones técnicas mínimas de cultivo, el ámbito de aplicación, los periodos de garantía, las fechas de suscripción y los precios unitarios del seguro base con garantías adicionales para uva de vinificación en la Península y en la Comunidad Autónoma de las Illes Balears, comprendido en el correspondiente Plan de Seguros Agrarios Combinados.

Este sistema está respaldado por la Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA), dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Su objetivo principal es fomentar la contratación de seguros agrarios y promover la protección del sector frente a los riesgos climáticos, sanitarios y de mercado, entre otros.

El sistema ofrece una amplia gama de seguros adaptados a las necesidades específicas de los agricultores y ganaderos. Entre los seguros más comunes se encuentran los seguros

de daños a cultivos, los seguros de rentas agrícolas, los seguros de retirada y destrucción de animales, y los seguros de explotaciones ganaderas, entre otros.

El funcionamiento del sistema de seguros agrarios se basa en la participación activa tanto del sector público como del sector privado. Los agricultores y ganaderos pueden contratar seguros agrarios a través de entidades aseguradoras autorizadas, mientras que el Gobierno, a través de ENESA, ofrece apoyo financiero y subsidios para promover la contratación de seguros y facilitar el acceso de los agricultores a este sistema de protección.

Agroseguro desempeña un papel fundamental en el sistema de seguros agrarios en España. Como entidad co-aseguradora líder en el país, Agroseguro es una sociedad anónima formada por entidades del sector agrícola y aseguradoras privadas, cuyo principal objetivo es gestionar y ejecutar los seguros agrarios en coordinación con la Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA).

El papel de Agroseguro abarca diversas funciones clave dentro del sistema:

1. Gestión y ejecución de seguros: Agroseguro es responsable de gestionar y ejecutar los seguros agrarios contratados por los agricultores y ganaderos. Esto incluye el proceso de suscripción de pólizas, la recopilación de datos, la evaluación de riesgos y la elaboración de los contratos de seguro.
2. Tasación y peritación: En caso de siniestros, Agroseguro lleva a cabo la tasación y peritación de los daños ocasionados en las explotaciones agrarias. Esta tarea es esencial para determinar la cuantía de las indemnizaciones que los asegurados recibirán por las pérdidas sufridas.
3. Pagos de indemnizaciones: Como entidad aseguradora, Agroseguro se encarga de realizar los pagos de indemnizaciones a los agricultores y ganaderos asegurados que han sufrido daños cubiertos por los seguros agrarios.
4. Coordinación con ENESA: Agroseguro trabaja en estrecha colaboración con ENESA, la entidad pública que fomenta y regula los seguros agrarios en España. Esta coordinación garantiza la correcta aplicación de las políticas públicas relacionadas con el sistema de seguros agrarios.
5. Investigación y desarrollo: Agroseguro también juega un papel activo en la investigación y desarrollo de nuevos productos y servicios de seguros agrarios. Busca constantemente mejorar la oferta de seguros y adaptarla a las necesidades cambiantes del sector agrícola.

En algunas regiones vitivinícolas del norte de España, como La Rioja, Navarra y Cataluña, se ha observado un aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos que han impactado negativamente en la producción de viñedos y han generado un incremento en las reclamaciones por daños.

Las heladas tardías han sido uno de los eventos más perjudiciales para el cultivo del viñedo en España. A medida que las temperaturas han aumentado, se ha registrado un cambio en el patrón de las heladas, lo que ha llevado a que las vides sean más susceptibles a daños en momentos críticos de su desarrollo. Esto ha resultado en pérdidas significativas

para los viticultores, especialmente en áreas donde las heladas son más frecuentes y severas.

Además, las granizadas también han causado daños importantes en los viñedos asegurados.

Las indemnizaciones al sector vitícola han tenido sus máximos históricos en los últimos años llegando en 2021 a una cifra de 83,5 millones de euros, la más alta en los 42 años que lleva instaurado el sistema de seguros agrario español. Esto supone un total de 191.000 hectáreas siniestradas.

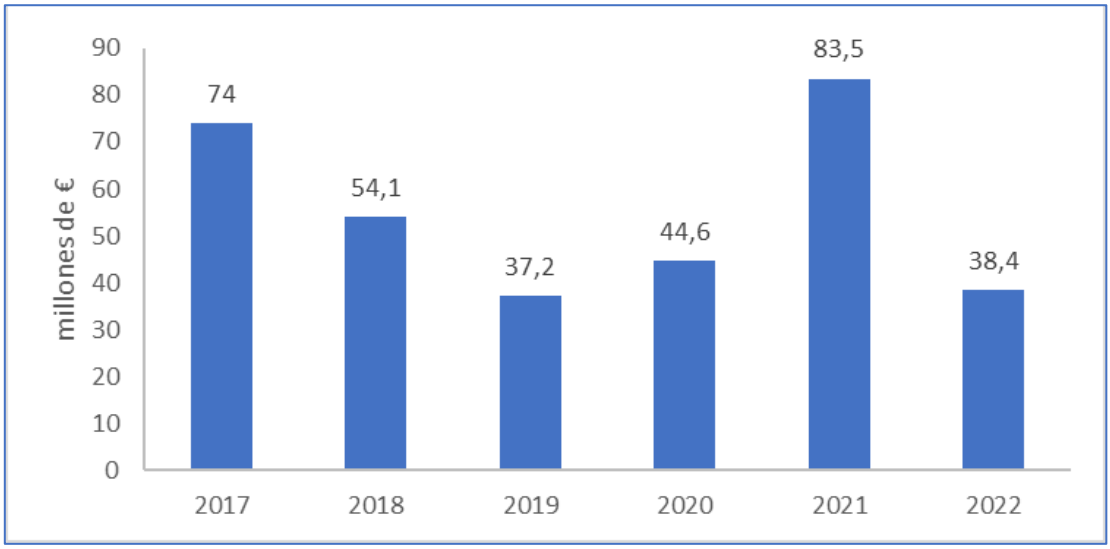


Figura 9. Evolución desde 2017 hasta 2022 de las indemnizaciones totales (M€) a nivel estatal en el sector vitícola.

Fuente: Memoria anual Agroseguro 2022

En el año 2022 supuso también un nuevo máximo histórico en el conjunto de actividades agrarias indemnizadas con un total de 769 millones de euros. De los cuales 38,5 fueron destinados al sector vitícola.

El máximo histórico de 2022 se explica por la reiteración y severidad de fenómenos meteorológicos adversos.

- Entre las principales causas se encuentra una grave helada en abril, que causó daños significativos en producciones del valle del Ebro y el interior peninsular, especialmente en frutales y almendros. Agroseguro abonó indemnizaciones por valor de 259 millones de euros debido a las heladas.
- Además, el año 2022 se caracterizó por largos periodos de altas temperaturas y falta de precipitaciones, lo que resultó perjudicial para los cultivos de verano y comienzo del otoño, como el girasol y el olivar. Agroseguro abonó 117 millones de euros a agricultores y ganaderos por daños causados por la sequía.
- Por otro lado, las fuertes borrascas, acompañadas de pedrisco, viento y lluvia, causaron daños adicionales por un total de 165 millones de euros. Estas condiciones climáticas adversas provocaron desbordamientos e inundaciones, afectando a diversos cultivos.

En conclusión, el año 2022 fue un año especialmente desafiante para el sector vitícola español debido a la incidencia de heladas, sequía y fenómenos meteorológicos extremos.

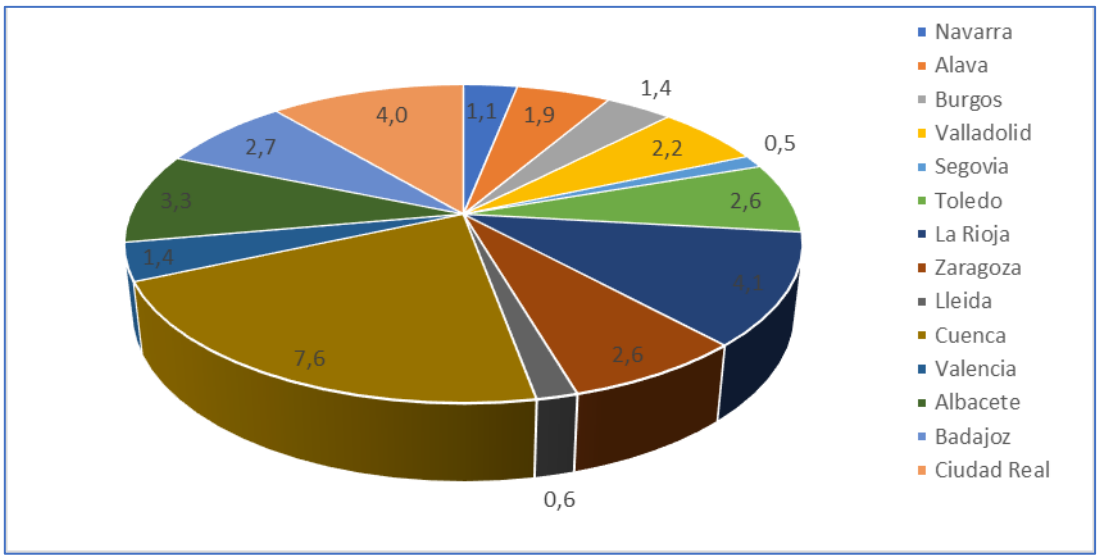


Figura 10. Indemnizaciones (M€) por regiones en seguro agrario para uva de vinificación año 2022.

Fuente: Memoria anual Agroseguro 2022

En la Figura 10 de indemnizaciones por región se observa que las regiones más indemnizadas son Cuenca (7,6 M€), La Rioja (4,1 M€) y Ciudad Real (4 M€).

El objetivo de estas indemnizaciones es dar estabilidad económica a los agricultores y garantizar la continuidad de la actividad vitícola en el país.

1.5. Riesgos climáticos

El cultivo de viñedos enfrenta diversos desafíos relacionados con los riesgos climáticos, que pueden tener un impacto significativo en la producción de uva y la calidad del vino. Los viñedos son particularmente sensibles a las condiciones climáticas, y eventos climáticos extremos pueden afectar tanto el desarrollo de las vides como la cosecha. Los riesgos climáticos en viñedos incluyen fenómenos como heladas, sequías, altas temperaturas, lluvias intensas y granizadas, entre otros.

En este epígrafe se analizarán los riesgos climáticos más relevantes a los que se enfrentan los viñedos, destacando su impacto en las diferentes etapas del ciclo de crecimiento de la vid y cómo pueden afectar al rendimiento y calidad de la uva. Además, se examinarán las estrategias y medidas que los viticultores pueden implementar para evitar o mitigar los riesgos climáticos y proteger sus cultivos. Asimismo, se abordará la importancia de los seguros agrarios como una herramienta de gestión de riesgos frente a eventos climáticos adversos, brindando seguridad económica a los agricultores en caso de pérdidas por fenómenos climáticos extremos.

Con un enfoque en los datos y estudios científicos más actualizados, este análisis proporcionará una visión integral de los riesgos climáticos en viñedos, resaltando la relevancia de la adaptación y la resiliencia para asegurar la sostenibilidad y continuidad de la producción vitivinícola en un contexto de cambio climático.

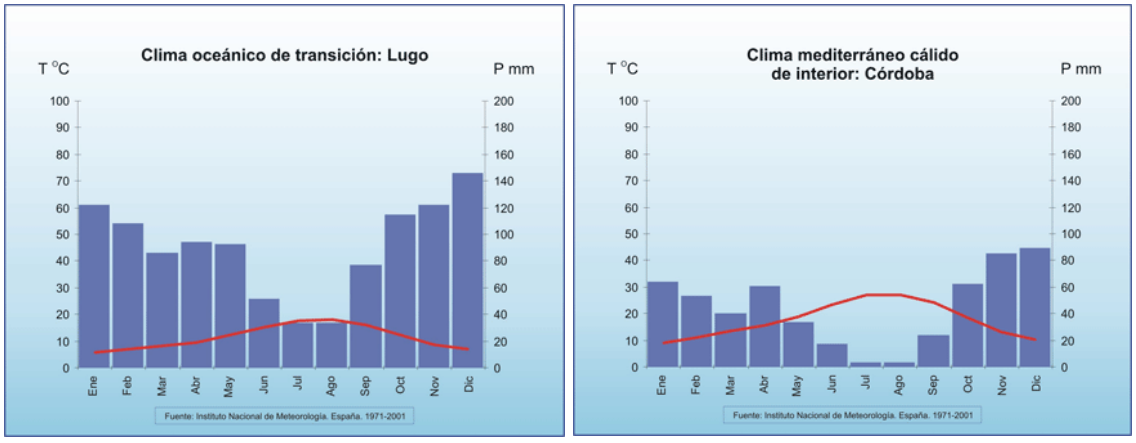
1.5.1. Sequía

La falta de precipitación o sequía es un fenómeno climático que ha afectado significativamente al cultivo de vid en España en los últimos años. La escasez de lluvias durante ciertos periodos puede tener un impacto negativo en el desarrollo de las vides y, en consecuencia, en su rendimiento y calidad.

En España, la sequía ha sido un problema recurrente en diversas regiones agrícolas, especialmente en las zonas del interior y del sur del país. A continuación, se presentan algunos datos sobre la sequía en los últimos años en España:

- Año 2017: España experimentó una grave sequía que afectó a gran parte del territorio nacional. Según los datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), el 2017 fue el segundo año más seco desde que se tienen registros, solo superado por el año 2005. La sequía tuvo un impacto significativo en la producción agrícola, incluido el cultivo de vid.
- Año 2019: Durante el año 2019, España también enfrentó una sequía que afectó a diversas regiones del país. La falta de precipitaciones en muchas zonas agrícolas impactó en los recursos hídricos disponibles para el riego y el desarrollo de las vides.
- Año 2021: El año 2021 también fue marcado por episodios de sequía en algunas áreas de España. Las regiones del Mediterráneo y del interior sufrieron periodos prolongados de escasez de lluvias, lo que generó preocupación entre los agricultores y ganaderos.

Observando la temperatura y precipitaciones de varias zonas representativas de algunos de los climas presentes en España (Figura 11), coinciden las temperaturas más altas con una menor precipitación en los meses de julio y agosto. Durante esos meses de verano se produce, por tanto, un período importante de sequía, conocido como sequía estival. Dicha sequía es además más pronunciada en las zonas de clima mediterráneo cálido o climas áridos (Figura 11), situándose en zonas de centro y sur de España.



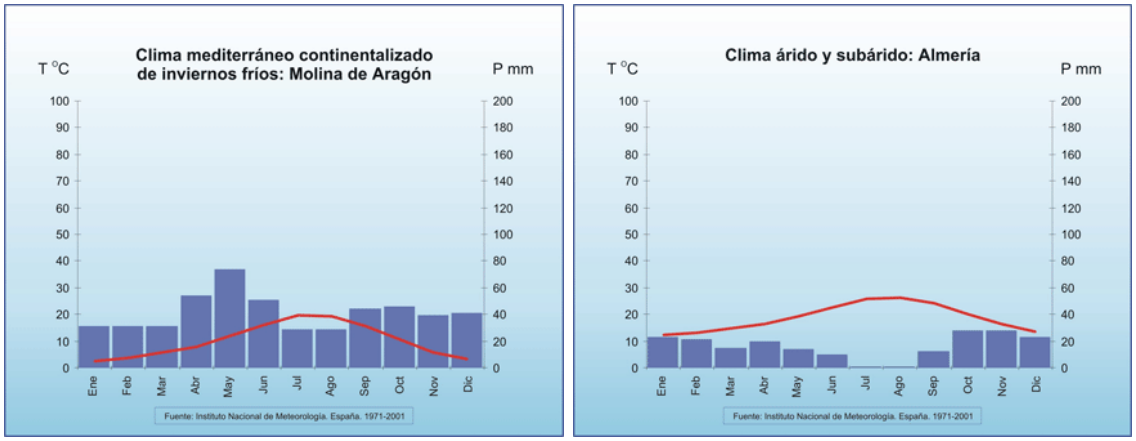


Figura 11. Climogramas de distintas zonas climáticas de España.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional

La sequía en España ha llevado a los agricultores a enfrentar desafíos relacionados con el riego y el manejo del agua, ya que el suministro insuficiente puede afectar el crecimiento y el rendimiento de los cultivos, incluido el cultivo de la vid. En respuesta a estos episodios de sequía, se han implementado diversas medidas de gestión del agua y se ha fomentado la contratación de seguros agrarios que ayuden a proteger a los agricultores ante los riesgos asociados con este fenómeno climático.

Es importante destacar que la sequía es un fenómeno climático complejo y que sus efectos pueden variar según la región y las condiciones específicas de cada cultivo. Los datos mencionados anteriormente son solo un reflejo general de la situación de sequía en España en los últimos años, y la situación puede cambiar de un año a otro.

Además, existe un aumento generalizado de la temperatura debido al cambio climático (Figura 12) que puede suponer un reto en la producción agrícola, especialmente dado que en el territorio español el aumento de la temperatura y disminución de la precipitación acentuará y prolongará los períodos de sequía y sus consecuencias derivadas en los cultivos en los próximos años. Ello se suma a los posibles cambios fenológicos en los cultivos.

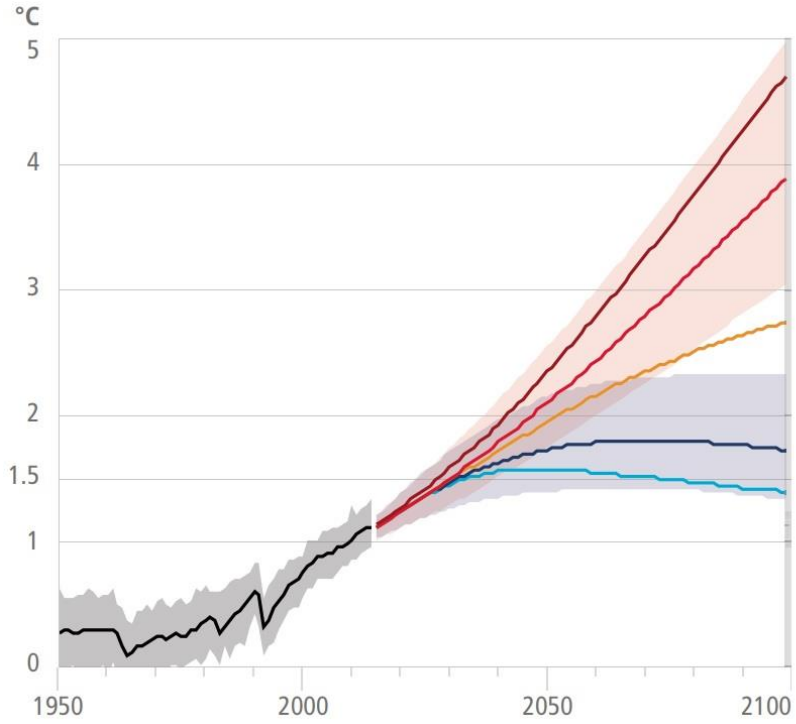


Figura 12. Cambio en la temperatura global observada y predicciones de varios modelos de temperatura hasta 2100.

Fuente: IPCC (2022)

Según Garrido et al., (2016) en la relación entre el rendimiento de un cultivo y la precipitación, el rendimiento promedio tiene mayores valores alcanzables que la media de precipitación. Esto puede tener varias consecuencias importantes:

- Una zona con una precipitación más estable tiende a producir rendimientos medios más altos en los cultivos en comparación con otra zona con la misma precipitación media, pero con más variabilidad o extremos climáticos.
- Cuando la curva de rendimientos de cultivo se asemeja más a una línea recta, el riesgo a la baja disminuye. En general, un sistema productivo más tecnificado y controlado tiende a tener menos riesgo a la baja. Por ejemplo, un cultivo a cielo abierto en régimen de secano presenta un mayor riesgo a la baja que un cultivo en un invernadero. Lo mismo ocurre entre una explotación pecuaria intensiva y tecnificada, en comparación con una extensiva.

Es importante destacar que la estabilidad de la precipitación y la tecnificación de los sistemas productivos son factores cruciales para reducir la variabilidad y el riesgo en la producción agrícola y ganadera. La comprensión de estas relaciones puede contribuir a tomar decisiones informadas para mejorar la productividad y la sostenibilidad en el sector agropecuario.

El estudio sobre irrigación en viñedos de Junquera et al., (2012) señala la importancia de la cantidad de agua sobre el tipo de estrategia de irrigación, siendo el peso de la baya la variable más sensible a la disponibilidad de agua. Además, los autores indican una reducción gradual del crecimiento de los viñedos cuando sufren épocas de poca disponibilidad hídrica.

El aumento de las temperaturas puede tener consecuencias en el rendimiento y producción de los viñedos. Son especialmente sensibles a la sequía los estados de floración y cuajado. Tras la floración, el estrés hídrico derivado de la sequía puede producir la reducción del desarrollo vegetativo de vid, y después del cuajado dicho estrés afectará al crecimiento de las bayas, dando lugar a bayas de pequeño tamaño y, con ello, un menor rendimiento de la cepa.

A su vez, se debe destacar la importancia del comportamiento estomático de la vid en condiciones de estrés hídrico que genera la sequía. Si se observa el modelo de respuesta fotosintético de la vid que realizan Medrano et al. (2002) (Figura 13) con el parámetro de referencia de conducción estomática (g_s), se plantean tres regiones de comportamiento de la vid al estrés hídrico. En la primera región se establecen los valores de g_s en situaciones normales, con valores que dependerán del genotipo y ambiente, y en los cuales el cierre estomático es el factor principal que influye en la reducción de la fotosíntesis. En la segunda región, con una sequía moderada, los valores de g_s indican que también es el cierre estomático el que marca la reducción fotosintética, pero la fotosíntesis se puede reestablecer cuando se reduce el estrés hídrico mediante la hidratación. La tercera región muestra el comportamiento bajo una situación de estrés hídrico severo con niveles de gs bajos, de forma que son los efectos no estomáticos los dominantes en la reducción de la actividad fotosintética. Por ello, la actividad fotosintética en esta fase no se recuperaría tras la hidratación de la vid.

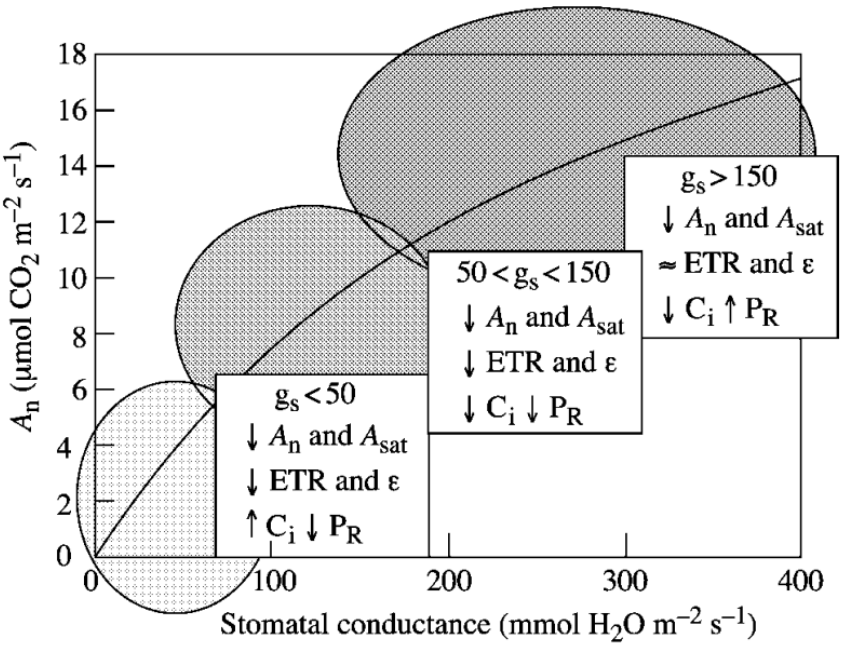


Figura 13. Modelo esquemático de la respuesta fotosintética de la vid a la sequía, usando la conducción estomática (g_s) como parámetro de referencia. Se distinguen tres regiones principales, y se indica para cada región la regulación de los distintos parámetros fotosintéticos: asimilación de CO_2 (An), fotosíntesis a tasa de saturación de CO_2, (Asat), tasa de transporte de electrones a saturación lumínica (ETR), eficiencia carboxílica (ε), concentración subestomática de CO_2 (Ci), fotorrespiración (P_R).

Fuente: Medrano et al. (2002). Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter.

En resumen, las plantas de vid bajo un estrés hídrico experimentan una reducción de la actividad fotosintética debido al cierre estomático; cuando la sequía es moderada, la rehidratación reactivará la fotosíntesis; pero, si el estrés hídrico es prolongado, la fotosíntesis no se recupera. De forma que, en un contexto de cambio climático en el que la Península Ibérica sufrirá aumentos en la temperatura y sequías más pronunciadas y prolongadas (IPCC, 2022), se hace indispensable conocer el comportamiento de los viñedos al estrés hídrico y mitigar sus efectos en la producción de uva.

1.5.2. Heladas

Las heladas son un fenómeno climático que produce importantes pérdidas en el cultivo de vid en España cada año. Las bajas temperaturas durante ciertos periodos del año pueden dañar los viñedos y afectar negativamente al rendimiento y calidad de la uva. Además, el cambio climático genera alteraciones en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos no solo de sequía, sino también de heladas en primavera, que puede acarrear problemas en la capacidad productiva del viñedo.

Existen respuestas adaptativas en las plantas de cultivo para enfrentar las bajas temperaturas y heladas. En la vid, es importante la resistencia al frío de las yemas en función de su estado interno y condiciones atmosféricas previas a las heladas invernales. En general, el periodo de brotación de yemas permite a las plantas de vid resistir temperaturas de helada. Se ha observado que un período de temperaturas frías previo a las heladas puede favorecer la concentración de azúcares en yemas, lo cual mejora su resistencia al frío (Char, 2013). Sin embargo, las yemas parecen ser más vulnerables a las heladas en sus estados de desarrollo más tardíos (Puller & Telli, 1999). Por tanto, las heladas podrán tener consecuencias distintas en función de la época del año, el estado de las yemas, y las condiciones climatológicas previas a las heladas.

A continuación, se presentan algunos datos y hechos relevantes sobre las heladas en el sector vitícola español:

- Episodios de heladas: Las heladas en España ocurren frecuentemente durante los meses de invierno debido a descensos de la temperatura por la llegada de una masa de aire de origen polar o ártico (García de Pedraza, 1962). Este tipo de heladas no suele ser perjudicial para los cultivos dado que se hallan en período de latencia o reposo invernal. Por otro lado, las heladas producidas en los meses de otoño y primavera pueden darse por fenómenos de irradiación del calor terrestre y enfriamiento de los vegetales durante la noche, o por llegadas de masas de aire a baja temperatura de zonas más frías (García de Pedraza, 1962). Este tipo de heladas provocan serios daños a los cultivos, incluyendo la vid, dado que afecta a momentos de reproducción y/o maduración.

  Por tanto, las heladas que ocurren en primavera y otoño tienen graves consecuencias en la producción dado que afecta al ciclo de crecimiento de las vides, y se debe tener en cuenta que los episodios de heladas pueden ver adelantada su aparición en algunas zonas con el cambio climático (Saa-Requeno et al., 2022).

  En el año 2023 se produjeron heladas en los meses de abril y mayo que produjeron una superficie siniestrada de cultivos de vino que alcanzó las 46.000 hectáreas (Agroseguro, 2023). De la misma forma, se produjeron heladas intensas en la

primavera de 2017 que provocó pérdidas millonarias en el Bierzo, Valdeorras, Ribera del Duero y zonas de la Rioja. Los daños de ese año se agravaron aún más con la sequía que sufrirían los viñedos afectados tras las heladas.

- Daños en los viñedos: Las heladas pueden causar daños significativos en los brotes y flores de las vides, lo que afecta directamente la producción de uva, además de una pérdida directa de los racimos dañados por las heladas.

  Como se ha comentado, la época del año en la que se producen las heladas influye en los daños que se producen en los viñedos. Cuando las heladas se producen en primavera, las plantas de vid se encuentran en fase de crecimiento y las heladas pueden causar daños en las yemas y brotes. Cuando se produce la muerte de un brote, suele surgir el crecimiento de un segundo rebrote, pero este no suele ser un gran productor de uva. Las heladas producidas en otoño suelen causar la defoliación de las plantas.

  Medidas de protección: A su vez, existen factores en los propios viñedos que influyen en la resistencia a heladas. Entre ellos están la variedad de uva, poda, edad y estado del ejemplar.

  Para minimizar los riesgos de las heladas en los viñedos se pueden escoger variedades de vid con brotación tardía, atendiendo a la zona climática y el ciclo fenológico de la variedad. Se pueden realizar métodos de retraso de la época de brotación, o podas altas y tardías (García de Pedraza, 1962). A su vez, se pueden tomar medidas de disminución de la radiación del suelo con la cobertura de este, pantallas sobre las plantas para disminuir la pérdida de calor, irrigación, instalación de molinos para la mezcla del aire superior (cálido) con el inferior (frío), o el uso de calefacciones (García Pedraza, 1962).

- Seguros agrarios: Ante el riesgo de daños por heladas, muchos agricultores contratan seguros agrarios que cubren los posibles perjuicios ocasionados por este fenómeno climático. Los seguros agrarios ofrecen una protección adicional para los agricultores en caso de siniestros por heladas.

En conclusión, las heladas son un factor de riesgo importante en el sector vitícola español y han sido una preocupación recurrente para los agricultores en los últimos años. El monitoreo constante del clima y la implementación de medidas de protección son esenciales para minimizar los daños y garantizar un rendimiento óptimo en el cultivo de la vid. Los seguros agrarios también desempeñan un papel clave al proporcionar una salvaguarda económica frente a los posibles efectos negativos de las heladas en el sector vitivinícola.

1.5.3. Granizo

El granizo se destaca como uno de los fenómenos más perjudiciales para la producción y calidad de la uva. El granizo es una forma de precipitación congelada que puede causar daños significativos en los viñedos, afectando tanto el rendimiento como la calidad de los racimos.

El granizo puede dañar las hojas, los brotes y las uvas en desarrollo, lo que impacta negativamente en el desarrollo de las vides y puede llevar a la pérdida parcial o total de

la cosecha. Las condiciones climáticas cambiantes como resultado del calentamiento global ya comentadas han llevado a un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos de granizo, lo que ha aumentado la preocupación entre los viticultores. En el mes de mayo de 2023 una borrasca con precipitación en forma de granizo afectó a 3400 hectáreas de viñedos de la Comunidad Valenciana y a 4200 hectáreas de Castilla-La Mancha (Agroseguro, 2023).

En respuesta a este riesgo, los viticultores implementan una serie de medidas para mitigar los efectos del granizo en sus viñedos. Algunas de estas medidas incluyen el uso de mallas o redes de protección sobre las vides, que pueden reducir el impacto del granizo y proteger los racimos en desarrollo. Además, algunos viticultores recurren a la instalación de sistemas de alerta temprana para monitorear la probabilidad de tormentas de granizo y tomar medidas preventivas cuando sea necesario.

Los seguros agrarios también juegan un papel fundamental en la gestión de riesgos de granizo en los viñedos. Los agricultores pueden contratar seguros específicos que cubran los posibles daños ocasionados por este fenómeno climático, lo que les brinda una protección económica en caso de siniestros.

En conclusión, los riesgos de granizo representan un desafío significativo para los viñedos y la producción vitivinícola. La frecuencia e intensidad creciente de eventos de granizo requiere que los viticultores implementen medidas de mitigación y consideren la contratación de seguros agrarios como parte de una estrategia integral para proteger sus cultivos y garantizar la sostenibilidad a largo plazo del sector vitivinícola. El monitoreo constante del clima y la implementación de medidas de protección son esenciales para minimizar los daños y mantener la calidad y producción de la uva en el contexto de un clima cambiante.

1.5.4. Olas de calor

Las olas de calor son un fenómeno climático cada vez más frecuente y preocupante en el contexto del cambio climático. Estas altas temperaturas extremas pueden tener un impacto significativo en el cultivo de viñedos, afectando diversas etapas del ciclo de crecimiento de la vid y la calidad de la uva.

Las altas temperaturas durante una ola de calor pueden provocar estrés térmico en las vides, lo que afecta su desarrollo y puede dar lugar a un desequilibrio en la maduración de los racimos. A ello se suma el estrés hídrico causado por las sequías asociadas a este fenómeno en muchos casos, con las consecuencias en los cultivos de vid ya comentados.

Además, las altas temperaturas pueden acelerar el proceso de maduración y reducir el tiempo disponible para que las uvas alcancen su punto óptimo de calidad y azúcares, lo que afecta la calidad y complejidad del vino final. Por el contrario, las altas temperaturas y el déficit hídrico pueden producir el cierre estomático para el ahorro de agua de la planta, impidiendo que las bayas maduren. A su vez, con un cierre estomático prolongado en el tiempo se produce la caída de hojas.

En respuesta a los desafíos planteados por las olas de calor, los viticultores implementan diversas estrategias de adaptación para proteger sus viñedos y mantener la calidad de la uva. Algunas de estas estrategias incluyen:

- Riego suplementario: Durante las olas de calor, los viticultores pueden aplicar riego suplementario para mantener el nivel adecuado de humedad en el suelo y aliviar el estrés hídrico en las vides.
- Uso de cubiertas de sombra: Algunos viticultores utilizan cubiertas de sombra o mallas para proteger las vides del exceso de radiación solar y mantener temperaturas más frescas en los viñedos.
- Manejo del dosel de la vid: Ajustar el dosel de la vid, es decir, la cantidad y disposición de las hojas, puede ayudar a regular la exposición al sol y la temperatura en los racimos.
- Cosecha temprana: Ante pronósticos de olas de calor, los viticultores pueden optar por una cosecha temprana para evitar daños en la maduración de las uvas.
- Uso de prácticas sostenibles: La adopción de prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura de conservación y el uso de cubiertas vegetales, puede ayudar a proteger los suelos y reducir el estrés hídrico durante períodos de altas temperaturas.
- La contratación de seguros agrarios también puede proporcionar una protección adicional para los viticultores en caso de pérdidas relacionadas con las olas de calor. Estos seguros pueden cubrir daños en los cultivos, pérdidas de rendimiento y otras contingencias que puedan surgir debido a eventos climáticos extremos.

En conclusión, las olas de calor presentan desafíos significativos para los viñedos y la producción vitivinícola. La adopción de estrategias de adaptación y la utilización de seguros agrarios pueden ayudar a los viticultores a enfrentar estos desafíos y garantizar la sostenibilidad y calidad de la producción de uva y vino en un contexto de cambio climático.

1.6. Riesgos por plagas

1.6.1. Conejos

El conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*) es una especie con presencia abundante en la Península Ibérica y originaria de esta. Habita típicamente en el monte y matorral mediterráneo. Se trata de una especie adaptable y con reproducción rápida y a lo largo de todo el año, de forma que prolifera y se hace abundante de manera rápida. Ello puede suponer que sea tratado como plaga cuando su presencia genera pérdidas y daños en la agricultura, llegando a ser considerado como la especie que más daño ha causado en cultivos de Castilla la Mancha (Rouco, 2021).

Si bien en esta comunidad los mayores daños observados causados por el conejo fueron a cultivos de cebada, la vid recibió un daño en superficie menor, pero de mayor duración e impacto en la economía de estos (Rouco, 2021). Así, parece existir un aumento en los daños en viñedos por los conejos en los últimos años en zonas del sur de la Península (BOJA, 2010). Ello puede deberse a una limitación en su alimentación que haría que el conejo optara por los viñedos para suplirla (Barrio et al., 2010).

Las medidas que se suelen adoptar frente a los conejos son el uso de vallado o protectores para evitar el consumo de los brotes y plántulas. El labrado ocasional de la finca puede dificultar el tránsito de los conejos. Por último, se da también el uso de repelentes o la

propia caza de los conejos. En la mayoría de los datos de daños por conejo, estos se producen en plantaciones en vaso, por lo que se puede plantear como solución la modificación del sistema de conducción y el cambio de vaso a espaldera.

1.6.2. Mosquito verde

El mosquito verde (*Empoasca vitis* y *Jacobiasca lybica*) es un insecto de color verde que causa importantes daños en las plantas de vid al alimentarse de la savia de estas mediante picaduras foliares. Existen dos especies de mosquito verde, una con mayor presencia en la mitad norte de la península (*Empoasca vitis*) y otra en la mitad sur (*Jacobiasca lybica*). En ambos casos se trata de una plaga que ha adquirido gran importancia en los últimos años por el aumento de los daños que produce a los viñedos. Es probable que dicho aumento se deba al aumento de temperatura y períodos cálidos de mayor duración asociados al cambio climático que se dan en la Península Ibérica.

El daño producido por el mosquito verde en los viñedos perjudica el desarrollo de los brotes tras ser picados por el insecto, así como la necrosis de las hojas afectadas. Se crea además una mayor vulnerabilidad de los ejemplares afectados a condiciones climáticas adversas (Espadas, 2017).

El tratamiento de insecticidas o el uso de polvos de azufre son medidas recomendadas para evitar esta plaga en los viñedos, ya que una vez manifestados los daños suelen ser irrecuperables.

1.6.3. Aves

Numerosas especies de aves se alimentan de las uvas de los viñedos, siendo consideradas como una plaga por los daños que causan en el cultivo. Aves como los mirlos, urracas, arrendajos, pinzones, palomas, petirrojos o estorninos son algunas de las especies que causan pérdida de uvas.

El alimento directo de las uvas maduras por parte de estas aves genera daños a la uva y pérdidas de cosecha. A su vez pueden causar estrés en las viñas con el dañado de sus hojas y tallos. Además, pueden causar un deterioro del cultivo por la transmisión de infecciones por los patógenos presentes en sus picos y plumas.

Para tomar medidas de prevención cabe destacar que las aves concentran, en general, su actividad al amanecer y al anochecer y que la presencia de un grupo de aves puede atraer a otros. Se pueden instalar redes de protección sobre las áreas de cultivo puede evitar que las aves lleguen a las uvas y los racimos, así como dispositivos visuales y sonoros que asusten a las aves y disuadan su presencia en los viñedos.

1.7. Riesgos económicos

En la economía actual en constante cambio, los agricultores y las empresas agroindustriales del sector vitícola se enfrentan a una serie de desafíos de naturaleza económica, siendo uno de los principales la alta cantidad de riesgo involucrado. Este riesgo está impulsado por diversos factores, que incluyen la mayor volatilidad de precios de insumos y productos, los efectos del cambio climático, las restricciones al comercio internacional y la implementación de estándares de seguridad alimentaria más estrictos. Estos acontecimientos se han producido junto con cambios significativos en los

fundamentos del mercado agrícola, lo que convierte al riesgo de precios en una cuestión crítica para los agricultores.

El debate político en el sector agrícola gira en torno a comprender las causas fundamentales de la volatilidad de los precios de los productos básicos. Existen dos corrientes principales: una que sugiere que la especulación en el mercado de futuros impulsa esta volatilidad, mientras que la otra argumenta que simplemente refleja los fundamentos económicos subyacentes. Una preocupación creciente es el impacto de la inversión financiera en derivados de productos básicos, especialmente aquellos basados en la replicación de índices de futuros, que podrían actuar como una fuente independiente de comportamiento de precios y contribuir a los patrones recientes de volatilidad de precios en estos mercados.

1.7.1. Mercado de futuros

Uno de los instrumentos utilizados en la agricultura para lidiar con la volatilidad de precios es el uso del mercado de futuros. El uso del mercado de futuros en el sector vitícola se refiere a la utilización de contratos de futuros para gestionar y proteger el riesgo de precios asociado a la producción y comercialización de uvas y productos relacionados con el vino. Los mercados de futuros son mercados financieros donde se negocian contratos que acuerdan la compra o venta de un activo (en este caso, uvas o vino) a un precio específico y en una fecha futura predeterminada.

El objetivo principal del uso de futuros en la viticultura es proporcionar una herramienta de cobertura que permita a los productores y comercializadores protegerse contra la volatilidad de precios. La volatilidad de precios es una característica común en el mercado de productos agrícolas, incluidas las uvas y el vino, debido a factores como cambios en la oferta y la demanda, eventos climáticos, cambios en la política comercial y otros factores económicos y ambientales.

Al utilizar contratos de futuros, los actores del sector vitícola pueden fijar el precio al que comprarán o venderán sus productos en el futuro, independientemente de las fluctuaciones del mercado. Esto brinda cierta certidumbre y estabilidad en los ingresos y los costos, lo que es especialmente importante para aquellos involucrados en actividades de producción a largo plazo, como el cultivo de viñedos y la producción de vino.

Existen dos tipos principales de participantes en el mercado de futuros en el sector vitícola:

- Productores: Los productores de uvas pueden utilizar contratos de futuros para fijar un precio de venta anticipado para su producción de uvas antes de que estas estén listas para su cosecha. Esto les permite protegerse contra una disminución futura en los precios y asegurar ingresos mínimos, lo que les brinda una mayor estabilidad financiera.
- Comercializadores y bodegas: Los comercializadores y bodegas que compran uvas para la producción de vino también pueden utilizar contratos de futuros para fijar un precio de compra anticipado. Esto les permite protegerse contra un aumento futuro en los precios de las uvas y garantizar un suministro constante y predecible de materia prima a precios conocidos.

Es importante destacar que el uso de futuros en el sector vitícola implica ciertos riesgos y costes asociados. Por ejemplo, si los precios del mercado aumentan significativamente por encima del precio acordado en el contrato de futuros, los productores o compradores podrían perder la oportunidad de beneficiarse de esos precios más altos. Además, participar en el mercado de futuros requiere conocimientos y habilidades específicas, ya que implica un mayor nivel de sofisticación financiera y comprensión de los mercados.

En este contexto, los investigadores han examinado las decisiones óptimas de gestión de riesgos de los agricultores aversos al riesgo en la industria vitícola, quienes se enfrentan a múltiples fuentes de incertidumbre en los precios de los productos básicos. Estos agricultores suelen vender sus productos a dos mercados diferentes, y mientras uno de estos mercados puede tener un mercado de futuros, el otro podría no tenerlo.

Para comprender mejor las estrategias de gestión de riesgos de los agricultores, los investigadores han identificado tres enfoques posibles: la sobreprotección, la protección total y la subprotección. La elección de la estrategia depende de la correlación entre los precios de los dos productos básicos aleatorios.

1.7.2. Estrategia de Sobreprotección

Cuando los precios de los dos productos básicos están fuertemente correlacionados de manera positiva, el agricultor puede optar por emplear una estrategia de sobreprotección. Este enfoque implica cubrir una cantidad mayor de productos básicos de la necesaria, teniendo en cuenta el riesgo de precios involucrado. La lógica detrás de la sobreprotección es protegerse contra posibles pérdidas debido a las fluctuaciones de precios en cualquiera de los dos productos básicos.

1.7.3. Estrategia de Protección Total

En los casos en que los precios de los dos productos básicos no están correlacionados, una estrategia de protección total puede ser la opción preferida del agricultor. Este enfoque implica cubrir una cantidad igual a las ventas esperadas en ambos mercados. La estrategia de protección total tiene como objetivo proporcionar protección contra la incertidumbre del mercado evitando una exposición excesiva a las fluctuaciones de precios de cualquiera de los productos básicos.

1.7.4. Estrategia de Subprotección

Alternativamente, cuando los precios de los dos productos básicos están fuertemente correlacionados de manera negativa, el agricultor podría optar por una estrategia de subprotección. En este escenario, el agricultor cubre menos de las ventas esperadas en ambos mercados, exponiéndose a cierto riesgo de precios. La estrategia de subprotección se adopta para potencialmente beneficiarse del aumento de precios en un mercado, mientras se está protegido contra las disminuciones de precios en el otro mercado.

1.7.5. Contratos a plazo

Los contratos recogidos en el MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) de España son conocidos como "Contratos-Tipo" y se enmarcan dentro de la legislación nacional que regula la contratación entre productores agrarios y empresas compradoras o transformadoras. Estos contratos tienen como objetivo principal fomentar la integración

asociativa y establecer relaciones comerciales equitativas y transparentes en el sector agroalimentario, incluido el sector vitícola.

Los Contratos-Tipo son acuerdos prediseñados y estandarizados que establecen las condiciones y términos de compra y venta de productos agrícolas o ganaderos. En el caso del sector vitícola, estos contratos se utilizan para formalizar la relación entre los productores de uvas y las bodegas o empresas de elaboración de vino.

Los Contratos-Tipo recogidos en el MAPA ofrecen una serie de ventajas y beneficios para ambas partes involucradas:

- Transparencia: Al estar prediseñados, estos contratos ofrecen un marco claro y transparente para las negociaciones y transacciones comerciales entre productores y compradores. Esto ayuda a evitar malentendidos y conflictos, garantizando que ambas partes tengan una comprensión clara de los términos acordados.
- Equidad: Los Contratos-Tipo están diseñados para proteger los intereses de ambas partes, garantizando una relación comercial justa y equitativa. Estos contratos establecen condiciones estándar que protegen los derechos y deberes de ambas partes, evitando abusos y prácticas comerciales desleales.
- Seguridad jurídica: Al contar con un contrato estandarizado y respaldado por el MAPA, tanto los productores como los compradores tienen una mayor seguridad jurídica en caso de disputas o incumplimientos. Los Contratos-Tipo ofrecen una base sólida para la resolución de conflictos.
- Cumplimiento normativo: Estos contratos se ajustan a la legislación vigente y a las normativas específicas del sector agroalimentario. Garantizan el cumplimiento de los requisitos legales y regulatorios relacionados con la compra y venta de productos agrícolas.
- Facilidad de uso: Al ser contratos prediseñados, los productores y compradores pueden utilizarlos como punto de partida en sus negociaciones y adaptarlos según sus necesidades específicas. Esto agiliza el proceso de contratación y reduce la complejidad de la documentación legal.

En el contexto del sector vitícola, estos Contratos-Tipo pueden ser particularmente útiles para formalizar la relación entre los productores de uvas y las bodegas o empresas de vino, estableciendo condiciones claras y justas para ambas partes. Al brindar transparencia, equidad y seguridad jurídica, estos contratos contribuyen a fortalecer las relaciones comerciales y promover una integración asociativa más sólida en la cadena de valor del vino en España.

Los Contratos-Tipo ofrecidos por el MAPA de España son instrumentos efectivos de gestión del riesgo económico en explotaciones vitícolas por varias razones:

1. Estabilidad de precios: Estos contratos permiten a los productores de uvas asegurar un precio predeterminado y conocido por adelantado. Al establecer un precio fijo para la venta de sus uvas, los productores se protegen contra la volatilidad de precios en el mercado. Esto proporciona una mayor estabilidad de ingresos y ayuda a evitar posibles pérdidas económicas debido a caídas en los precios.

2. Planificación financiera: Al conocer el precio al que venderán sus uvas con antelación, los productores pueden realizar una planificación financiera más precisa y efectiva. Esto les permite estimar sus ingresos futuros y tomar decisiones estratégicas sobre inversiones, insumos y expansión con mayor certidumbre.
3. Reducción del riesgo de incumplimiento: Los Contratos-Tipo están respaldados por el MAPA y cumplen con la normativa vigente, lo que proporciona una mayor seguridad jurídica para ambas partes. Esto reduce el riesgo de incumplimientos o conflictos comerciales, brindando a los productores una mayor confianza al entablar relaciones comerciales con compradores.
4. Protección contra fluctuaciones del mercado: El sector vitícola es especialmente susceptible a las fluctuaciones de precios debido a factores como la variabilidad climática y la demanda del mercado. Al utilizar Contratos-Tipo, los productores pueden mitigar el riesgo asociado con estas fluctuaciones y asegurar un ingreso estable, independientemente de las condiciones del mercado.
5. Equidad en la negociación: Los Contratos-Tipo están diseñados para proteger los intereses de ambas partes en la transacción comercial. Al ofrecer términos estandarizados y transparentes, se evita que una de las partes se beneficie injustamente a expensas de la otra. Esto fomenta una relación comercial equitativa y duradera entre productores y compradores.
6. Facilitación de la integración asociativa: Los Contratos-Tipo promueven la integración asociativa en el sector vitícola, al establecer una estructura de negociación y contratación clara y predefinida. Facilitan la colaboración entre los distintos actores de la cadena de valor del vino y contribuyen a una mayor coordinación y eficiencia en el sector.

En resumen, los Contratos-Tipo ofrecidos por el MAPA son valiosos instrumentos de gestión del riesgo económico en explotaciones vitícolas. Al proporcionar estabilidad de precios, planificación financiera, seguridad jurídica y protección contra las fluctuaciones del mercado, estos contratos ayudan a los productores a enfrentar los desafíos económicos y a tomar decisiones comerciales más informadas y estratégicas. Además, al fomentar relaciones comerciales equitativas y facilitar la integración asociativa, contribuyen al desarrollo sostenible y competitivo del sector vitícola en España.

2. METODOLOGÍA

La viabilidad económica de las prácticas de gestión de riesgos en viticultura es de suma importancia para garantizar la sostenibilidad y prosperidad de este sector esencial en España. Los viñedos se enfrentan a diversos riesgos que pueden afectar significativamente a sus operaciones y resultados económicos. Este capítulo pretende analizar la eficacia y las implicaciones económicas de las prácticas de gestión de riesgos.

Para ello se va a detallar la metodología utilizada para el estudio que se ha considerado la más útil para comprender las necesidades específicas de gestión de riesgos en explotación en las distintas regiones, para intentar comprender como los viticultores pueden optimizar sus estrategias y fomentar un sector más resistente y rentable.

2.1. Cálculo de costes

Se van a llevar a cabo dos diferentes metodologías para realizar el cálculo económico de las estrategias propuestas en función de si se considera relevante o no el emplazamiento en el cambio del coste.

En cuanto a las dos metodologías los cálculos se realizarán con las dimensiones, necesidades y características típicas de un viñedo modal en España, obtenidas a partir de los datos sobre encuestas de viñedos publicados en la página web del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

A partir de esta explotación modal se realizará el cálculo de los costes que supone la implementación de estas estrategias a partir de datos obtenidos de informes y bibliografía técnica de organizaciones relacionadas con la vitivinicultura, empresas especializadas en la comercialización de material vitícola y comunicación personal con viticultores.

Además, se ha considerado relevante el estudio según su ubicación de los costes del riego, ya que las necesidades hídricas varían significativamente dependiendo de la ubicación territorial. Para asegurar una cobertura del territorio, el estudio se centrará en las regiones NUTS en España.

Las regiones NUTS (Nomenclature of Territorial Units for Statistics) son una clasificación utilizada en la Unión Europea para dividir y organizar el territorio de los países miembros con fines estadísticos y de planificación regional. La NUTS proporciona un sistema jerárquico que divide a los países en regiones administrativas más pequeñas, lo que facilita la recopilación y comparación de datos socioeconómicos a nivel regional.

Las regiones NUTS se clasifican en tres niveles: NUTS1, NUTS2 y NUTS3.

- NUTS1: Son las regiones más grandes a nivel socioeconómico y representan a clasificación más alta en la jerarquía de división geográfica utilizada en la Unión Europea. Corresponden a los países miembros de la Unión Europea y se utilizan para agrupar y analizar datos a nivel nacional.
- NUTS2: Son las regiones más grandes y representan subdivisiones de un país en términos de áreas geográficas más amplias. Estas regiones se conocen comúnmente como "grandes regiones" y son coherentes con las divisiones políticas o administrativas de los países. En España, por ejemplo, las Comunidades Autónomas representan las NUTS2.
- NUTS3: Son divisiones más pequeñas dentro de las regiones NUTS2. Estas regiones, también conocidas como "regiones intermedias", se crean para proporcionar una visión más detallada de la realidad económica y social de un país. En España, las provincias o agrupaciones de provincias conforman las NUTS3.

La clasificación NUTS2 se considera la más adecuada para este estudio ya que proporciona una unidad geográfica significativa para el análisis, lo que nos permite captar las variaciones regionales en las prácticas de viticultura y las necesidades de gestión de riesgos. Se identificarán las regiones NUTS2 con una presencia significativa de viñedos y producción de uva a través de estadísticas e informes agrícolas disponibles en el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

Figura 14. Mapa de España NUTS 2.

Fuente: Eurostat.

Para las necesidades hídricas se ha relacionado las regiones NUTS2 con las estaciones meteorológicas situadas en España con datos en el programa CROPWAT.

Las ecuaciones que utiliza CROPWAT para calcular las necesidades hídricas para el cultivo de uva para vinificación se han migrado al lenguaje de programación de R en un proyecto paralelo que se ha llevado a cabo con mi colaboración en el departamento de Economía Agraria. Se ha usado en este trabajo para facilitar los cálculos de estas necesidades para todas las estaciones meteorológicas en territorio nacional en su conjunto para el cultivo seleccionado con las características y parámetros edafológicos y del cultivo que utiliza el mismo CROPWAT.

Con estas necesidades de riego se ha calculado el coste del suministro de agua para regadío que tendría una explotación en cada región NUTS-2.

En cualquiera de los casos se compararán estos resultados con el coste de contratar un seguro que cubra cada uno de los riesgos que intentan paliar estas soluciones propuestas.

2.2. Viabilidad económica

En cuanto a la viabilidad económica de las estrategias se ha realizado por medio de los indicadores financieros VAN, TIR y PAYBACK. Tratando la implementación de estas estrategias como un proyecto. Este análisis financiero se elaborará a partir de la realización de cuadro de flujos de caja, en el cual se tendrán los siguientes elementos:

- Ingresos ordinarios: Estimados a partir de las características de la explotación modal planteada y como afecte la estrategia planteada al aumento o disminución del rendimiento.
- Costes ordinarios: Calculados de la misma manera que los ingresos ordinarios para la explotación planteada y como pueda afectar cada estrategia al aumento, disminución de los costes de alguna operación del viñedo. En ocasiones las estrategias pueden implicar la eliminación o adición de operaciones con la consecuente eliminación o adición de los costes que estas impliquen.
- Costes extraordinarios: Calculados con el coste de instalación o implantación de la estrategia planteada (material y operaciones). En algunos casos en el que la estrategia requiera de alguna renovación del material de compra (como en el caso de la allá antigranizo) también se contara como pago extraordinario.

2.3. Análisis de costes marginales

Por último, se realizará un estudio de los costes marginales en cuanto a la relación ingreso-coste que varían en las estrategias y en cómo se pueden combinar las mismas para ser implementadas de manera que el viticultor pueda verse menos perjudicado a nivel económico con la implantación de las mismas.

3. ESTUDIO DE COSTES PARA REDUCIR EL RIESGO EN CADA SITUACIÓN

3.1. Coste de subir la planta de vaso a espaldera

El sistema de conducción en espaldera es uno de los diferentes sistemas de conducción que se pueden implantar en viticultura. Generalmente los diferentes sistemas se clasifican según sus elementos de sujeción o la forma de la cubierta vegetal (Tabla 3 y Tabla 4).

Tabla 3. Sistemas de conducción de la vid en función de elementos de sujeción.

<table>
<tr><td rowspan="2">SIN ESTRUCTURA DE SUJECIÓN</td><td colspan="3" rowspan="2"></td><td>Vaso bajo</td></tr>
<tr><td>Vaso medio</td></tr>
<tr><td rowspan="5">CON ESTRUCTURA PARA SUJETAR EL ESQUELETO DE LA PLANTA</td><td colspan="3" rowspan="3">Vegetación libre</td><td>Vaso alto</td></tr>
<tr><td>Cordón vertical</td></tr>
<tr><td>Desparramado (Sprawl)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Vegetación libre pero dirigida manualmente</td><td>Un plano</td><td>Cortina</td></tr>
<tr><td>Dos planos</td><td>Doble cortina (GDC)</td></tr>
<tr><td rowspan="10">CON ESTRUCTURA PARA GUIAR EL ESQUELETO Y LA VEGETACIÓN</td><td rowspan="5">Vegetación dispuesta en un único plano</td><td rowspan="3">Plano vertical</td><td>Vegetación ascendente</td><td>Espaldera</td></tr>
<tr><td>Vegetación ascendente y descendente</td><td>Sylvoz</td></tr>
<tr><td>Vegetación semidescendente</td><td>Espaldera de Jerez</td></tr>
<tr><td colspan="2">Plano oblicuo</td><td>Pérgola</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Plano horizontal</td><td>Parral</td></tr>
<tr><td>Pérgola romagnola</td></tr>
<tr><td>Sistema de centro abierto</td><td colspan="2">Vegetación semidescendente</td><td>Formas en T</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Vegetación dividida en dos planos</td><td rowspan="3">Planos verticales</td><td rowspan="3">Vegetación ascendente y descendente</td><td>Scott-Henry</td></tr>
<tr><td>Smart-Dyson</td></tr>
<tr><td>Smart-Henry</td></tr>
<tr><td colspan="2">Vegetación ascendente</td><td>Lira en U</td></tr>
<tr><td colspan="2">Planos oblicuos</td><td>Lira en V</td></tr>
</table>

Fuente: Pilar Baeza Trujillo y José Ramón Lissarrague.

Tabla 4. Sistemas de conducción de la vid en función de la forma de la cubierta.

<table>
<tr><td rowspan="4">COBERTURA CONTINUA A LO LARGO DE LA FILA</td><td rowspan="4">Simple</td><td>Espaldera</td></tr>
<tr><td>Cortina</td></tr>
<tr><td>Pérgola</td></tr>
<tr><td>Parral</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Dividida</td><td>Doble cortina de Geneva (GDC)</td></tr>
<tr><td>Liras en U y V</td></tr>
<tr><td>Scott Henry y derivados</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">COBERTURA DISCONTINUA A LO LARGO DE LA FILA</td><td>Vaso</td></tr>
<tr><td>Eje vertical</td></tr>
<tr><td>Espaldera con plantas de escaso desarrollo vegetativo</td></tr>
</table>

Fuente: Pilar Baeza Trujillo y Jos Ramn Lissarrague.

El tipo de sistema de conducción en la vid tiene un efecto muy importante en la planta. Estudios como el de Shaulis et al., (1996) han demostrado que afecta a la captación de energía lumínica y a los microclimas del racimo y hojas de la vid.

Para el cálculo económico de la instalación de la espaldera se han considerado la información disponible del MAPA sobre Encuestas de Viñedo para el año 2020. Estas encuestas son las encargadas de recoger las estadísticas a nivel nacional sobre el tamaño modal, rendimiento modal, etc. Teniendo en cuenta estos datos se toma como provincia de referencia Ciudad Real ya que es donde más siniestralidad hay por heladas primaverales y, por lo tanto, se usan los siguientes datos para el cálculo económico:

- Dimensiones de la explotación vitícola = 10 ha

- Altura de tronco (h) = 0’9 m
- Altura de la vegetación (H) = 1’1 m
- Altura total de la espaldera (H+h) = 2 m
- Ancho de la espaldera (A) = 0’5 m
- Distancia entre filas (C) = 3 m
- Densidad de plantación = 2.222 cepas/ha
- Distancia entre cepas a lo largo de la línea = 1’5 m lineales / cepa

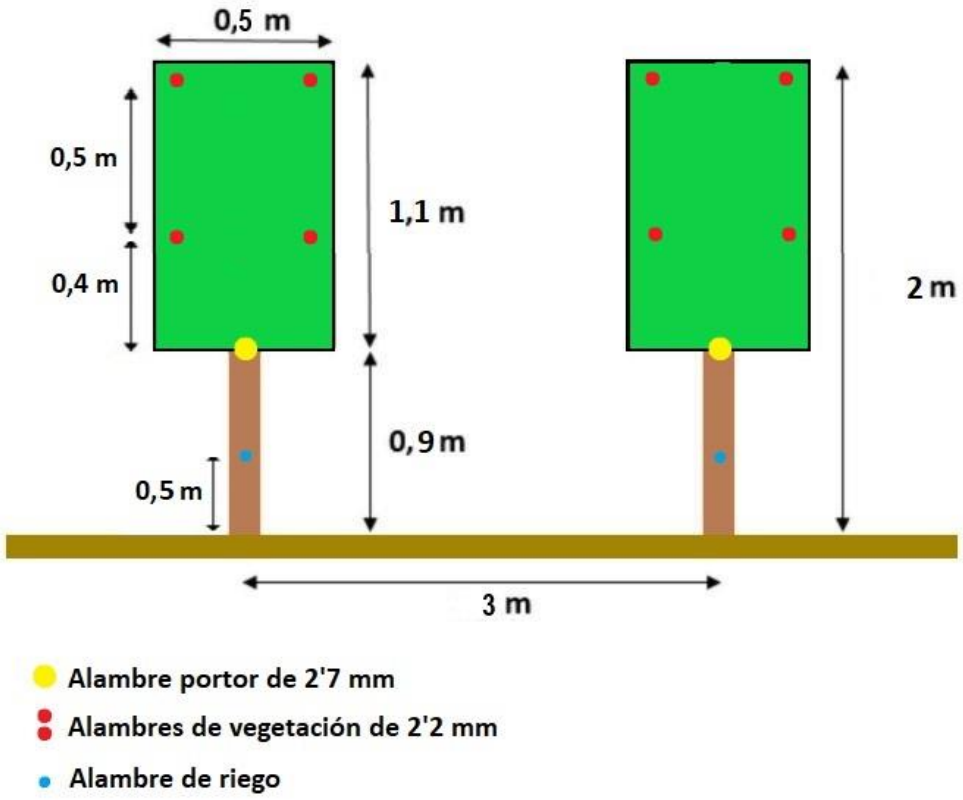


Figura 15. Medidas de la espaldera.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que el marco de plantación es de 3 * 1’5 m, se representa el esquema de una espaldera estándar (Figuras 15 y 16).

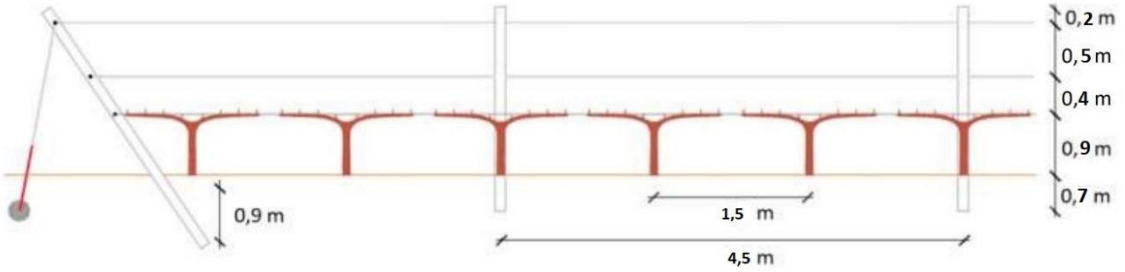


Figura 16. Esquema de espaldera para viabilidad económica.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez diseñada la instalación se procede a realizar el cálculo económico de los elementos de la misma. Los elementos básicos que componen una espaldera son los siguientes:

- Postes extremos: Los postes perimetrales o extremos son aquellos localizados al inicio y al final de la hilera, con tan solo dos de estos elementos en cada fila. Presentan mayores dimensiones en grosor y longitud en comparación con los postes intermedios, dado que están sometidos a cargas superiores. Están construidos con acero galvanizado, presentando un espesor de 2 mm, y tienen una longitud total de 3,8 metros, de los cuales 1,3 m serán enterrados en el suelo a una profundidad de 0,9 m con un ángulo de inclinación de 45 grados. Su estructura adopta una forma hexagonal, lo que contribuye a una distribución más equilibrada de las tensiones. Se proporcionan las dimensiones extraídas del libro Coût de fournitures en Viticultura et Oenoligia 2022 (IFV) (Figura 17) como referencia, y se requerirá implementar un modelo de igual o similar configuración.

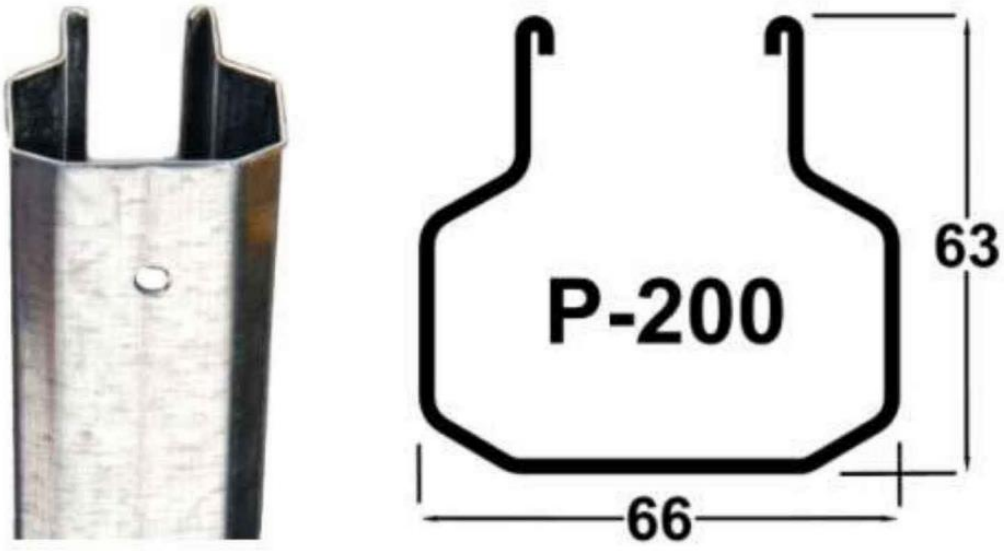


Figura 17. Poste extremo de referencia "P200" de acero galvanizado.

Fuente: Coût de fournitures en Viticulture et Oenologie 2022 (IFV).

- Postes intermedios: Los postes intermedios se ubican a lo largo de toda la línea de plantación con el propósito de sostener los alambres entre los dos postes cabeceros, manteniendo una distancia de 4,5 metros entre cada uno. Están fabricados en acero galvanizado con un grosor de 1,8 mm y una longitud de 2,4 metros, de los cuales 0,7 metros se introducen perpendicularmente en el suelo. Están provistos de pestañas que sirven como soporte para el alambre. A modo de referencia, se incluyen las dimensiones las siguientes dimensiones extraídas del libro Coût de fournitures en Viticultura et Oenoligia 2022 (IFV) (Figura 18), y se requiere implementar un modelo similar o equivalente.

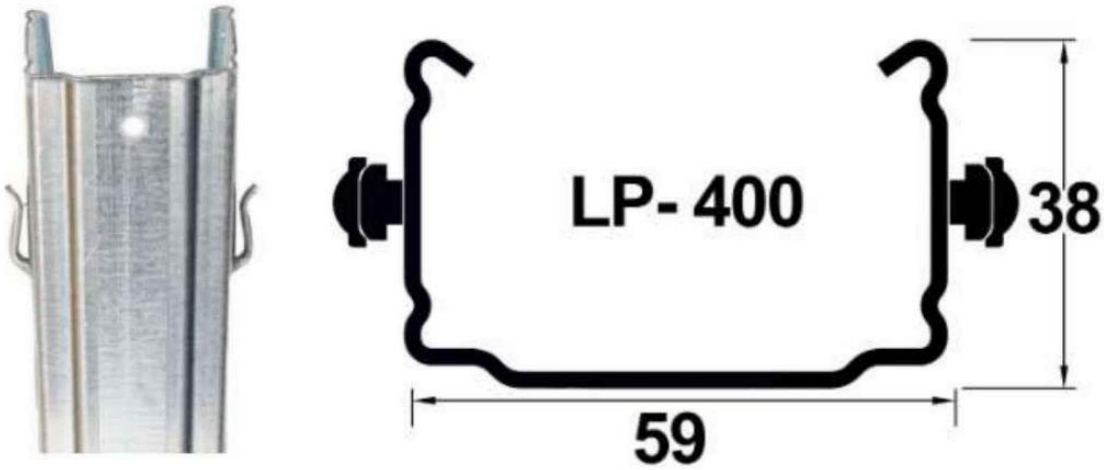


Figura 18. Poste intermedio de referencia "P400" de acero galvanizado.

Fuente: Coût de fournitures en Viticulture et Oenologie 2022 (IFV).

- Alambre: El alambre tiene la función de sostener y orientar los sarmientos de la vid, dirigiendo sus esfuerzos hacia los postes externos e intermedios. Están fabricados de acero galvanizado y se dispondrán seis alambres a lo largo de la hilera:

1º. Nivel de alambre: Colocado a 0,9 metros sobre el suelo, este alambre se encargará de sostener los brazos de la planta y es el que más calibre requiere para soportar el rendimiento de 12.000 kg/ha por lo que se selecciona un calibre de 2'70 mm

2º. Nivel de alambre: Ubicados a una altura de 1,3 metros sobre el suelo, se instalarán dos alambres móviles de calibre de 2'20 mm.

3º. Nivel de alambre: Situados a una altura de 1,8 metros sobre el suelo, se instalarán dos alambres móviles de calibre de 2'20 mm.

- Tensores y anclajes: Se utilizará un tensor tipo carraca (Figura 19) para cada alambre de la espaldera, permitiendo ajustar la tensión de manera sencilla y veloz con la asistencia de una llave inglesa. Estos tensores deben estar confeccionados con un material galvanizado que proteja contra las inclemencias climáticas y prolongue su vida útil. Además, en cada poste extremo se empleará un anclaje tipo hélice (Figura 20), el cual añadirá mayor estabilidad al poste al establecer una conexión más sólida

con el suelo. El anclaje también está fabricado en acero galvanizado para prevenir la corrosión, especialmente al considerar la combinación con sistema de riego.

Figura 19. Modelo de tensor de carraca de referencia.

Fuente: Coût de fournitures en Viticulture et Oenologie 2022 (IFV).

Figura 20. Modelo de anclaje helicoidal de referencia.

Fuente: Coût de fournitures en Viticulture et Oenologie 2022 (IFV).

Teniendo en cuenta la disposición calculada, para una parcela de 10 ha se necesitarían los siguientes materiales para la puesta en marcha de la espaldera (Tabla 5).

El número de unidades de postes intermedios se calculará de la siguiente manera:

$$\frac{m\ lineales}{ha} = \frac{10.000}{3} = 3.333\ m/ha$$

$$\frac{nº\ postes}{ha} = \frac{33.333\ m/ha}{4{,}5\ m\ entre\ poste} = 741\ postes/ha$$

$$741\frac{postes}{ha} * 10\ ha = 7.410\ postes\ intermedios$$

El resto de los materiales se calculan para en función de los postes intermedios calculados, lo cual viene recogido en la Tabla 5.

Tabla 5. Presupuesto de instalación de espaldera para una explotación vitícola estándar de 10 ha.

Materiales	Uds o m	Precio unitario (€/m o €/ud)	Importe
Postes extremos	475	8,06	3828,5
Postes intermedios	7410	4,59	34012
Tutor de bambú	22220	0,0918	2039,8
Protector de plástico (protección contra conejos y herbicidas)	22220	0,37	8221,4
Tensores de carraca	1422	0,49	696,8
Anclaje helicoidal	475	1,68	798
Metros de alambre +1% de atados etc.	116821	1,428	166820,4
Base imponible			211.212,8 €
I.V.A. 21%			44.354,68 €
TOTAL			**255.567,5 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de presupuestos obtenidos a través de comunicación personal con viticultores.

A partir de presupuestos obtenidos para la instalación de una espaldera por medio de la comunicación personal con viticultores, se ha estimado que el tiempo de trabajo de instalación de una espaldera en conjunto de todos los operarios se estima en 176 horas por hectárea de viñedo, por otro lado, el tiempo de trabajo del tractor se estima en 13 horas por hectárea. Teniendo en cuenta que el importe a pagar a los operarios por la instalación es de 60 €/jornal y el coste de operación del tractor es de 16€/hora se obtienen los siguientes costes de instalación recogidos en la Tabla 6.

Tabla 6. Coste de las operaciones de instalación de espaldera en explotación vitícola estándar de 10 ha.

Operaciones	Horas o jornal	Precio/hora o precio jornal	Importe
Operarios	220	60	13200
Tractor	129	16	2069,69
Base imponible			15.269,69 €
I.V.A. 10%			1.526,97 €
TOTAL			**16.796,66 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de presupuestos obtenidos a través de comunicación personal con viticultores.

El presupuesto total para el cambio del sistema de conducción de vaso a espaldera asciende a un total de **272.364,16 €** para una superficie de 10 ha.

3.2. Coste de cambio de variedad con técnica de sobreinjerto.

Estudios como el realizado por Santos et al. (2020) han demostrado la importancia del cambio de la variedad de los viñedos a nivel mundial para adaptarlos a las nuevas formas de estrés abiótico que pueden darse como consecuencia del cambio climático.

En cuanto a lo concerniente al presente trabajo, para mitigar el riesgo de las olas de calor extremo se considera como opción la realización de sobreinjertos con variedades más resistentes a las altas temperaturas, como Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Malbec.

Se va a realizar el cálculo económico utilizando los mismos criterios mencionados anteriormente en el apartado 3.1 para realizar un sobreinjerto en una plantación adulta ya existente.

Figura 21. Injerto de uva

Fuente: Pilar Baeza

Se ha consultado a 8 viveros que realizan el sobre-injerto de variedades comerciales para obtener el precio modal de venta y realización del sobre-injerto. Se ha obtenido un precio modal 3,2 €/cepa (1,2€/injerto + 2€/realización de injerto) que incluye el precio de adquisición y la realización del sobreinjerto. Con este precio se ha determinado el costo total de los injertos para la plantación de 10 ha y 2.222 cepas/ha propuesta en el apartado anterior.

$$2222\frac{cepas}{ha} * 10ha * 3{,}2\frac{€}{cepa} = 71.104€$$

El presupuesto total calculado para el cambio de variedad para la plantación de 10 ha planteada asciende a un total de **71.104 €.**

Es importante destacar que el cambio de variedad por medio de sobreinjerto no es viable para cualquier tipo de explotación, ya sea por la denominación de origen a la que pueda estar adscrito el viñedo o por las propias condiciones físico-biológicas de la plantación.

Por otro lado, es necesario tener en cuenta el coste que implicaría la pérdida de producción durante el año en el que se realice el sobreinjerto. Aunque a partir del segundo año ya se puede obtener hasta un 40% de la producción a pleno rendimiento, este proceso tarda aproximadamente dos años en obtener el 100% del rendimiento con uvas de calidad adecuada para la vinificación (Romero et al., 2004).

3.3. Coste de retrasar la brotación: prepoda, poda mínima y no-poda

La vid requiere una atención constante en términos de labores de cultivo a lo largo del año, y prácticamente en todos los momentos del año se están llevando a cabo actividades relacionadas con su cuidado.

Dentro de estas labores existen prácticas culturales que han demostrado ciertas ventajas adaptativas para condiciones climáticas extremas. En lo que concierne a este estudio, las técnicas de prepoda y poda tardía, así como la poda mínima o no poda, se realizan con el fin de retrasar la plena madurez de la uva (Molitor et al., 2019). Estudios como el de Molitor et al. (2019) han demostrado que el retraso en la brotación y, por tanto, en la maduración, tiene ventajas adaptativas en condiciones climáticas extremas.

3.3.1. Prepoda y poda tardía

La poda invernal es una acción común en la mayoría de los árboles frutales de hoja caduca y tiene como objetivo principal mantener la armonía entre el crecimiento de las ramas y la producción de frutos. Por otro lado, la poda tardía se utiliza para postergar el desarrollo de las yemas ubicadas en la base del árbol.

Entre las opciones disponibles, la poda tardía resulta especialmente atractiva dado que no implica gastos adicionales, puede llevarse a cabo mediante una prepoda mecánica y se ejecuta de manera sencilla.

La poda tardía se ha utilizado tradicionalmente en viticultura para evitar las heladas primaverales (Coombe, 1964). Estudios más recientes, como el de Poni et al. (2022), concluyen que la poda tardía retrasa los primeros estadios fenológicos, principalmente en la brotación, obteniendo los resultados recogidos en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados obtenidos tras la realización de poda tardía

País/Variedad	Tipo de poda/condiciones de crecimiento	Fecha de poda	Efecto en la fecha de brotación
Italia / Pinot noir	Larga/Ensayo a campo	Brotes de unos 10 cm	Retraso de 9-23 días
Australia / Cabernet Sauvignon y Shiraz	Corta / Ensayo a campo	2-3 y 8 hojas desenvueltas	Restraso de 25 días, aproximadamente
Italy / Sangiovese	Corta / Ensayo a campo	Brotes de 10 y 20 cm	Retraso de 24-29 días
Australia / Shiraz	Corta / Ensayo a campo	Brotación y 2-3 hojas desenvueltas	Retraso de 14-28 días
Australia / Shiraz	Corta / Ensayo a campo	2-3 hojas desenvueltas	Retraso de 14-28 días
Italia / Sangiovese	Corta / Ensayo a campo	4-5 hojas desenvueltas	N/A
Australia / Shiraz	Corta / Ensayo a campo	2-3 hojas desenvueltas	Retraso de 14-28 días
España / Maturana tinta	Corta / Ensayo a campo	Inflorescencias desenvueltas	Retraso de 10-54 días
Nueva Zelanda / Merlot	Corta / Ensayo a campo	Brotes de unos 5 cm	Retraso de 24-56 días
Italia / Sangiovese	Corta / Ensayo en maceta	2-3 y 6-8 hojas desenvueltas	Retraso de 17 y 31 días
Italia / Sangiovese	Corta / Ensayo a campo	3-4 y 7-8 hojas desenvueltas	Retraso de 30-47 días
Italia / Merlot	Corta / Ensayo a campo	3-4 y 7-8 hojas desenvueltas	Retraso de 24-56 días
España / Bobal y Tempranillo	Corta / Ensayo a campo	1 y 2-3 hojas desenvueltas	Retraso de 15-20 días
Brasil / Chardonnay	Corta / Ensayo a campo	7, 14 y 21 días luego de la poda invernal (25 de agosto)	N/A

Fuente: Poni et al, (2022). Facing Spring Frost Damage in Grapevine: Recent Developments and the Role of Delayed Winter Pruning.

Este retraso fenológico provoca que la madurez de las bayas se produzca en épocas más frescas, lo que puede ayudar también a disminuir el riesgo de la cosecha frente a las olas de calor. Esta madurez a temperaturas más frescas hace que la baya conserve niveles mayores de acidez titulable y aumente el contenido en polifenoles.

Como se ha comentado anteriormente, el coste marginal de esta operación sería nulo, ya que se limita a retrasar la operación.

La prepoda, que requiere aproximadamente 1,2 horas por hectárea de trabajo con la prepodadora, desempeña un papel fundamental en agilizar significativamente el proceso de poda definitiva. Posteriormente, la poda manual se realiza de manera eficiente, ya que no es necesario retirar sarmientos de los alambres. Para dar una idea de la rapidez de esta etapa, podemos considerar un tiempo de corte exclusivamente, que equivale a un promedio de 90 cepas por hora o aproximadamente 3 jornadas de trabajo por hectárea, suponiendo un marco de plantación de 3 x 1.5 metros. Teniendo en cuenta coste del jornal

de 60 €/jornal y las características de la explotación planteada de 10 ha se calculado el siguiente coste:

$$10ha * 3\frac{jornales}{ha} * \frac{60€}{jornal} = 1.800€$$

3.3.2. Poda mínima

La poda mínima es una técnica de manejo de viñedos que implica reducir al mínimo la poda de los brotes y la eliminación de ramas en las plantas de vid. En lugar de realizar una poda tradicional, donde se cortan la mayoría de los pámpanos y se eliminan ciertos brazos, en la poda mínima se permite que la vid crezca de manera más libre y natural. Esta técnica se ha utilizado en algunos viñedos como una forma de reducir los costos de mano de obra y el impacto del medio abióticos en la planta, así como para experimentar con diferentes estilos de cultivo (Molitor et al, 2019).

Esta forma de poda ha mostrado aumentos en rendimiento a largo plazo y, al igual que la poda tardía, que retrasa la maduración en torno a 17 días (Molitor et al, 2019).

Figura 22. Podadora SMPH en funcionamiento

Fuente: Molitor et al (2019). Semi-Minimal Pruned Hedge: A Potential Climate Change Adaptation Strategy in Viticulture

Además, según este estudio esta práctica también reduce el daño causado por granizo, las heladas o quemaduras solares debido a la distribución final de los racimos y la estructura de la planta. También se ha observado una menor susceptibilidad a la podredumbre de los racimos en variedades y viñedos que suelen ser afectados por esta enfermedad.

Otra opción es la no-poda que implica no realizar ninguna poda en el viñedo con consecuencias similares a la poda mínima.

Ambos sistemas de poda no implican más dinero de poda, pero si aumentan el consumo de agua para el viñedo, que en el caso de estar la explotación en regadío implicarían un aumento en la energía necesaria para el bombeo del agua que podría suponer un coste adicional.

En lo que respecta a este trabajo se considera un coste marginal de esta operación con un menor coste, porque no se hace necesario sacar la madera de poda ni realizar el ajuste

manual. Únicamente se deberían considerar 1,2 horas por hectárea de máquina y tractorista.

Por lo que el nuevo coste de poda se calcularía por la siguiente ecuación:

$$Coste\ de\ poda\ (€) = \frac{1{,}2h}{ha} * 10ha * \frac{1\ jornal}{8\ horas} * \frac{60€}{jornal} = 90€$$

Su implementación es especialmente interesante especialmente en regiones donde exista un superávit hídrico como las estudiadas con necesidades hídricas de 0 en la Figura 27. Como la operación de poda ya se lleva a cabo de manera habitual en el viñedo, su implementación consistiría en adaptar la labor de poda a este sistema.

3.4. Coste de empleo de poda larga

Otro factor determinante para controlar el microclima de la planta es el sistema de poda. La poda larga o Guyot implica sacar dos varas desde el tronco, las cuales se atan posteriormente al alambre de la espaldera, además de dos pulgares. Estos pulgares cumplen la función de renovación, ya que a partir de ellos se desarrollarán nuevas varas y pulgares.

Este método de poda tiene como resultado la disposición en un plano horizontal de toda la vegetación, lo que favorece una adecuada exposición de los racimos a la luz y una ventilación beneficiosa para su maduración.

Por otro lado, la poda corta o Royat, implica la inserción de dos pulgares a lo largo del cordón.

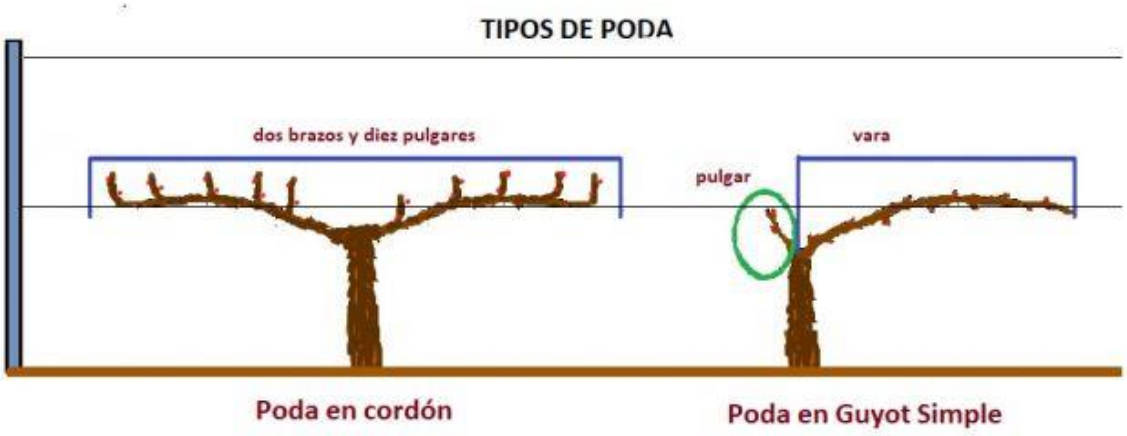


Figura 23. Ejemplo de poda corta / Royat (izq) vs poda larga / Guyot (dcha).

Fuente: Ramos et al. (2016). Estudio comparativo entre los sistemas de poda (Guyot y Cordón Royat) para Moscatel de Grano Menudo en La Mancha

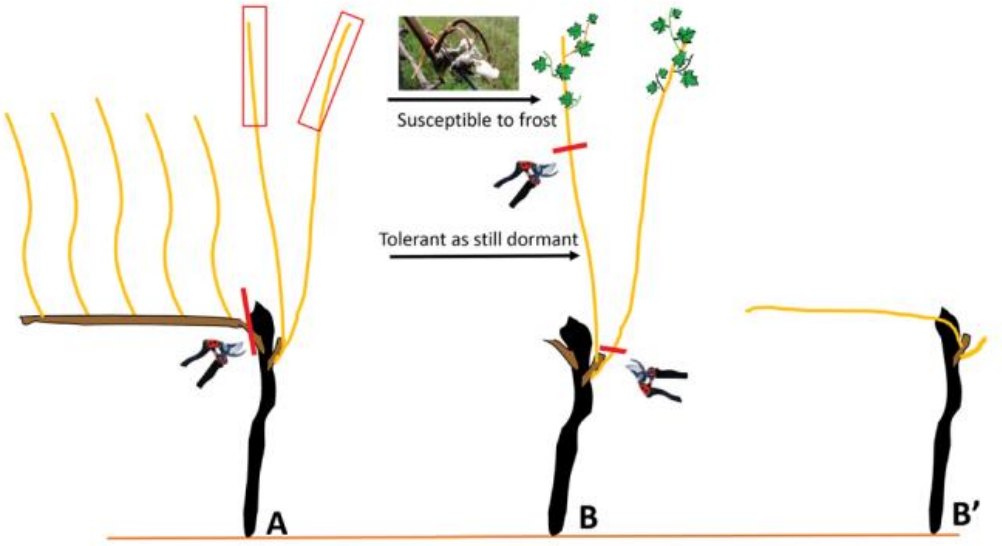


Figura 24. Diagrama de los pasos recomendados para realizar la poda larga o Guyot.

Fuente: Poni et al. (2022). Facing spring frost damage in grapevine: Recent developments and the role of delayed winter pruning. American Journal of Enology and Viticulture.

La poda Guyot puede ayudar a mitigar los daños causados por las heladas en los viñedos por medio del control del crecimiento vegetativo.

La poda Guyot implica dejar un número limitado de yemas en los brazos principales de la vid. Esto reduce la cantidad de brotes y hojas que se desarrollarán en la primavera y el verano. Al tener menos vegetación, la planta es menos propensa a sufrir daños en caso de una helada tardía o una helada de primavera, ya que los brotes jóvenes y las hojas tienden a ser más sensibles a las bajas temperaturas.

Esto provoca la acrotonía de la vid o dominancia apical que consiste en el adelanto presentado en las yemas de la vid localizadas en el ápice del sarmiento durante la brotación, con respecto a los tramos medios e inferiores.

En resumen, la poda Guyot puede ayudar a proteger los viñedos contra los daños por heladas al limitar el crecimiento vegetativo, mejorar la exposición de los racimos al sol y al aire, facilitar la implementación de medidas de protección y mejorar el drenaje del suelo. Sin embargo, es importante recordar que ninguna técnica de poda puede garantizar la completa prevención de los daños por heladas, ya que las heladas pueden variar en intensidad y duración. Por lo tanto, los viticultores suelen combinar la poda con otras estrategias de protección, como sistemas de riego por aspersión (muy costoso, utilizado en champagne), velas de protección, o monitoreo meteorológico para minimizar los riesgos, ventiladores, eliminar la cubierta vegetal del suelo, la poda tardía etc.

En cuanto al cálculo económico se ha tenido en cuenta que el rendimiento de poda habitual para un viñedo español es de 90 cepas/hora. Este dato junto los datos establecidos para la explotación “tipo” definida anteriormente se calcula el coste marginal de esta operación recogido en la Tabla 8.

Tabla 8. Cálculo del coste de la operación de poda larga

Supercie del viñedo (ha)	Densidad de plantación (cepas/ha)	Cepas totales (ud)	Rendimiento de poda (cepas/hora)	Coste jornal (€/8 horas)	Coste total poda
10	2222	22220	90	60	**14.813 €**

Fuente: Elaboración propia

Hay que tener en cuenta también que esta operación implica sacar los sarmientos de los alambres. El coste total de esta operación se estima por lo tanto en un total de 14.813 euros para la explotación de 10 hectáreas planteada.

3.5. Coste de mallas antigranizo

La forma más común de evitar el riesgo del cultivo a los daños por granizo es instalar una malla protectora antigranizo. La malla anti-granizo, también conocida como red antigranizo o malla de protección contra el granizo, es una tecnología agrícola especializada utilizada para proteger los cultivos, incluyendo las vides, de los daños causados por las tormentas de granizo. Estas estructuras de malla suelen estar hechas de polietileno de alta densidad (HDPE) u otros materiales similares, y están diseñadas para crear una barrera física entre las piedras de granizo y el cultivo, reduciendo el impacto del granizo en las vides de uva.

Figura 25. Malla antigranizo instalada en explotación vitivinícola.

Fuente: EyouAgro

- Material y Diseño

La malla anti-granizo suele estar hecha de material HDPE resistente a los rayos UV, que es fuerte, duradero y ligero. Viene en varios tamaños de malla y colores.

La elección del tamaño de la malla es crítica y depende del tamaño esperado del granizo y del cultivo que se está protegiendo. Tamaños de malla más pequeños brindan una mayor protección, pero pueden reducir la penetración de la luz.

- Instalación

La malla se instala sobre las vides de uva en estructuras de soporte como enrejados o alambres. Puede colocarse directamente sobre las vides o ser sostenida por un marco.

Una instalación adecuada es esencial para asegurarse de que la malla cubra todo el dosel de las vides de uva y proporcione una protección adecuada.

- Mecanismo de Protección

Cuando se produce una tormenta de granizo, las piedras de granizo impactan en la malla anti-granizo en lugar de en las vides de uva.

La malla actúa como una barrera física, absorbiendo y dispersando la energía cinética de las piedras de granizo. Algunos diseños incorporan elasticidad para reducir aún más la fuerza del impacto.

- Consideraciones de Luz y Flujo de Aire

Aunque proporciona protección contra el granizo, la malla debe permitir la penetración de suficiente luz para la fotosíntesis y el flujo de aire para prevenir enfermedades.

La elección del tamaño y el color de la malla puede afectar estos factores. Algunas redes son de color blanco o translúcido para equilibrar la protección con la penetración de la luz.

- Mantenimiento

Se necesita mantenimiento regular para asegurar la longevidad y eficacia de la malla anti-granizo.

Se realizan inspecciones para identificar cualquier rotura o daño y para reparar o reemplazar la malla según sea necesario.

- Monitoreo

Algunos sistemas modernos de protección contra granizo están equipados con sensores que pueden detectar tormentas de granizo en tiempo real y activar mecanismos automatizados para cubrir las vides.

- Beneficios
  - Protección: La función principal de la malla anti-granizo es proteger las vides de uva del daño causado por el granizo, lo que puede provocar pérdidas económicas significativas.
  - Reducción de Pérdidas de Cultivo: Al minimizar el daño, la malla anti-granizo ayuda a mantener los rendimientos y la calidad de la cosecha.
  - Mejora del Aspecto de la Fruta: También reduce el daño estético a las uvas, haciéndolas más comercializables.
- Consideraciones
  - Coste: La instalación de la malla anti-granizo puede ser una inversión significativa, por lo que los agricultores deben sopesar los beneficios frente a los costes.
  - Clima: La decisión de utilizar malla anti-granizo también puede depender de la frecuencia y severidad de las tormentas de granizo en una localización en particular.

El cálculo económico de lo que supondría implementar esta infraestructura se va a realizar estableciendo las dimensiones y características tipo usadas para los epígrafes anteriores.

Se considera un tamaño de 1x200m, el idóneo para las explotaciones vitícolas para aprovechar la distribución espacial de las plantaciones. Se opta también por una malla que sea anti-pájaros, teniendo una luz de malla menor a 10*10mm.

El precio de la malla se ha calculado contactando con 8 empresas especializadas en la comercialización de elementos de protección para cultivo. Calculando el precio modal se ha obtenido un precio modal de 87,63€/200m y se ha calculado el importe total necesario para la explotación, recogido en la Tabla 9.

$$\text{Coste total malla (€)} = \text{Superficie viñedo (ha)} * \text{Longitud calle } \left(\frac{\text{m}}{\text{ha}}\right) * Precio\ malla\left(\frac{€}{200m}\right)$$

Tabla 9. Cálculo de coste de material de la malla antigranizo y antipájaros.

	Precio malla (€/royo 1x200m)	**Superficie del viñedo (ha)**	**Longitud (m/ha)**	**m lineales totales (m)**	**Coste total malla (€) = (m lin total/200)*P**
Media	87,625	10	3333	33330	**14.603 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de diferentes empresas especializadas.

En cuanto a la mano de obra, se estima que el tiempo para instalar la malla, así como las tareas de mantenimiento especial, es de 120 horas por hectárea de viñedo (Hirschy et al, 2020). Teniendo en cuenta la jornada laboral de 8 horas y el coste del jornal de 60 euros por jornal se elabora la Tabla 10 con los costes de la operación de la instalación tipo red de una hilera.

Tabla 10. Coste de las operaciones de instalación de la malla.

Operaciones	**Horas o jornal**	**Precio/hora o precio/jornal**	**Importe**
Operarios	150	60	9.000
I.V.A. 10%			900 €
TOTAL			**9.900,00 €**

Fuente: Elaboración propia

El coste total de la instalación de una malla antigranizo asciende a **24.503** euros para la plantación de 10 ha planteada. Teniendo en cuenta que la operación de instalación de la malla se realiza de forma anual y la vida útil de la propia malla es de aproximadamente 5 años.

3.6. Coste de realizar una infraestructura de regadío con riego por goteo

El riego desempeña un papel fundamental en la satisfacción de las necesidades hídricas de los cultivos, que no pueden ser cubiertas únicamente por las reservas de agua presentes en el suelo ni por las precipitaciones naturales. Existen diversos métodos de aplicación del riego, que se distinguen principalmente por la complejidad de su infraestructura y su eficiencia en la administración del agua. En la actualidad, especialmente en países como España, se da prioridad al ahorro de este recurso vital.

- Riego por goteo

El riego por goteo, también conocido como riego localizado o riego de alta frecuencia, es un método de riego utilizado en áreas con recursos hídricos limitados, donde se busca lograr una eficiencia óptima en su uso. Además de simplemente aplicar agua, el riego localizado se utiliza para la administración de fertilizantes y otros productos. En este método, el agua se distribuye a través de un sistema de tuberías de plástico con perforaciones que riegan la zona cercana a la planta, donde se encuentra el sistema de raíces. Esto reduce las pérdidas por evaporación, ya que se aplican cantidades de agua pequeñas y frecuentes, manteniendo el suelo en un nivel de capacidad de campo constante. Esto, a su vez, disminuye el estrés en las plantas causado por los largos intervalos entre riegos en otros métodos de riego.

En el riego por goteo, se pueden identificar varias ventajas y desventajas:

- Ventajas del riego por goteo:
  1. Utiliza caudales y presiones bajos que optimizan el uso del agua.
  2. Mejora la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos hídricos utilizados.
  3. Reduce la evaporación del suelo.
  4. Facilita la automatización, lo que conlleva una reducción de los costos laborales.
  5. Permite un mayor control en las dosis de aplicación.
  6. Permite el uso de aguas con alto contenido en sales debido a la constante humectación del suelo.
  7. Fácil de instalar en parcelas con terreno rocoso o pendientes pronunciadas.
  8. Reduce el crecimiento de especies no deseadas al reducir la superficie regada.
  9. Posibilita la introducción de sustancias fertilizantes directamente junto con la dosis de riego.
  10. Facilita el uso de aguas residuales, ya que evita la dispersión de gotas con patógenos a través del aire.

- Desventajas del riego por goteo:
  1. Mayor inversión inicial y costos continuos de mantenimiento del sistema, ya que además de las tuberías, se requiere la instalación de diversos dispositivos de control y regulación.
  2. Mayor susceptibilidad a incidencias y averías debido a la delicadeza de los dispositivos utilizados, que pueden obstruirse con mayor facilidad.
  3. Formación de costras salinas alrededor de los bulbos húmedos. Si no se maneja adecuadamente, esto puede dar lugar a un efecto de "maceta" en las plantas, impidiendo el desarrollo de sus sistemas de raíces. Para prevenir este problema, se debe calcular una dosis de riego mayor para romper estas costras y eliminar las sales en profundidad.

Figura 26. Ejemplo riego por goteo en explotación vitícola.

Fuente: Vitivinicultura.net.

El uso del riego en la viticultura se considera por muchos como la principal y más crucial estrategia de adaptación de los viñedos al cambio climático (Ballesteros, 2018; Ruiz-Rodríguez et al., 2018). Sin embargo, esta medida no está exenta de controversia. Por un lado, un riego inadecuado puede afectar negativamente la calidad de las cosechas; por otro lado, la sequía extrema también tiene efectos perjudiciales en la calidad de las uvas al no permitir su completa maduración (Salazar y Melgarejo, 2005). Lo que es innegable es que la creciente demanda de agua para el riego en las regiones mediterráneas plantea un desafío significativo para los sistemas actuales, que se verán sometidos a tensiones que requerirán cambios sustanciales en la gestión de los sistemas de riego (Ruiz-Rodríguez et al., 2018).

Las necesidades de agua de la vid son relativamente bajas, oscilando entre 350 mm y 500 mm, aunque estas necesidades pueden variar según el patrón de plantación, la ubicación específica y la gestión de los viñedos, entre otros factores. Las demandas más altas se producen durante el período que va desde el desborre hasta el envero (de abril a julio), y especialmente durante la fase que va desde el cuajado de los racimos hasta el envero (Salazar y Melgarejo, 2005). Es esencial comprender el ciclo de crecimiento de las vides y sus requerimientos en cada etapa de cultivo y en cada parcela para diseñar sistemas de riego precisos.

En cuanto al cálculo económico de este apartado, en primer lugar, se va a realizar un estudio de las necesidades hídricas de riego del cultivo para cada región NUTS-2 de España como se detalló anteriormente en la metodología.

Se ha usado el modelo CROPWAT de la FAO de cálculo de necesidades de riego. Para facilitar el cálculo y como parte de un proyecto de investigación paralelo, se ha desarrollado la migración de la programación del cálculo de este programa al lenguaje de programación de R para poder mejorar las limitaciones que tiene este método, como pueden ser los datos climáticos desactualizados.

El procedimiento se ha llevado a cabo en R para calcular los dos componentes clave:

- ETC (Evapotranspiración del cultivo): Representa la cantidad de agua que un cultivo pierde por evaporación del suelo y transpiración de las plantas. La ecuación de Penman-Monteith se utiliza comúnmente para calcular ETC y se basa en múltiples factores climáticos y de cultivo, como la radiación solar, la temperatura, la humedad relativa y el tipo de cultivo.

  La ecuación de Penman-Monteith es una ecuación ampliamente utilizada para calcular la evapotranspiración del cultivo (ETC) y es parte fundamental del modelo CROPWAT. Esta ecuación calcula la ETC en función de varios factores climáticos y características del cultivo. Aquí está la forma general de la ecuación de Penman-Monteith:

$$ETC = \frac{0.408 * \Delta * (Rn - G) + \gamma * \frac{900}{T + 273} * u2 * (es - ea)}{\Delta + \gamma * (1 + 0.34 * u2)}$$

  Donde:

- ETC es la evapotranspiración del cultivo en mm/día.
- R_n es la radiación neta disponible en MJ/m²/día.
- G es el calor del suelo en MJ/m²/día.
- Δ es la pendiente de la curva de presión de vapor en kPa/°C.
- γ es la constante psicrométrica en kPa/°C.
- T es la temperatura del aire en °C.
- $u2$ es la velocidad del viento a una altura de 2 metros en m/s.
- e_s es la presión de vapor saturado en kPa.
- e_a es la presión de vapor actual en kPa.

- NIR (Necesidades de agua netas): Representa la cantidad total de agua que un cultivo necesita durante su ciclo de crecimiento. Se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$NIR = ETc * Kc$$

- NIR es la necesidad neta de agua.
- ETc es la evaporación del cultivo, que se calcula mediante la ecuación de Penman-Monteith u otras fórmulas de evapotranspiración.
- Kc es el coeficiente de cultivo, que varía a lo largo del ciclo del cultivo y refleja las demandas de agua específicas del tipo de cultivo y su etapa de desarrollo, en la etapa más demandante (verano) se establece un Kc=0,4.

En cuanto a los datos de precipitación, el modelo CROPWAT requiere datos climáticos para realizar sus cálculos. Los datos de precipitación son obtenidos desde el programa

CLIMWAT 2.0 for CROPWAT, este programa proporciona los datos de estaciones meteorológicas locales o fuentes de datos climáticos regionales y nacionales. Estos datos se recopilan a lo largo del tiempo y pueden incluir mediciones diarias o incluso horarias de la precipitación.

Los datos de precipitación son esenciales para determinar la disponibilidad de agua en la zona y para calcular la ETC, ya que la cantidad de agua disponible para los cultivos depende en gran medida de la precipitación.

El cálculo se ha llevado a cabo para el cultivo que ataña a este trabajo en el territorio español, asociando los datos recopilados de estaciones a la región NUTS-2 donde se encuentra dicha estación obteniendo los resultados presentados en la Tabla 11.

Tabla 11. Resultados obtenidos del cálculo de necesidades de riego para viticultura

Comunidad Autónoma	NUTS2	Estación	ETC	NIR (mm/ciclo de cultivo)
Galicia	ES110000	Cape-Finisterre	394	**19**
Galicia	ES110000	La-Coruña	536	**395**
Galicia	ES110000	Orense	310	**34**
Galicia	ES110000	Pontevedra	369	**2**
Galicia	ES110000	Santiago-Labacolla	331	**0**
Galicia	ES110000	Vigo	358	**15**
Asturias	ES120000	Gijón	324	**0**
Asturias	ES120000	Oviedo	277	**0**
Cantabria	ES130000	Santander	335	**0**
País Vasco	ES210000	Bilbao-Sondica	347	**0**
Navarra	ES220000	Pamplona	348	**0**
Navarra	ES220000	Pamplona-Noain	348	**0**
Rioja	ES230000	Logroño	425	**80**
Aragón	ES240000	Calamocha	421	**95**
Aragón	ES240000	Huesca-Monflorite	463	**113**
Aragón	ES240000	Teruel	362	**64**
Aragón	ES240000	Zaragoza	520	**186**
Comunidad de Madrid	ES300000	Madrid	463	**148**
Comunidad de Madrid	ES300000	Madrid-Barajas	411	**115**
Castilla-León	ES410000	Ávila	388	**102**
Castilla-León	ES410000	Burgos	328	**31**
Castilla-León	ES410000	León-Virgen del Camino	362	**65**

Castilla-León	ES410000	Palencia	384	**94**
Castilla-León	ES410000	Salamanca	368	**94**
Castilla-León	ES410000	Segovia	409	**73**
Castilla-León	ES410000	Soria	354	**30**
Castilla-León	ES410000	Valladolid	407	**105**
Castilla-León	ES410000	Zamora	392	**136**
Castilla-La Mancha	ES420000	Ciudad-Real	400	**106**
Castilla-La Mancha	ES420000	Cuenca	359	**45**
Castilla-La Mancha	ES420000	Guadalajara	375	**86**
Castilla-La Mancha	ES420000	Toledo	452	**151**
Extremadura	ES430000	Badajoz	479	**173**
Extremadura	ES430000	Cáceres	469	**158**
Cataluña	ES510000	Barcelona	419	**33**
Cataluña	ES510000	Cabo-Bagur	484	**95**
Cataluña	ES510000	Gerona-Costa Brava	362	**7**
Cataluña	ES510000	Lérida	471	**126**
Cataluña	ES510000	Tarragona	436	**72**
Cataluña	ES510000	Tortosa	528	**122**
Comunidad Valenciana	ES520000	Alicante	525	**217**
Comunidad Valenciana	ES520000	Castellón	416	**111**
Comunidad Valenciana	ES520000	Denia	591	**168**
Comunidad Valenciana	ES520000	Valencia	471	**163**
Baleares	ES530000	Ibiza-Es-Codola	455	**132**
Baleares	ES530000	Mahon	461	**107**
Baleares	ES530000	Menorca-Mahon	455	**105**
Baleares	ES530000	Palma de Mallorca	456	**149**
Baleares	ES530000	Palma de Mallorca-Son-S	440	**131**
Andalucía	ES610000	Algeciras	455	**127**
Andalucía	ES610000	Almería	507	**295**
Andalucía	ES610000	Cádiz	475	**155**
Andalucía	ES610000	Córdoba-Aeropuerto	445	**149**
Andalucía	ES610000	Granada	411	**130**
Andalucía	ES610000	Huelva	401	**147**

Andalucía	ES610000	Jaén	409	**123**
Andalucía	ES610000	Jerez de la Frontera	433	**124**
Andalucía	ES610000	Málaga	490	**179**
Andalucía	ES610000	San Fernando	546	**191**
Andalucía	ES610000	Sevilla-Tablada	416	**138**
Murcia	ES620000	Murcia	408	**152**
Canarias	ES700000	Arrecife	707	**566**
Canarias	ES700000	La Luz y Las Palmas	391	**13**
Canarias	ES700000	Santa Cruz de Tenerife	704	**483**

Fuente: Elaboración propia

Estos datos indican unas necesidades netas de regadío positivas en todas las CCAA excepto en Asturias, Cantabria, País Vasco y Navarra.

Con el fin de obtener una imagen general de estas necesidades se han representado en un mapa elaborado con el paquete de representación geográfica "ggplot2" en R (Figura 27).

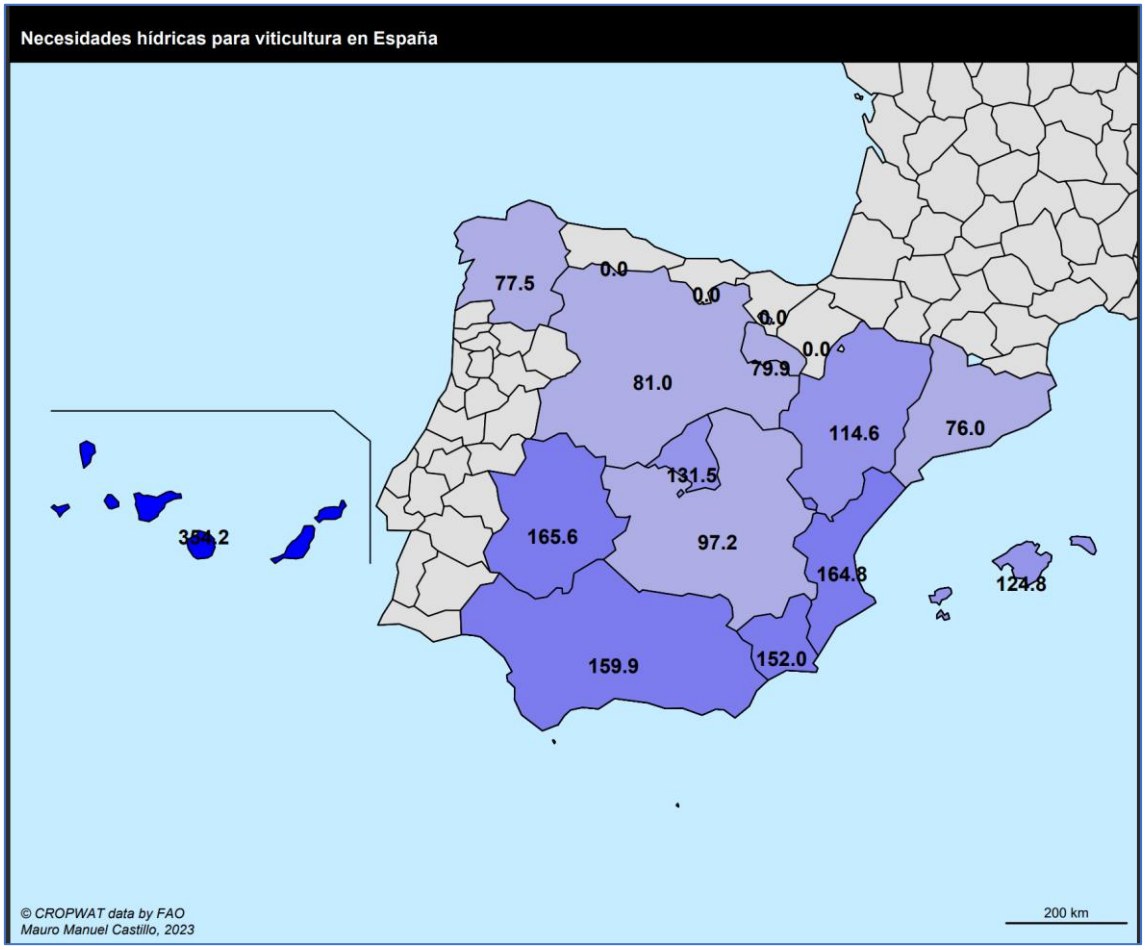


Figura 27. Mapa de necesidades de regadío para viticultura en España

Fuente: Elaboración propia con la herramienta de programación R.

El cálculo de coste del regadío es muy variado dependiendo de la forma que tenga la explotación de abastecerse del agua para riego. Las cuencas intercomunitarias establecen un pago por el servicio de riego, tal como viene establecido en la Directiva Marco del Agua.

Los últimos datos generales disponibles sobre el coste de este servicio datan del año 2002, para intentar actualizar estos datos se ha calculado el precio por medio del Índice de Precios de Consumo (IPC) con base en el año 2002 para el año 2023. Esta variación según el Instituto Nacional de Estadística para el periodo establecido es de un 59,2%, teniendo esto en cuenta se han recogido este cálculo en la Tabla 12.

Tabla 12. Pagos por el consumo de agua de riego por origen en las cuencas intercomunitarias ajustado a IPC.

Confederaciones Hidrográficas	Pagos totales (€/m^3)	Pagos ajustados IPC 2023 (€/m^3)
Duero	0,0437	0,070
Ebro Guadalquivir	0,0203	0,032
Guadiana	0,0808	0,129
Júcar	0,0393	0,063
Segura	0,0548	0,087
Tajo	0,0381	0,061
TOTAL	0,0514	0,082

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2006). Directiva Marco del Agua.

Teniendo en cuenta estos datos se han realizado dos cálculos de coste de regadío complementarios. En el primer cálculo se asociaron las necesidades de riego de cada región NUTS-2, calculadas con anterioridad, a las cuencas hidrográficas que se encuentren en cada región.

3.6.1. Coste abastecimiento desde cuenca hidrográfica

Los datos de necesidades netas de riego están calculados en mm/ciclo de cultivo. Un milímetro de precipitación equivale a un litro de agua por metro cuadrado de superficie o a 10 metros cúbicos de agua por hectárea. Teniendo esto en cuenta, se ha calculado el coste de regadío que supondría abastecerse desde una de estas cuencas hidrográficas para la explotación “tipo” de 10 hectáreas establecida en apartados anteriores (Tabla 13).

Tabla 13. Costes de abastecimiento del consumo de agua para regadío según necesidades hídricas calculadas por Comunidad Autónoma.

CCAA	NIR (mm/m² ciclo productivo)	NIR (m³/ha ciclo productivo)	Superficie de explotación (ha)	NIR (m³/ciclo productivo)	Tarifa (€/m³)	Coste total (€/ciclo productivo)
Rioja	80	799,2	10	7992	0,032	**162,24 €**
Aragón	114,7	1146,5	10	11464,75	0,032	**232,73 €**
Comunidad-Madrid	131,5	1314,95	10	13149,5	0,061	**501,00 €**
Castilla-León	81	810,5	10	8105	0,070	**354,19 €**
Castilla-La-Mancha	97,2	972,175	10	9721,75	0,070	**413,90 €**
Extremadura	165,6	1656,25	10	16562,5	0,063	**640,97 €**
Cataluña	76	760,03	10	7600,3	0,032	**154,29 €**
Comunidad-Valenciana	164,8	1648,325	10	16483,25	0,087	**1.072,65 €**
Andalucía	159,9	1598,6	10	15985,9	0,129	**1.291,66 €**
Murcia	151,97	1519,7	10	15197	0,129	**1.457,39 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Directiva Marco del Agua

Nota. CCAA: Comunidad Autónoma; NIR: Net Irrigation Requirements.

A su vez, se ha elaborado el mapa de costes de abastecimiento del regadío para tener una visión general de como varía el coste según la zona geográfica donde se encuentre la explotación (Figura 28).

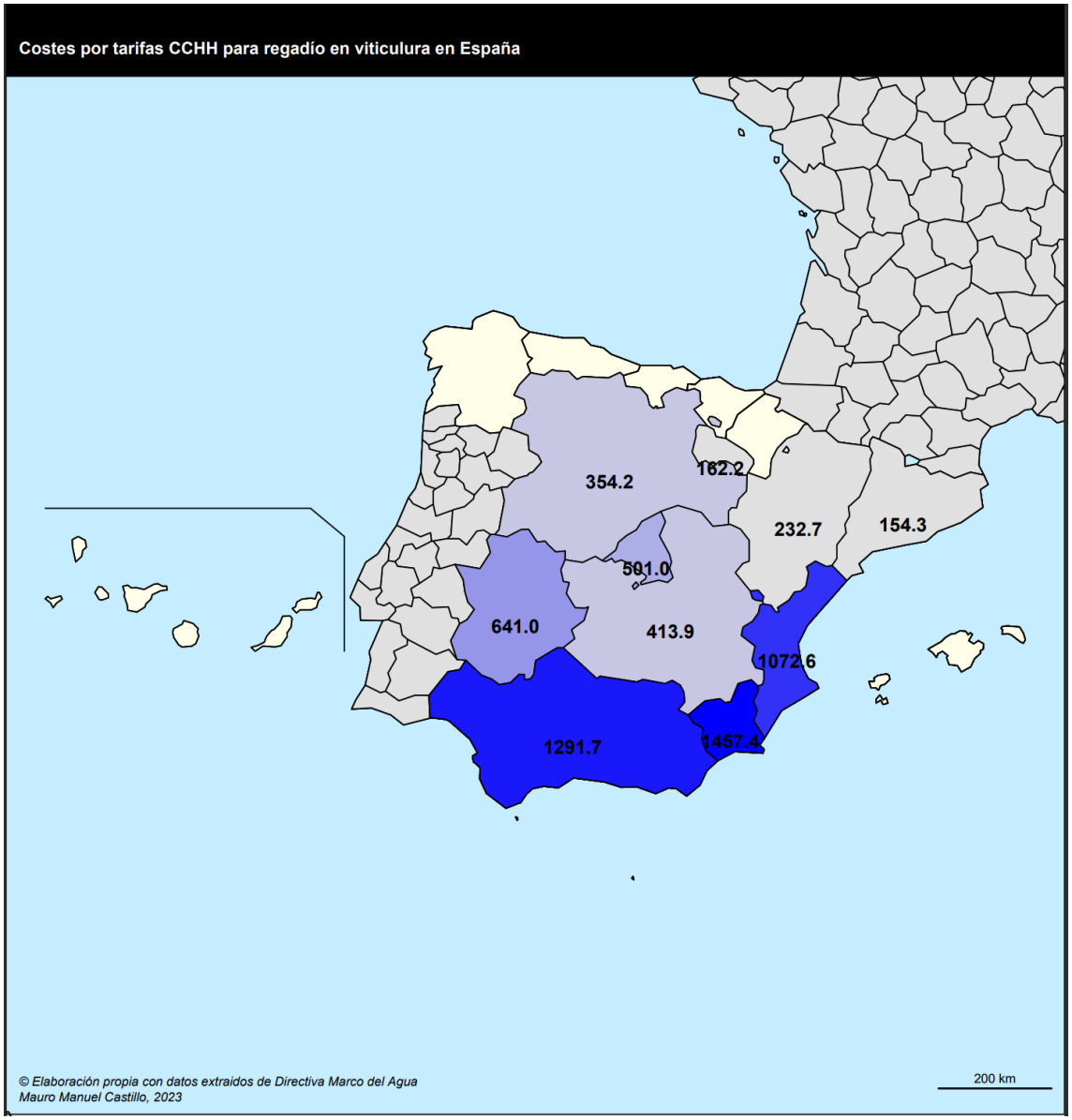


Figura 28. Mapa de costes de abastecimiento de agua para regadío por CCAA.

Fuente: Elaboración propia con la herramienta de programación R.

3.6.2. Coste de la infraestructura del regadío por goteo

Su coste se calcula partiendo de las necesidades netas de riego calculadas anteriormente. En este caso, para dimensionar el sistema de riego, se utilizará la NIR aproximada para el mes más crítico en cuanto a necesidades del cultivo que es el mes en el que se produce el envero. Esta aproximación se realiza teniendo en cuenta que aproximadamente el 40,5 % de la necesidad neta de riego se requiere durante este periodo.

Se supondrá una salinidad de agua de riego baja con una conductividad eléctrica de 0,75 dS/m, siendo el extracto de saturación de la vid de 12 dS/m. La fracción de lavado se obtiene de la siguiente ecuación:

$$LR = \frac{CEw}{2 * CEes} \rightarrow \frac{0{,}75}{2 * 12} = 0{,}03125$$

- CEw: Representa la conductividad eléctrica del agua de riego en unidades de decisiemens por metro (dS/m).
- CEes: Indica la conductividad eléctrica del extracto de saturación que resultaría en una reducción del 100% en la producción, también en unidades de decisiemens por metro (dS/m).

Esta ***fracción de lavado (LR)*** se usará para el cálculo del volumen de ***agua a aplicar (V)*** por la siguiente ecuación:

$$V = \frac{NIR}{1 - LR}$$

- NIR: Necesidades netas de riego
- LR: Fracción de lavado

En cuanto a la eficiencia en la aplicación del riego (EA), esta se define como la relación entre el agua que se aplica al terreno y la que aprovecha el cultivo. La EA depende tanto de la profundidad radicular, que en la vid es de 60 cm (Mullins, 1992), como de la textura y del clima de donde se encuentre la explotación. Se opta por asumir una textura media del suelo y se utilizará el valor para climas húmedos (0,85) para regiones cercanas al mar y el valor de climas áridos (0,95) para regiones de interior (Tabla 14).

Tabla 14. Valor de eficiencia de la aplicación del riego (EA) según textura de suelo y clima.

CLIMAS ARIDOS				
Profundidad radicular (cm)	Textura			
	Gravosa	Gruesa	Media	Fina
< 75 cm	0.85	0.90	0.95	0.95
75 a 150	0.90	0.90	0.95	0.95
> 150	0.95	0.95	1.00[1]	1.00
CLIMAS HUMEDOS				
Profundidad radicular (cm)	Textura			
	Gravosa	Gruesa	Media	Fina
<75	0.65	0.75	0.85	0.90
75 a 150	0.75	0.80	0.90	0.95
> 150	0.85	0.90	0.95	1.00

Fuente: Jaime Arviza. (1996). Riego localizado. Universidad Politécnica de Valencia.

$$V' = \frac{NIR}{EA}$$

El mayor valor entre V y V' es el que se toma para calcular las necesidades totales de riego (NTR) junto con el valor de uniformidad de distribución (UE) el cual depende de la

topografía y la densidad de plantación. Según la densidad de plantación habitual en las explotaciones vitivinícolas se estima un valor medio de UE = 0,9.

$$NTR = \frac{V}{UE}$$

Tabla 15. Cálculo de las necesidades totales de regadío para cada comunidad autónoma.

CCAA	NIR (mm/ciclo prod)	NIR (mm/envero)	LR	EA	V	V'	NTR (mm/m² * mes)
Rioja	79,92	32,37	0,03	0,95	33,41	34,07	**37,86**
Aragón	114,65	46,43	0,03	0,95	47,93	48,88	**54,31**
Comunidad-Madrid	131,50	53,26	0,03	0,95	54,97	56,06	**62,29**
Castilla-León	81,05	32,83	0,03	0,95	33,88	34,55	**38,39**
Castilla-La-Mancha	97,22	39,37	0,03	0,95	40,64	41,45	**46,05**
Extremadura	165,63	67,08	0,03	0,95	69,24	70,61	**78,45**
Cataluña	76,00	30,78	0,03	0,85	31,77	36,21	**40,24**
Comunidad-Valenciana	164,83	66,76	0,03	0,85	68,91	78,54	**87,26**
Andalucía	159,86	64,74	0,03	0,85	66,83	76,17	**84,63**
Murcia	151,97	61,55	0,03	0,85	63,53	72,41	**80,45**
Galicia	77,51	31,39	0,03	0,85	32,40	36,93	**41,04**
Baleares	124,81	50,55	0,03	0,85	52,18	59,47	**66,08**
Canarias	354,19	143,45	0,03	0,85	148,07	168,76	**187,51**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CLIMWAT 2.0.

Nota. CCAA: Comunidad Autónoma; NIR: Net irrigation requirements; NTR: Necesidades totales de riego; LR:Fracción de lavado; EA:Eficiencia en la aplicación del riego; V:Volumen de agua a aplicar (mm).

En cuanto al cálculo de número de emisores (n_e), se considera al riego por goteo como el más utilizado para viticultura. El goteo genera un diámetro de bulbo constante que crece en profundidad en forma de cilindro hasta que se produzca la percolación del agua en los estratos más profundos fuera del alcance radicular.

Por otro lado, la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez (PM) dependen de la composición del suelo. Se consideran para este estudio los siguientes valores habituales en un viñedo tipo:

- CC (% en peso) = 22
- PM (% en peso) =12

Otro valor que se considera habitual en viticultura es el caudal de aplicado por los emisores de 0,7 l/h y considerando un terreno franco-arcilloso se estima el diámetro (D) que alcanzará calculado según las siguientes ecuaciones:

- $Textura\ arcillosa: D = 1{,}2 + 0{,}1 \cdot q \rightarrow 1{,}2 + 0{,}1 \cdot 0{,}7 = 1{,}27\ m$
- $Textura\ franca: D = 0{,}7 + 0{,}11 \cdot q \rightarrow 0{,}7 + 0{,}11 \cdot 0{,}7 = 0{,}78\ m$

$$Media: \frac{1{,}27 + 0{,}78}{2} = \mathbf{1{,}025\ m}$$

Con este diámetro se calcula la superficie mojada por emisor (Sm):

$$Sm = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow \frac{\pi \cdot 1{,}025^2}{4} = \mathbf{0{,}825\ m^2}$$

Por medio del criterio de Keller, teniendo en cuenta el marco de plantación definido en apartados anteriores y la superficie mojada por emisor calculada anteriormente, se escoge un porcentaje de suelo mojado (P) de 33%.

$$\text{ne } \geq \frac{P * (a * b)}{100 * Sm} \rightarrow \frac{33 * (3 * 1{,}5)}{100 * 0{,}825} = 1{,}8 \approx 2\ ne/planta$$

- a * b: marco de plantación (m^2)
- P: % de suelo mojado (adimensional)
- Sm: superficie mojada por emisor (m^2)

A continuación, procedemos a determinar la distancia entre los emisores (Se). Para realizar este cálculo, es fundamental estimar el grado de superposición entre las áreas de humedad (a) con el fin de asegurar un desarrollo óptimo del sistema de raíces, evitando cualquier espacio seco que pudiera inhibir el crecimiento adecuado de las raíces.

Se recomienda que este valor esté dentro de un rango que oscile entre el 15% y el 50%. En este caso, se opta por seleccionar un valor intermedio del 30%.

Luego, elegimos la distancia comercial más cercana al valor obtenido en el cálculo.

$$Se = r \cdot \left(2 - \frac{a}{100}\right) \rightarrow \frac{1{,}025}{2} \cdot \left(2 - \frac{30}{100}\right) = 0{,}87\ m \rightarrow 0{,}70\ m\ (comercial)$$

- r: radio de los bulbos húmedos (m)
- a: solape entre bulbos (%).

La cantidad de riego (Dr) se expresa de dos maneras, y podemos igualar ambas expresiones para derivar una ecuación que nos permita calcular el tiempo de riego (T) o el período entre riegos (I). La elección entre calcular uno u otro depende de nuestras decisiones agronómicas. En este caso, hemos decidido establecer un intervalo entre riegos (I) de 1 riego cada 2 días y, a partir de ello, determinar el tiempo de riego (T). Como

hemos comentado anteriormente se estima que el gotero proporciona un flujo de 0,7 litros por hora a una presión de trabajo aproximada de 10 metros de columna de agua (m.c.a.).

$$Dr = n_e \cdot V = n_e \cdot q \cdot T$$

$$Dr = NTr \cdot I$$

Teniendo en cuenta que:

- q: caudal de cada emisor (L/h)
- V: volumen de agua que arroja cada emisor (L)
- T: tiempo que dura un riego (h)
- NTr: necesidades totales de riego (L/día)
- I: intervalo entre riegos (día)
- ne: número de emisores por planta o m2 (uds)

Tabla 16. Cálculo del tiempo diario de riego para cada Comunidad Autónoma.

CCAA	NTR	NTRmmm2d	a	b	NTRlpd	I	ne	q	**T (h)**
Rioja	37,86	1,22	1,5	3	5,5	2	2	0,7	**7,85**
Aragón	54,31	1,75	1,5	3	7,9	2	2	0,7	**11,26**
Comunidad-Madrid	62,29	2,01	1,5	3	9,04	2	2	0,7	**12,92**
Castilla-León	38,39	1,24	1,5	3	5,6	2	2	0,7	**7,96**
Castilla-La-Mancha	46,05	1,49	1,5	3	6,7	2	2	0,7	**9,55**
Extremadura	78,45	2,53	1,5	3	11,4	2	2	0,7	**16,27**
Cataluña	40,24	1,30	1,5	3	5,8	2	2	0,7	**8,34**
Comunidad-Valenciana	87,26	2,81	1,5	3	12,7	2	2	0,7	**18,10**
Andalucía	84,63	2,73	1,5	3	12,3	2	2	0,7	**17,55**
Murcia	80,45	2,60	1,5	3	11,7	2	2	0,7	**16,68**
Galicia	41,04	1,32	1,5	3	6	2	2	0,7	**8,51**
Baleares	66,08	2,13	1,5	3	9,6	2	2	0,7	**13,70**
Canarias	187,51	6,05	1,5	3	27,2	2	2	0,7	**38,88**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CLIMWAT 2.0.

Nota. CCAA: Comunidad Autónoma; NTR: Necesidades totales de riego; NTRmmm2d: Necesidades totales de riego por mm^2/ día; NTRlpd: Necesidades totales de riego por L/día; a: Distancia entre cepas(m); b: Distancia entre filas (m); I:intervalo entre riegos (día); ne: número de emisores por planta o m2 (uds); q: caudal de cada emisor (L/h); T: Tiempo de riego (h).

Cuando la duración del riego supera las 4 horas, logramos la formación completa del bulbo de humedad, lo que facilita la unión de los distintos bulbos y la creación de una superficie de riego continua, tal como sugieren las investigaciones de Keller, J. (1990).

Para concluir, procedemos a calcular el caudal necesario en la fuente de origen (Q_r).

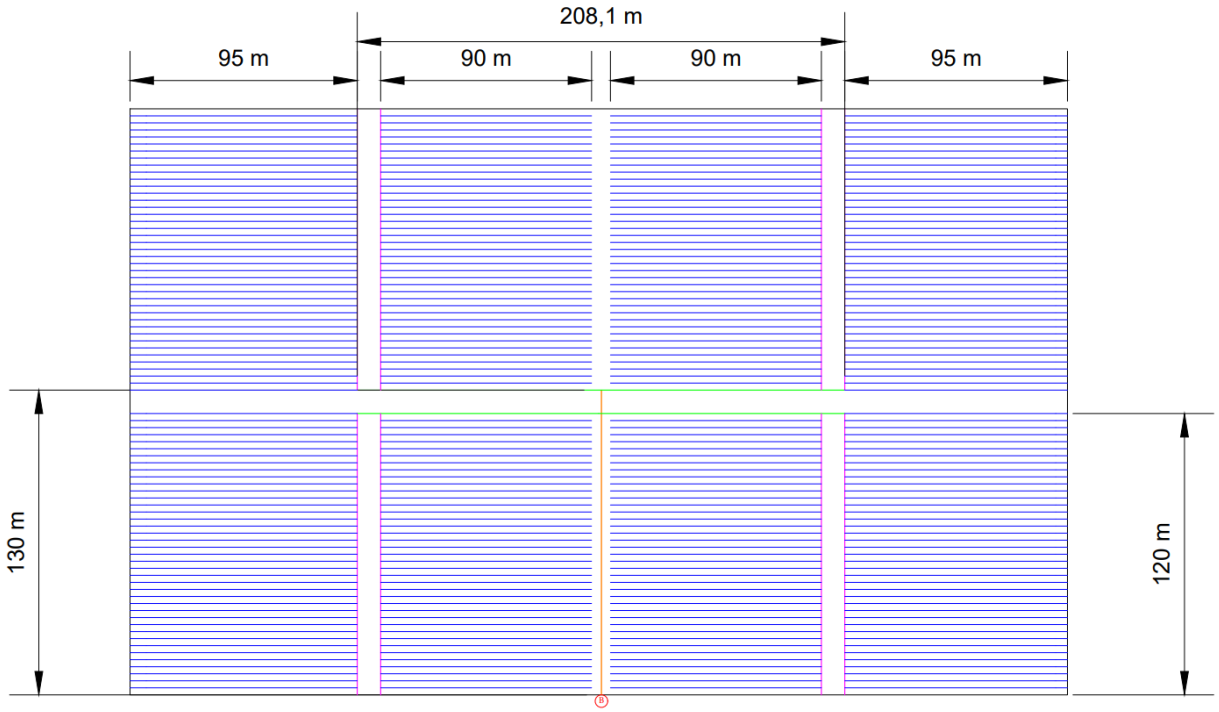
$$Qr = \frac{ne * q * St}{a * b} \rightarrow \frac{2 * 0{,}7 * 100000}{1{,}5 * 3} = 31111\ l/h$$

Siendo:

- q: caudal del emisor (1/h)
- ne: número de emisores por planta (uds)
- a*b: marco de plantación (m^2)
- St: superficie total (m^2)

El dimensionamiento del equipo de riego depende de la distribución de la plantación y las condiciones específicas que se den en la misma. Para este trabajo se aproxima la distribución rectangular y se calculan sobre el plano los metros de línea primaria, secundaria y terciaria como se puede ver en la Figura 29 y en el Plano 1 incluido en el anejo de Planos.

Figura 29. Esquema de la distribución de las líneas portagoteros en una parcela de 10 ha.



Fuente: Elaboración propia con AutoCAD

Teniendo en cuenta las pérdidas de cargas, las longitudes y el caudal calculado, se determina que los elementos finales adecuados para estas líneas de riego son:

- Líneas primarias: 130 m PN 6 Bar 75 mm fabricadas en PBD de uso agrícola.
- Líneas secundarias: 416,2 m PN 6 Bar 50 mm fabricadas en PBD de uso agrícola.
- Líneas terciarias: 960 m PN 6 Bar 40 mm fabricadas en PBD de uso agrícola
- Líneas laterales: 29.600 m PBD 12 mm polietileno y emisores tipo gotero fabricadas en PBD de uso agrícola.
- Grupo de bombeo: Bomba trifásica 15 kW y sistema filtro de arena.
- Electroválvulas por cada línea de riego porta-goteros (260 ud)

El coste que supondrían estos elementos ha sido calculado utilizando precios de distintas casas comerciales y el manual de Coût de fournitures en Viticulture et Oenologie 2022 (IFV) y vienen recogidos en la Tabla 17.

Tabla 17. Resumen de costes de elementos de riego para explotación de 10 ha.

Elemento	Precio unitario (€/ud o m)	Precio total (€)
130 m tubería PBD 75mm	2,7	351,00 €
416,2 m tubería PBD 50 mm	1,95	811,59 €
960 m tubería PBD 50 mm	1,5	1440
29.600 m tubería PBD porta goteros 12 mm	0,95	28.120,00 €
Grupo de bombeo 15 kW y filtro	8000	8.000,00 €
260 electroválvulas	20	5.200,00 €
TOTAL		**43.922,59 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de casas comerciales y Coût de fournitures en Viticulture et Oenologie 2022 (IFV).

Esta tarea se completa a un ritmo estimado de 4 horas por hectárea. Por lo tanto, para una parcela de 10 hectáreas, se calcula un tiempo aproximado de 40 horas, lo que equivaldría prácticamente a cinco días de trabajo de 8 horas cada uno. Teniendo esto en cuenta se calcula el gasto de operaciones en la Tabla 18:

Tabla 18. Coste de operaciones para instalar regadío en parcela 10 ha.

Operaciones	Jornal	Precio/jornal	Importe
Operario tractorista cualificado	5	60	300
Operario agrícola cualificado	10	60	600
I.V.A. 10%			30,00 €
TOTAL			**930,00 €**

Fuente: Elaboración propia

El presupuesto total que se ha estimado para la instalación de regadío en una explotación "tipo" de 10 ha es de **44.852,6 €**.

3.7. Coste de contratar un seguro para viñedo

Las características del seguro para uva de vinificación vienen dadas por la Orden APA/892/2022, de 6 de septiembre por la que se definen los bienes y rendimientos asegurables, las condiciones técnicas mínimas de cultivo, el ámbito de aplicación, los periodos de garantía, las fechas de suscripción y los precios unitarios del seguro base con garantías adicionales para uva de vinificación en la Península y en la Comunidad Autónoma de las Illes Balears, comprendido en el correspondiente Plan de Seguros Agrarios Combinados (Tablas 19 y 20).

Los riesgos y daños que cubre este seguro son:

- En producción

Proporciona cobertura para las pérdidas de cantidad resultantes de riesgos como la helada, la marchitez fisiológica de la variedad bobal, el granizo, los riesgos excepcionales (fauna silvestre, incendio, inundación-lluvia torrencial, lluvia persistente y viento huracanado), y otras condiciones climáticas adversas. Además, en las Denominaciones de Origen, en los Vinos de Pago y en viñedos con características particulares, se incluye la cobertura de las pérdidas de calidad provocadas por la helada y el granizo.

- En plantación

Proporciona protección para los riesgos especificados en la producción, que incluyen:

  - La muerte de la planta de vid.
  - La pérdida de la cosecha del año siguiente, con la excepción del granizo, para el cual se reembolsará el costo de la poda.

- En instalaciones

Proporciona cobertura para los perjuicios resultantes de los riesgos especificados en producción que afecten al cabezal, la red de riego y el sistema de conducción.

Tabla 19. Seguro base y garantías adicionales contratables del seguro de otoño para el año 2022.

A.1. Seguro Base:

	Tipo plantación	Garantía	Riesgos cubiertos	Cálculo indemnización	Garantizado
Seguro base.	Plantación en producción.	Producción.	Pedrisco. Riesgos excepcionales Helada. Marchitez fisiológica. Resto adversidades climáticas.	Explotación (1) (comarca).	Elegible 50 % 70 %
		Plantación.	Todos los cubiertos en la garantía a la producción.	Explotación (1) (comarca).	–
	Plantones.	Plantación.	Todos los cubiertos en la garantía a la producción.	Explotación (1) (comarca).	–
	Todo tipo de plantaciones.	Instalaciones.	Todos los cubiertos en la garantía a la producción y cualquier otro riesgo climático.	Parcela.	–

(1) Explotación a efectos de indemnización, según lo especificado en el Art. 3 apartado i.

A.2 Garantías adicionales:

	Tipo plantación	Garantía	Riesgos cubiertos	Cálculo indemnización	
Garantía Adicional 1.	Plantación en producción.	Producción.	Pedrisco.	Parcela.	
Garantía adicional 2.	Plantación en producción.	Producción.	Helada. Marchitez fisiológica.	Explotación (1) y (2) (comarca).	
			Riesgos excepcionales.	Elegible.	Explotación (1) y (2) (comarca).
					Parcela.
		Plantación.	Todos los cubiertos en la garantía a la producción.	Parcela.	
	Plantones.	Plantación.	Todos los cubiertos en la garantía a la producción.	Parcela.	
Garantía adicional 3.	Plantación en producción.	Producción.	Riesgos Excepcionales.	Parcela.	
			Helada. Marchitez fisiológica.	Parcela.	
Garantía adicional 4 (3).	Plantación en producción.	Producción.	Resto de adversidades climáticas garantizado 80%.	Explotación (2) (comarca).	

(1) Mínimos indemnizables y franquicias absolutas específicas en función del tipo de explotación.
(2) Explotación a efectos de indemnización, según lo especificado en el Art. 3 apartado i.
(3) Únicamente podrán optar a esta garantía adicional aquellos productores que figuren en la base de datos (Anexo IV).

Fuente: MAPA. (2022). Orden APA/892/2022, de 6 de septiembre

Tabla 20. Características del seguro de primavera contratable para el año 2022

Tipo plantación	Garantía	Riesgos cubiertos	Cálculo indemnización	
Plantación en producción.	Producción.	Pedrisco.	Parcela.	
		Riesgos Excepcionales.	Parcela.	
		Elegible: Helada y Marchitez Fisiológica.	Elegible.	Explotación (1) (comarca).
				Parcela.
	Plantación.	Todos los cubiertos en la garantía a la producción.	Parcela.	
Plantones.	Plantación.			
Todo tipo de plantaciones.	Instalaciones.	Todos los cubiertos en la garantía a la producción y cualquier otro riesgo climático.	Parcela.	

(1) Explotación a efectos de indemnización, según lo especificado en el Art. 3 apartado i.

Fuente: MAPA. (2022). Orden APA/892/2022, de 6 de septiembre

Las fechas de contratación de este seguro para el último año disponible son las siguientes:

SEGURO DE OTOÑO

Desde el **1 de octubre hasta el 20 de diciembre de 2022**

SEGURO DE PRIMAVERA

	Inicio contratación	Fin contratación
Con helada	**15/01/2023**	Extremadura, Almería, Cádiz, Córdoba, Huelva, Málaga y Sevilla: **01/03/2023**
		Resto del ámbito: **25/03/2023**
Sin helada	Almería, Cádiz, Córdoba, Huelva, Málaga y Sevilla:	
	01/03/2023	**15/04/2023**
	Resto del ámbito:	
	25/03/2023	**30/04/2023**

Figura 30. Fechas de contratación seguro año 2022-2023.

Fuente: Agroseguro. (2022.). Uva de vino

El seguro cuenta con distintos módulos con distintas coberturas por parcela o por explotación:

Tabla 21. Características del Módulo 1 (Seguro base) en el seguro para uva de vinificación 2022.

			Condiciones de Cobertura				
Tipo Plantación	**Garantía**	**Riesgos Cubiertos**	**Cálculo Indemnización**	**Capital Asegurado**	**Mínimo Indemnizable**	**Franquicia**	**Garantizado**
Plantación en Producción	Producción	Pedrisco Riesgos Excepcionales Helada Marchitez Fisiológica Resto Adversidades Climáticas	Explotación (1) (Comarca)	100%	-	-	**Elegible**: 70% 50%
	Plantación	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción	Explotación (1) (Comarca)	100%	30%	Absoluta: 20%	-
Plantones	Plantación	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción	Explotación (1) (Comarca)	100%	30%	Absoluta: 20%	-
Todo tipo de plantaciones	Instalaciones	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción y cualquier otro riesgo climático.	Parcela	100%	(2)	Sin franquicia	-

(1) Explotación a efectos de indemnización, según lo especificado en el Capítulo I: Definiciones de las Condiciones Especiales del seguro

(2) La cantidad menor entre 10% y 300€ en sistemas de conducción, 300€ en red de riego y 1.000€ en cabezal de riego.

Fuente: Agroseguro. (2022.). Uva de vino

Tabla 22. Características del Módulo 2A (Seguro base + garantía adicional 1) en el seguro para uva de vinificación 2022.

			Condiciones de Cobertura				
Tipo Plantación	**Garantía**	**Riesgos Cubiertos**	**Cálculo Indemnización**	**Capital Asegurado**	**Mínimo Indemnizable**	**Franquicia**	**Garantizado**
Plantación en Producción	Producción	Pedrisco	Parcela	100%	10%	Daños 10%	-
		Helada Marchitez Fisiológica Riesgos Excepcionales Resto Adversidades Climáticas	Explotación (1) (Comarca)	100%	-	-	**Elegible**: 70% 50%
	Plantación	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción	Explotación (1) (Comarca)	100%	30%	Absoluta:20%	-
Plantones	Plantación	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción	Explotación (1) (Comarca)	100%	30%	Absoluta:20%	-
Todo tipo de plantaciones	Instalaciones	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción y cualquier otro riesgo climático.	Parcela	100%	(2)	Sin franquicia	-

(1) Explotación a efectos de indemnización, según lo especificado en el Capítulo I: Definiciones de las Condiciones Especiales del seguro

(2) La cantidad menor entre 10% y 300€ en sistemas de conducción, 300€ en red de riego y 1.000€ en cabezal de riego.

Fuente: Agroseguro. (2022.). Uva de vino

Tabla 23. Características del Módulo 2A (Seguro base + garantías adicionales 1, 2 y 4) en el seguro para uva de vinificación 2022.

			Condiciones de Cobertura				
Tipo Plantación	**Garantía**	**Riesgos Cubiertos**	**Cálculo Indemnización**	**Capital Asegurado**	**Mínimo Indemnizable**	**Franquicia**	**Garantizado**
Plantación en Producción	Producción	Pedrisco	Parcela	100%	10%	Daños 10%	-
		Helada Marchitez Fisiológica	Explotación (1) (Comarca)	100%	(2)	(2) Absoluta	-
		Riesgos Excepcionales	**Elegible** Explotación (1)				
			Parcela	100%	20%	20%	-
		Resto Adversidades Climáticas	Explotación (1) (Comarca)	100%	-	-	**Elegible**: 80%(3) 70% 50%
	Plantación	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción	Parcela	100%	20%	Absoluta: 20%	-
Plantones	Plantación	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción	Parcela	100%	20%	Absoluta: 20%	-
Todo tipo de plantaciones	Instalaciones	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción y cualquier otro riesgo climático.	Parcela	100%	(4)	Sin franquicia	-

Fuente: Agroseguro. (2022.). Uva de vino

Tabla 24. Características del Módulo 3 (Seguro base + garantías adicionales 1, 2, 3 y 4) en el seguro para uva de vinificación 2022.

			Condiciones de Cobertura				
Tipo Plantación	**Garantía**	**Riesgos Cubiertos**	**Cálculo Indemnización**	**Capital Asegurado**	**Mínimo Indemnizable**	**Franquicia**	**Garantizado**
Plantación en Producción	Producción	Pedrisco	Parcela	100%	10%	Daños 10%	-
		Riesgos Excepcionales	Parcela	100%	20%	Absoluta: 20%	-
		Helada Marchitez Fisiológica	Parcela	100%	**Elegible** 10%	Daños: 10%	-
					20%	Absoluta: 20%	-
		Resto Adversidades Climáticas	Explotación (1) (Comarca)	100%	-	-	**Elegible**: 80%(4) 70% 50%
	Plantación	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción	Parcela	100%	20%	Absoluta:20%	-
Plantones	Plantación	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción	Parcela	100%	20%	Absoluta:20%	-
Todo tipo de plantaciones	Instalaciones	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción y cualquier otro riesgo climático.	Parcela	100%	(2)	Sin franquicia	-

(1) Explotación a efectos de indemnización, según lo especificado en el Capítulo I: Definiciones de las Condiciones Especiales del seguro

(2) La cantidad menor entre 10% y 300€ en sistemas de conducción, 300€ en red de riego y 1.000€ en cabezal de riego.

(4) Elegible para los productores que figuran en la base de datos.

Fuente: Agroseguro. (2022.). Uva de vino

Tabla 25. Características del Módulo P (Seguro de primavera) en el seguro para uva de vinificación 2022.

			Condiciones de Cobertura				
Tipo Plantación	**Garantía**	**Riesgos Cubiertos**	**Cálculo Indemnización**		**Capital Asegurado**	**Mínimo Indemnizable**	**Franquicia**
Plantación en Producción	Producción	Pedrisco	Parcela		100%	10%	Daños 10%
		Riesgos Excepcionales	Parcela		100%	20%	Absoluta: 20%
		Elegible: Helada y Marchitez Fisiológica	**Elegible**	Explotación (1)	100%	(2)	(2) Absoluta
				Parcela	80%	**Elegible** 10%	Daños: 10%
						20%	Absoluta: 20%
	Plantación	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción	Parcela		100%	20%	Absoluta: 20%
Plantones	Plantación						
Todo tipo de plantaciones	Instalaciones	Todos los cubiertos en la garantía a la Producción y cualquier otro riesgo climático.	Parcela		100%	(3)	Sin franquicia

(1) Explotación a efectos de indemnización, según lo especificado en el Capítulo I: Definiciones de las Condiciones Especiales del seguro

(2) Mínimo indemnizable y franquicias absolutas según tipo de explotación definido en anexo II de las Condiciones Especiales del seguro.

(3) La cantidad menor entre 10% y 300€ en sistemas de conducción, 300€ en red de riego y 1.000€ en cabezal de riego.

Fuente: Agroseguro. (2022.). Uva de vino

El coste de la prima depende principalmente del capital asegurado y del registro histórico de la siniestralidad de la parcela o explotación que se quiera asegurar. Además, intervienen otros factores relevantes como el sistema de cultivo (regadío o secano), la denominación de origen, el sistema de producción, el sistema de conducción, la edad de la planta y la práctica cultural que pueda ser utilizada.

En lo que atañe a este trabajo, se ha podido tener acceso a varias pólizas de seguro de explotaciones vitícolas que han tenido a bien ceder esta información para estimar el coste de seguro aproximado que podría llegar a tener una explotación tipo, como la fijada en epígrafes anteriores.

Para simplificar el cálculo, se ha tenido en cuenta una explotación con un rendimiento uniforme para todas las parcelas de 6.200 kg/ha. En cuanto al precio de la uva con el que se calcula el capital asegurado se ha usado la variedad más cultivada, la variedad Tempranillo, con un precio fijado de 0,3300 €/kg.

Los costes de la prima, como se ha comentado anteriormente, dependen de muchos factores asociados con las características concretas de la explotación. Para este trabajo se ha aproximado en porcentaje cada uno de los diferentes elementos que componen el coste del seguro al capital asegurado en función de los datos de las pólizas cedidas.

Se ha escogido el Módulo 3 para el cálculo del seguro ya que es el módulo más completo (modulo base + garantías 1, 2, 3 y 4) y que se considera el más adecuado para una explotación de 10 ha que quiera comercializar su producto (Tablas 26 y 27).

Tabla 26. Cálculo del capital asegurado para estimar coste del seguro.

Rendimiento (kg/ha)	Superficie (ha)	Producción (kg)	Precio uva (€/kg)	Capital asegurado (€)
6200	10	62000	0,33	**20.460 €**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Desglose del cálculo del coste del seguro

Distribución del coste del seguro	Importe
PC: Prima Comercial (10% de CA)	2.046 €
RA: Recargo del asegurado (2% de CA)	409 €
PCN: Prima Comercial Neta (PC+RA)	2.455 €
Recargo FLCCS (0,15% de PCN)	4 €
Recibo prima (FLCCS+PCN)	2.459 €
SUBV ENESA (100% de recargos)	413 €
SUBV C.C.A.A	102 €
Total	**1.944 €**

Fuente: Elaboración propia

El coste estimado del seguro para una explotación tipo de 10 ha es de 1.944 € por ciclo productivo (Tabla 27). Este coste es asumido por el tomador del seguro y dueño de la explotación.

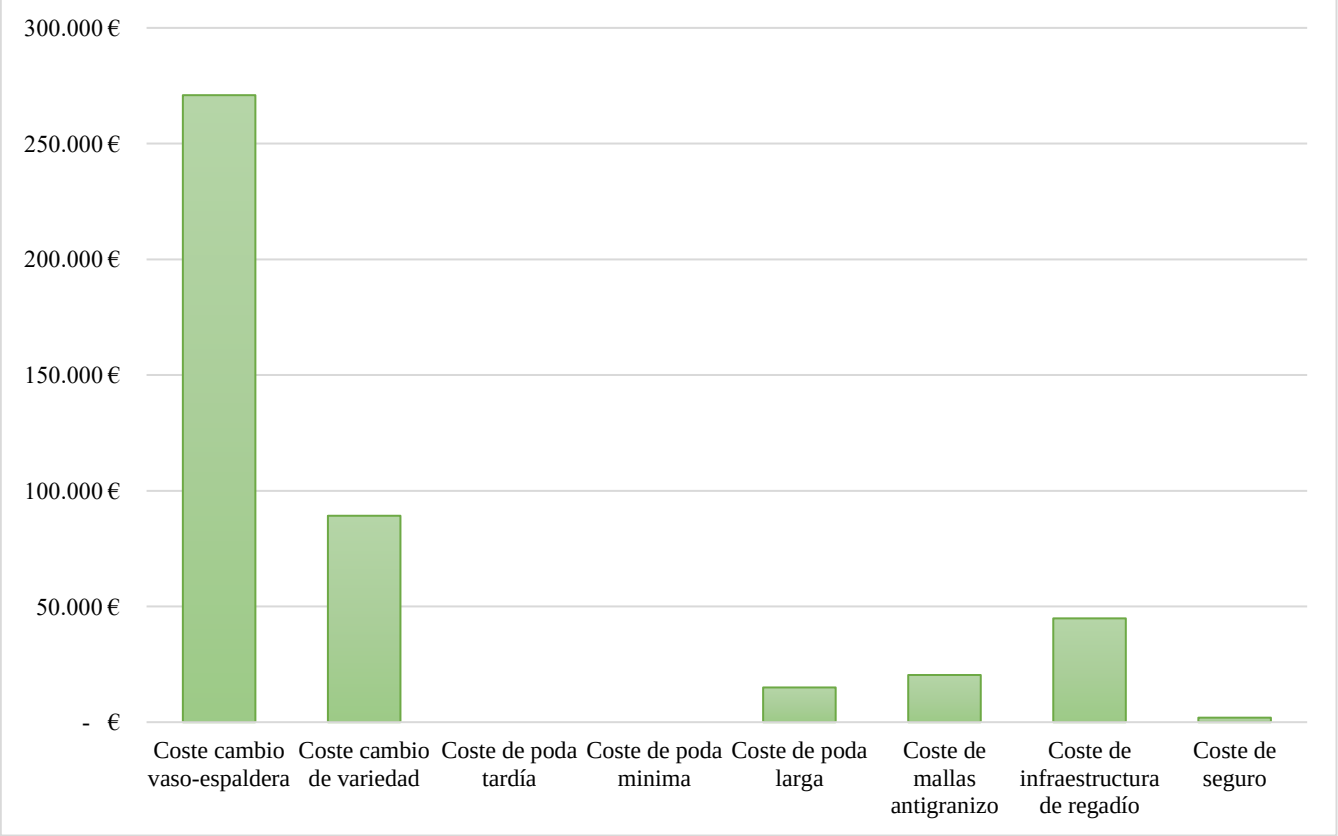
También se considera relevante estimar el coste que le supone a las instituciones públicas (ENESA y la Comunidad Autónoma pertinente), por vía de subvenciones, este seguro. Este coste se estima en 515 € por ciclo productivo.

4. DISCUSIÓN

En este capítulo se pretende evaluar económicamente las estrategias anteriormente planteadas para el viticultor.

Para obtener una imagen general del coste que suponen estas estrategias, se ha querido poner en común su importe económico representándolos en un diagrama comparativo en la Figura 31.

Figura 31. Gráfico comparativo de costes de las estrategias planteadas.



Fuente: Elaboración propia.

Las estrategias más costosas a nivel económico son el cambio de sistema de conducción de vaso a espaldera con un importe de 270.933 €, el coste del cambio de variedad que asciende a 71.104 € y el coste de la infraestructura de regadío que asciende a 45.662 €.

Sin embargo, estas estrategias se realizan de forma puntual respecto a otras que se realizan anualmente o cada cierto número de años.

Es por ello que se considera relevante, la clasificación de cada una de las estrategias según el tipo de coste (Tabla 28).

Tabla 28. Caracterización según el tipo de coste de las estrategias planteadas.

Estrategia	Carácter
Coste cambio vaso-espaldera	Puntual
Coste cambio de variedad	Puntual
Coste de poda tardía	Anual
Coste de poda mínima	Anual
Coste de poda larga	Anual
Coste de mallas antigranizo	Operación anual y material cada 5 años
Coste de infraestructura de regadío	Puntual
Coste de seguro	Anual

Fuente: Elaboración propia.

Una vez se ha realizado la caracterización de estos costes se pretende realizar un análisis de la viabilidad económica de cada una de las estrategias anteriormente planteadas.

4.1. Viabilidad económica de paso de vaso a espaldera

Para evaluar esta estrategia se han calculado los ingresos ordinarios que obtendría la explotación tipo planteada. Para compararlo con los costes del seguro realizados anteriormente para una explotación situada en Castilla La Mancha y con variedad tinta. Para ello se ha usado el precio de venta de esta uva en La Mancha de 0,415 €, obtenido de los últimos datos publicados en el portal web de Vinos de Castilla la Mancha para la campaña 2023.

Introduciendo además un factor de aumento del rendimiento del cultivo con la implementación de la espaldera de un 50% (Tabla 29).

Ingresos ordinarios (€) = Rendimiento (kg/ha) * Superficie (ha) * Precio uva (€/kg)

Tabla 29. Cálculo de ingresos ordinarios introduciendo un factor de aumento del rendimiento del 50% (1,5) por espaldera.

Rendimiento (kg/ha)	Factor aumento de rendimiento	Superficie (ha)	Producción (kg)	Precio uva (€/kg)	Ingresos ordinarios (€)
6200	1,5	10	93000	0,415	**38.595 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados en portal web Vinos de Castilla-La Mancha.

En cuanto a los costes ordinarios se ha tenido en cuenta el informe sobre estudio de costes de producción de uva para vinificación para el año 2022 elaborado por la Organización Interprofesional del Vino en España (OIVE). Con estos datos se elabora la Tabla 30.

Tabla 30. Costes ordinarios calculados para explotación planteada de 10 ha con implantación de espaldera.

Operación	Coste (€/ha)	Coste explotación planteada 10 ha (€)
Vendimia y Transporte	582,4 €	5.824 €
Fitosanitarios	548,3 €	5.483 €
Poda	532,2 €	5.322 €
Vegetación	394,9 €	3.949 €
Abonado	164,3 €	1.643 €
Mantenimiento espaldera	187,9 €	1.879 €
COSTES ORDINARIOS TOTALES		**24.100 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva.

Como pago extraordinario para el año inicial, en el cual se procede a la instalación de la espaldera, se ha incluido el importe calculado en el capítulo anterior del coste que supondría el paso vaso a espaldera de una explotación tipo como la planteada anteriormente que asciende a 270.933,04 euros.

Con estos ingresos y costes ordinarios y extraordinarios se ha realizado un cuadro de flujos de caja simplificado, adaptado a las características del "proyecto". Este cuadro de flujos de caja se ha llevado a cabo para un periodo de 32 años (Tabla 31).

Tabla 31. Cuadro de flujos de caja de la implementación de la estrategia de cambio de sistema de conducción de vaso a espaldera.

Año	ordinarios	Costes extraordinarios	Ingresos ordinarios	Flujo de caja
0	24.100 €	272.364,16	38.595 €	-257.869 €
1	24.100 €		38.595 €	14.495 €
2	24.100 €		38.595 €	14.495 €
3	24.100 €		38.595 €	14.495 €
4	24.100 €		38.595 €	14.495 €
5	24.100 €		38.595 €	14.495 €
6	24.100 €		38.595 €	14.495 €
7	24.100 €		38.595 €	14.495 €
8	24.100 €		38.595 €	14.495 €
9	24.100 €		38.595 €	14.495 €
10	24.100 €		38.595 €	14.495 €
11	24.100 €		38.595 €	14.495 €
12	24.100 €		38.595 €	14.495 €
13	24.100 €		38.595 €	14.495 €
14	24.100 €		38.595 €	14.495 €
15	24.100 €		38.595 €	14.495 €
16	24.100 €		38.595 €	14.495 €
17	24.100 €		38.595 €	14.495 €
18	24.100 €		38.595 €	14.495 €
19	24.100 €		38.595 €	14.495 €
20	24.100 €		38.595 €	14.495 €
21	24.100 €		38.595 €	14.495 €
22	24.100 €		38.595 €	14.495 €
23	24.100 €		38.595 €	14.495 €
24	24.100 €		38.595 €	14.495 €
25	24.100 €		38.595 €	14.495 €
26	24.100 €		38.595 €	14.495 €
27	24.100 €		38.595 €	14.495 €
28	24.100 €		38.595 €	14.495 €
29	24.100 €		38.595 €	14.495 €
30	24.100 €		38.595 €	14.495 €
31	24.100 €		38.595 €	14.495 €
32	24.100 €		38.595 €	14.495 €

Fuente: Elaboración propia

Con este cuadro de flujos de caja se puede evaluar la rentabilidad de esta estrategia utilizando los siguientes indicadores financieros:

- Valora Actual Neto (VAN): representa la ganancia total, esta ganancia es la diferencia entre los flujos de caja y los Costes de la inversión en el instante que se realiza empieza la operación.

  Para que la operación sea viable este valor ha de ser positivo

  Se calcula por la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{j=0}^{n} \frac{Fj}{(1 + r)^j} - \sum_{j=0}^{n} \frac{Ij}{(1 + r)^j}$$

  Siendo:

  - r = tasa de descuento del 2,5%
  - n =años de vida útil del proyecto
  - Fj = flujo de caja en el año j
  - Ij = pago por inversión en el año j

- Tasa Interna de Retorno (TIR): representa la rentabilidad de la inversión en porcentaje de beneficio o pérdida. Se calcula como la tasa de descuento ® cuando se igualan los flujos de caja y los Costes de la inversión, es decir cuando el VAN = 0.
- Payback: Número de años que pasan en la vida útil de la operación hasta que se recupera la inversión, es decir, cuando el importe de los flujos de caja con respecto a los anteriores sea positivo.

El cálculo de los indicadores financieros se ha realizado en Excel para una tasa del 2’5% y se obtienen los siguientes resultados mostrados en la Tabla 32.

Tabla 32. Indicadores de la rentabilidad de la implementación de la estrategia de cambio de vaso a espaldera.

TIR	VAN	PAYBACK
4%	58.835 €	18 años

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados indican que la rentabilidad del cambio de sistema de conducción de vaso a espaldera, aunque moderados, son positivos.

El periodo de recuperación de la inversión calculado (payback) de 18 años podría verse reducido ya que se está teniendo en cuenta el precio de venta de la uva para el cálculo. Una explotación que cuente con bodega propia y transforme la materia prima en vino puede aumentar notablemente estos ingresos. El aumento de este ingreso es variable y depende del vino que se elabore.

Por otro lado, este paso de vaso a espaldera se suele llevar a cabo en conjunto con el paso a regadío lo que aumentaría aún más el rendimiento de la producción y por lo tanto los ingresos ordinarios, aunque también aumentaría los gastos por el regadío.

4.2. Viabilidad económica de paso de cambio de variedad por sobreinjerto

En este caso para estudiar esta estrategia no se supone un aumento en el rendimiento de la producción, por lo que no se utilizará ningún factor de aumento del rendimiento. Adicionalmente se considerará para los dos primeros años un 20% y un 40% del rendimiento de la producción consecutivamente, que es la variación esperada por la realización del sobreinjerto en la vid ya que, como se ha indicado en el capítulo anterior, se requieren dos años hasta un restablecimiento normal del rendimiento de la producción.

Teniendo esto en cuenta se calculan los ingresos previstos con la implementación de esta estrategia en la Tabla 33.

Tabla 33. Cálculo de ingresos ordinarios previstos para implantación de sobre-injerto.

Rendimiento (kg/ha)	**Factor bajada de rendimiento**	**Superficie (ha)**	**Producción (kg)**	**Precio uva (€/kg)**	**Ingresos año 0 (€)**
6200	0,2	10	12400	0,415	**5.146 €**
Rendimiento (kg/ha)	**Factor bajada de rendimiento**	**Superficie (ha)**	**Producción (kg)**	**Precio uva (€/kg)**	**Ingresos año 1 (€)**
6200	0,4	10	24800	0,415	**10.292 €**
Rendimiento (kg/ha)	**Factor bajada de rendimiento**	**Superficie (ha)**	**Producción (kg)**	**Precio uva (€/kg)**	**Ingresos año 2-n (€)**
6200	-	10	62000	0,415	**25.730 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados en portal web Vinos de Castilla-La Mancha.

De la misma manera que en el epígrafe anterior se ha realizado el cuadro de flujos de caja para por medio de los mismos indicadores financieros evaluar la rentabilidad económica del proyecto.

En cuanto a los costes ordinarios se ha tenido en cuenta de la misma manera que en el epígrafe anterior los datos de la Interprofesional del Vino en España (OIVE), en este caso se ha considerado que el cultivo no se encuentra en espaldera para tratarlo como una estrategia independiente (Tabla 34).

Tabla 34. Costes ordinarios calculados para explotación planteada de 10 ha para implantación sobreinjerto.

Operación	Coste (€/ha)	Coste explotación planteada 10 ha (€)
Vendimia y Transporte	624,1 €	6.241 €
Fitosanitarios	505,3 €	5.053 €
Poda	402,3 €	4.023 €
Vegetación	344,0 €	3.440 €
Abonado	164,0 €	1.640 €
COSTES ORDINARIOS TOTALES		**20.397 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva.

El pago extraordinario corresponde al importe calculado en el capítulo anterior del coste que supone el cambio de variedad por sobre-injerto que asciende a **88.880 euros**.

Con todo lo anteriormente mencionado se ha realizado el cuadro de flujo de caja para el cambio de variedad por sobreinjerto (Tabla 35).

Tabla 35. Cuadro de flujos de caja para estrategia de cambio de variedad por sobreinjerto.

Año	Costes ordinarios	Costes extraordinarios	Ingresos ordinarios	Flujo de caja
0	20.397 €	71.104 €	5.146 €	-86.355 €
1	20.397 €		10.292 €	-10.105 €
2	20.397 €		25.730 €	5.333 €
3	20.397 €		25.730 €	5.333 €
4	20.397 €		25.730 €	5.333 €
5	20.397 €		25.730 €	5.333 €
6	20.397 €		25.730 €	5.333 €
7	20.397 €		25.730 €	5.333 €
8	20.397 €		25.730 €	5.333 €
9	20.397 €		25.730 €	5.333 €
10	20.397 €		25.730 €	5.333 €
11	20.397 €		25.730 €	5.333 €
12	20.397 €		25.730 €	5.333 €
13	20.397 €		25.730 €	5.333 €
14	20.397 €		25.730 €	5.333 €
15	20.397 €		25.730 €	5.333 €
16	20.397 €		25.730 €	5.333 €
17	20.397 €		25.730 €	5.333 €
18	20.397 €		25.730 €	5.333 €
19	20.397 €		25.730 €	5.333 €
20	20.397 €		25.730 €	5.333 €
21	20.397 €		25.730 €	5.333 €
22	20.397 €		25.730 €	5.333 €
23	20.397 €		25.730 €	5.333 €
24	20.397 €		25.730 €	5.333 €
25	20.397 €		25.730 €	5.333 €
26	20.397 €		25.730 €	5.333 €
27	20.397 €		25.730 €	5.333 €
28	20.397 €		25.730 €	5.333 €
29	20.397 €		25.730 €	5.333 €
30	20.397 €		25.730 €	5.333 €
31	20.397 €		25.730 €	5.333 €
32	20.397 €		25.730 €	5.333 €

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se ha realizado el cálculo de los indicadores financieros anteriormente definidos en Excel para una tasa del 2'5% y se obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 36.

Tabla 36. Indicadores financieros calculados para cambio de variedad.

TIR	VAN	PAYBACK
3,5%	15.105 €	17 años

Fuente: Elaboración propia

Estos indicadores financieros sugieren que el proyecto de cambio de variedad en la plantación de viñedo mediante sobreinjerto es moderado. La TIR del 3,5% y el VAN positivo de 15.105 € indican la viabilidad económica de esta estrategia y un retorno positivo de la inversión a largo plazo (17 años).

4.3. Viabilidad económica de instalación de malla antigranizo y antipájaros

Respecto a los ingresos ordinarios se ha tenido en cuenta que la implementación de esta estrategia no implica un aumento del rendimiento de la cosecha. Por ello se calculan los ingresos ordinarios para la explotación planteada con el rendimiento planteado inicialmente y el precio de la uva establecido en epígrafes anteriores (Tabla 37).

Tabla 37. Ingresos ordinarios estimados con la implementación de la estrategia de malla antigranizo y antipájaros.

Rendimiento (kg/ha)	Superficie (ha)	Producción (kg)	Precio uva (€/kg)	Ingresos ordinarios (€)
6200	10	62000	0,415	**25.730 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados en portal web Vinos de Castilla-La Mancha.

De la misma manera que en los epígrafes anteriores se han estimado los costes ordinarios para la implementación de esta estrategia a partir de los datos de la Interprofesional del Vino en España (OIVE). Además, se ha tenido en cuenta el coste ordinario respecto a lo que supone anualmente tanto instalar como mantener la malla calculado en el capítulo anterior (Tabla 38).

Tabla 38. Costes ordinarios calculados para explotación planteada de 10 ha para estrategia de malla antigranizo y antipájaros.

Operación	Coste (€/ha)	Coste explotación planteada 10 ha (€)
Vendimia y Transporte	624,1 €	6.241 €
Fitosanitarios	505,3 €	5.053 €
Poda	402,3 €	4.023 €
Vegetación	344,0 €	3.440 €
Abonado	164,0 €	1.640 €
Mantenimiento de la malla	165,0 €	1.650 €
COSTES ORDINARIOS TOTALES		**22.047 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva.

En cuanto al coste extraordinario que supondría la propia malla se ha definido en el capítulo anterior que su coste asciende a 24.503 euros, teniendo esta malla una vida útil de 5 años, por lo que este coste viene reflejado en el cuadro de flujo de cajas elaborado cada 5 años.

Con todo lo anteriormente mencionado se obtiene el siguiente cuadro de flujos de caja para la instalación de malla antigranizo (Tabla 39).

Tabla 39. Cuadro de flujos de caja para instalación de malla antigranizo.

Año	Costes ordinarios	Costes extraordinarios	Ingresos ordinarios	Flujo de caja
0	22.047 €	24.503,00	25.730 €	-20.820 €
1	22.047 €		25.730 €	3.683 €
2	22.047 €		25.730 €	3.683 €
3	22.047 €		25.730 €	3.683 €
4	22.047 €		25.730 €	3.683 €
5	22.047 €	14.603,00	25.730 €	-10.920 €
6	22.047 €		25.730 €	3.683 €
7	22.047 €		25.730 €	3.683 €
8	22.047 €		25.730 €	3.683 €
9	22.047 €		25.730 €	3.683 €
10	22.047 €	14.603,00	25.730 €	-10.920 €
11	22.047 €		25.730 €	3.683 €
12	22.047 €		25.730 €	3.683 €
13	22.047 €		25.730 €	3.683 €
14	22.047 €		25.730 €	3.683 €
15	22.047 €	14.603,00	25.730 €	-10.920 €
16	22.047 €		25.730 €	3.683 €
17	22.047 €		25.730 €	3.683 €
18	22.047 €		25.730 €	3.683 €
19	22.047 €		25.730 €	3.683 €
20	22.047 €	14.603,00	25.730 €	-10.920 €
21	22.047 €		25.730 €	3.683 €
22	22.047 €		25.730 €	3.683 €
23	22.047 €		25.730 €	3.683 €
24	22.047 €		25.730 €	3.683 €
25	22.047 €	14.603,00	25.730 €	-10.920 €
26	22.047 €		25.730 €	3.683 €
27	22.047 €		25.730 €	3.683 €
28	22.047 €		25.730 €	3.683 €
29	22.047 €		25.730 €	3.683 €
30	22.047 €	14.603,00	25.730 €	-10.920 €
31	22.047 €		25.730 €	3.683 €
32	22.047 €		25.730 €	3.683 €

Fuente: Elaboración propia

Con este cuadro se han calculado los siguientes indicadores financieros (Tabla 40).

Tabla 40. Indicadores financieros para la instalación de malla antigranizo.

TIR	VAN	PAYBACK
3,2%	1.503 €	19 años

Fuente: Elaboración propia

Estos indicadores financieros muestran una viabilidad del proyecto de la estrategia planteada muy moderada. La TIR del 3,2% es muy alta debido al coste elevado de la inversión, al aumento de costes en la explotación por el mantenimiento de la malla y la renovación parcial de la inversión cada 5 años por la vida útil de la malla. El VAN de 1.503 €, aunque positivo es muy moderado. El período de recuperación de 19 años es también un periodo largo.

4.4. Viabilidad económica de instalación de regadío

Para los ingresos ordinarios se ha tenido en cuenta que el rendimiento de una explotación que pasa de secano a regadío se puede llegar a duplicar. Teniendo esto en cuenta, además del precio fijado de la uva en capítulos anteriores, se calculan los ingresos ordinarios para esta estrategia en la Tabla 41.

Tabla 41. Cálculo de ingresos ordinarios teniendo en cuenta aumento de rendimiento por regadío para la explotación planteada.

Rendimiento (kg/ha)	Factor aumento de rendimiento	Superficie (ha)	Producción (kg)	Precio uva (€/kg)	Ingresos (€)
6200	2	10	124000	0,415	**51.460 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados en portal web Vinos de Castilla-La Mancha.

En cuanto a los costes ordinarios, de la misma manera que en los epígrafes anteriores, se han estimado los costes ordinarios para la implementación del paso a regadío. Los datos se han extraído de la Interprofesional del Vino en España (OIVE). Además, se ha tenido en cuenta el coste ordinario del suministro de agua, energía y mantenimiento de la instalación de riego (Tabla 42).

Tabla 42. Costes ordinarios calculados para explotación planteada de 10 ha para estrategia de instalación de regadío.

Operación	Coste (€/ha)	Coste explotación planteada 10 ha (€)
Vendimia y Transporte	624,1 €	6.241 €
Fitosanitarios	454,7 €	4.547 €
Poda	402,3 €	4.023 €
Vegetación	400,0 €	4.000 €
Abonado	177,3 €	1.773 €
Riego, mantenimiento y energía	306,3 €	3.063 €
COSTES ORDINARIOS TOTALES		**23.647 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva.

El cuanto a los costes extraordinarios se ha tenido en cuenta el coste de inicial de la infraestructura de regadío calculado en el capítulo anterior de 44.852,6 €.

Con lo expuesto anteriormente se realiza el siguiente cuadro de flujo de caja para la infraestructura de regadío (Tabla 43).

Tabla 43. Cuadro de flujos de caja para estrategia de instalación de infraestructura de regadío para la explotación planteada.

Año	Costes ordinarios	Costes extraordinarios	Ingresos ordinarios	Flujo de caja
0	23.647 €	44.852,59	51.460 €	-17.040 €
1	23.647 €		51.460 €	27.813 €
2	23.647 €		51.460 €	27.813 €
3	23.647 €		51.460 €	27.813 €
4	23.647 €		51.460 €	27.813 €
5	23.647 €		51.460 €	27.813 €
6	23.647 €		51.460 €	27.813 €
7	23.647 €		51.460 €	27.813 €
8	23.647 €		51.460 €	27.813 €
9	23.647 €		51.460 €	27.813 €
10	23.647 €		51.460 €	27.813 €
11	23.647 €		51.460 €	27.813 €
12	23.647 €		51.460 €	27.813 €
13	23.647 €		51.460 €	27.813 €
14	23.647 €		51.460 €	27.813 €
15	23.647 €		51.460 €	27.813 €
16	23.647 €		51.460 €	27.813 €
17	23.647 €		51.460 €	27.813 €
18	23.647 €		51.460 €	27.813 €
19	23.647 €		51.460 €	27.813 €
20	23.647 €		51.460 €	27.813 €
21	23.647 €		51.460 €	27.813 €
22	23.647 €		51.460 €	27.813 €
23	23.647 €		51.460 €	27.813 €
24	23.647 €		51.460 €	27.813 €
25	23.647 €		51.460 €	27.813 €
26	23.647 €		51.460 €	27.813 €
27	23.647 €		51.460 €	27.813 €
28	23.647 €		51.460 €	27.813 €
29	23.647 €		51.460 €	27.813 €
30	23.647 €		51.460 €	27.813 €
31	23.647 €		51.460 €	27.813 €
32	23.647 €		51.460 €	27.813 €

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que en epígrafes anteriores, se ha realizado el cálculo de los indicadores financieros anteriormente definidos en Excel para una tasa del 2'5% y se obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 44.

Tabla 44. Indicadores financieros estimados para estrategia de instalación de regadío.

TIR	VAN	PAYBACK
163,2%	590.652 €	2 años

Fuente: Elaboración propia

Estos indicadores financieros son excepcionales y sugieren que el proyecto de instalación de infraestructura de riego es altamente rentable y financieramente atractivo. La TIR del 163,2% indica una rentabilidad sobresaliente, mientras que el VAN positivo de 590.625 € respalda de manera sólida la generación de beneficios significativos a lo largo del tiempo. Además, el período de recuperación de 2 años es extremadamente breve, lo que indica una rápida recuperación de la inversión. Estos resultados son muy favorables y respaldan claramente la viabilidad y la rentabilidad del proyecto de infraestructura de riego.

Sin embargo, hay que tener en cuenta las restricciones al regadío que se puedan dar en periodos de sequía.

4.5. Análisis de costes marginales

4.5.1. Comparación vaso-espaldera

Los costes marginales que para una explotación en vaso han sido extraídos del informe técnico sobre costes en viticultura elaborado por la Interprofesional del Vino en España (OIVE), mencionada en anteriores epígrafes, la cual recoge datos de costes para diferentes sistemas de conducción en el año 2022 (Tabla 45).

Tabla 45. Costes marginales de producción en sistema de conducción en vaso.

Operación	Coste (€/ha)
Vendimia y Transporte	624,1 €
Fitosanitarios	505,3 €
Poda	402,3 €
Vegetación	344,0 €
Abonado	164,0 €
TOTAL	**2.039,7 €**

Fuente: Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva.

En cuanto a la producción en espaldera se consideran los siguientes costes definidos en la Tabla 46.

Tabla 46. Costes marginales de producción en sistema de conducción en espaldera.

Operación	Coste (€/ha)
Vendimia y Transporte	381,7 €
Fitosanitarios	454,7 €
Poda	532,2 €
Vegetación	394,9 €
Abonado	164,3 €
Mantenimiento espaldera	187,9 €
TOTAL	**2.115,7 €**

Fuente: Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva.

Los datos muestran que a pesar del ahorro notable en los costes marginales que supone la operación de vendimia y transporte en el sistema de conducción en espaldera, el aumento de costes que supone el mantenimiento de la espaldera al año prácticamente equilibra los costes de la producción para los dos sistemas.

En cuanto a los rendimientos de los dos sistemas de conducción, en epígrafes anteriores se ha considerado un aumento del rendimiento del cultivo del 50% para el sistema de conducción en espaldera respecto al vaso. Para mostrar los cambios de los costes y los ingresos para los dos tipos de cultivo se ha elaborado la Tabla 47 en la que se comparan los dos sistemas de conducción.

$$Beneficio\ \left(\frac{€}{ha}\right) = Ingresos\left(\frac{€}{ha}\right) - Costes\left(\frac{€}{ha}\right)$$

$$Tiempo\ estimado\ de\ retorno\ inversión\ (años) = \frac{Coste\ inversión\left(\frac{€}{ha}\right)}{Beneficio\ \left(\frac{€}{ha}\right)}$$

Tabla 47. Tabla comparativa de sistemas de conducción con costes marginales.

ítem	Vaso	Espaldera	Δ
Costes marginales (€/ha)	2.039,7 €	2.115,7 €	76,0 €
Ingresos (€/ha)	2.573,0 €	3.859,5 €	1.286,5 €
Beneficio(€/ha)	533,3 €	1.743,8 €	1.210,5 €
Coste inversión (€/ha)			27.093,3 €
Tiempo estimado de retorno inversión (años)			22

Fuente: Elaboración propia

Como la implementación de la espaldera se suele llevar a cabo conjuntamente con el regadío se ha considerado relevante comparar estos dos sistemas de conducción teniendo en cuenta el factor del regadío. Pasando ahora a comparar el paso a espaldera y regadío una explotación en vaso y secano.

Los costes considerados para vaso serían los mismos determinados en la Tabla 45. En cuanto a los costes estimados para espaldera y regadío se tendría en cuenta además el coste que supone el riego, el mantenimiento de la instalación y la energía (Tabla 48).

Tabla 48. Costes marginales estimados para sistema de conducción en espaldera y regadío.

Operación	Coste (€/ha)
Vendimia y Transporte	381,7 €
Fitosanitarios	454,7 €
Poda	532,2 €
Vegetación	394,9 €
Abonado	164,3 €
Mantenimiento espaldera	187,9 €
Riego, mantenimiento y energía	306,3 €
TOTAL	**2.422,0 €**

Fuente: Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva

La instalación de la espaldera conjuntamente con el regadío conlleva un aumento significativo en el rendimiento del cultivo. Para este caso se ha supuesto que el rendimiento del cultivo se puede llegar a triplicar. El coste de la inversión para este caso corresponde al sumatorio de las dos estrategias planteadas en el capítulo anterior. Teniendo esto en cuenta se ha vuelto a elaborar la tabla comparativa de los dos sistemas (Tabla 49).

Tabla 49. Tabla comparativa de vaso x secano respecto a espaldera x regadío con costes marginales.

ítem	Vaso	Espaldera con regadío	Δ
Costes marginales (€/ha)	2.039,7 €	2.422,0 €	382,3 €
Ingresos (€/ha)	2.573,0 €	7.719,0 €	5.146,0 €
Beneficio(€/ha)	533,3 €	5.297,0 €	4.763,7 €
Coste inversión (€/ha)			31.578,6 €
Tiempo estimado de retorno inversión (años)			7

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos de la implementación de las dos estrategias en conjunto son más viables a nivel económico.

4.5.2. Comparación con sobreinjerto

Los costes para la plantación en la que se ha realizado los sobreinjertos se suponen las mismos. En cuanto a los ingresos, se ha tenido en cuenta los dos primeros años de cambio de variedad que implican una perdida en la producción como se ha comentado en epígrafes anteriores. Teniendo esto en cuenta se ha elaborado la Tabla 50.

Tabla 50. Tabla comparativa de costes marginales en cuanto a la realización de sobreinjerto.

ítem	Plantación sin sobreinjerto	Sobreinjerto	Δ
Costes marginales (€/ha)	2.039,7 €	2.039,7 €	- €
Ingresos (€/ha)	2.573,0 €	2.463,8 €	- 109,2 €
Beneficio(€/ha)	533,3 €	424,1 €	- 109,2 €
Coste inversión (€/ha)			7.110,4 €
Tiempo estimado de retorno inversión (años)			X

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que la realización del sobreinjerto con fines exclusivamente de evitar riesgos en el cultivo, sin que suponga un aumento en el rendimiento y por lo tanto un aumento en los ingresos carece de viabilidad económica para el viticultor.

4.5.3. Comparación de técnicas de poda respecto a poda convencional

En cuanto a la comparación de los distintos sistemas de poda evaluados en el capítulo anterior, los ingresos se suponen los mismos, ya que el uso de estas técnicas de poda no conlleva de manera intrínseca un aumento o disminución del rendimiento.

En cuanto a los costes marginales de una explotación con poda convencional se han tenido en cuenta los siguientes costes, sin aplicar ninguna otra estrategia de gestión del riesgo de las planteadas (Tabla 51).

Tabla 51. Costes marginales para explotación planteada con poda convencional.

Operación	Coste (€/ha)
Vendimia y Transporte	381,7 €
Fitosanitarios	454,7 €
Poda	532,2 €
Vegetación	394,9 €
Abonado	164,3 €
Riego, mantenimiento y energía	306,3 €
TOTAL	**2.234,1 €**

Fuente: Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva

En cuanto a la poda tardía también se han supuesto los costes marginales estimados en la Tabla 51, ya que como se ha comentado capítulos anteriores para realizar esta técnica se llevan a cabo las mismas operaciones, pero retrasándolas en el tiempo.

Para la poda mínima se tiene en cuenta que los gastos por consumo de agua se aumentan un 50% ya que la vid aumenta notablemente las necesidades hídricas con este tipo de poda. Por otro lado, el coste marginal de la operación de poda en la técnica de poda mínima para este caso se ha considerado una reducción del 50% (Tabla 52).

Tabla 52. Costes marginales para explotación planteada con poda mínima.

Operación	Coste (€/ha)
Vendimia y Transporte	381,7 €
Fitosanitarios	454,7 €
Poda (-50%)	266,1 €
Abonado	164,3 €
Riego, mantenimiento y energía (+50%)	459,5 €
TOTAL	**1.726,3 €**

Fuente: Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva

En cuanto a la no poda, de la misma manera que en la poda mínima, aumentan de manera significativa las necesidades hídricas del cultivo, por lo que se ha optado por aumentar el gasto en riego un 100% (Tabla 53).

Tabla 53. Costes marginales para explotación planteada con no poda.

Operación	Coste (€/ha)
Vendimia y Transporte	381,7 €
Fitosanitarios	454,7 €
Poda (-100%)	- €
Abonado	164,3 €
Riego, mantenimiento y energía (+100%)	612,6 €
TOTAL	**1.613,3 €**

Fuente: Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva

Al no requerir de una inversión inicial no se calculará el tiempo estimado de retorno de inversión.

Con todo lo anteriormente expuesto se representa en la Tabla 54 la comparativa de los costes marginales para los distintos tipos de poda con respecto a la convencional.

Tabla 54. Tabla comparativa de costes marginales en cuanto al tipo de poda llevado a cabo.

ítem	Poda convencional	Poda tardía	Δ_{PT}	Poda mínima	Δ_{PM}	No poda	Δ_{NP}
Costes marginales(€/ha)	2.039,7 €	2.039,7 €	- €	1.726,3 €	-313,5 €	1.613,3 €	-426,4 €
Ingresos (€/ha)	2.573,0 €	2.573,0 €	- €	2.573,0 €	- €	2.573,0 €	- €
Beneficio(€/ha)	533,3 €	533,3 €	- €	846,8 €	313,5 €	959,7 €	426,4 €

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que la poda mínima y la no poda muestran un aumento en los beneficios de la explotación con respecto a la poda convencional. Por lo que se muestran

especialmente interesantes en regiones con pocas necesidades hídricas donde esto no sea un factor limitante.

4.5.4. Comparación entre poda corta (Royat) y poda larga (Guyot)

Una explotación con sistema de poda Royat o poda corta se le estiman los siguientes costes marginales (Tabla 55).

Tabla 55. Costes marginales para explotación planteada con poda corta o Royat.

Operación	Coste (€/ha)
Vendimia y Transporte	624,1 €
Fitosanitarios	505,3 €
Poda	402,3 €
Vegetación	344,0 €
Abonado	164,0 €
TOTAL	**2.039,7 €**

Fuente: Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva

La poda larga con respecto a la poda Guyot, en cuanto a los costes, permiten la mecanización de las operaciones de las operaciones de la misma manera. Sin embargo, el posterior atado del sarmiento y una menor velocidad de trabajo de la prepodadora encarecen la operación de poda en este sistema un 30% (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2007). Teniendo en cuenta esto se estiman los siguientes costes marginales para una explotación con sistema de poda larga o Guyot (Tabla 56).

Tabla 56. Costes marginales para explotación planteada con poda larga o Guyot.

Operación	Coste (€/ha)
Vendimia y Transporte	624,1 €
Fitosanitarios	505,3 €
Poda (+30%)	523,0 €
Vegetación	344,0 €
Abonado	164,0 €
TOTAL	**2.160,4 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Interprofesional del Vino de España (2022) y MAPA (2007).

En cuanto a los ingresos, se tiene en cuenta que la poda Guyot tiene una incidencia en el aumento de la producción en kg/ha de un 17,7% respecto a la poda Royat % (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2007). Con esto se ha elaborado la siguiente tabla comparativa de los dos sistemas de poda (Tabla 57).

Tabla 57. Tabla comparativa de costes marginales entre la poda corta (Royat) y la poda larga (Guyot).

ítem	Poda corta (Royat)	Poda larga (Guyot)	Δ
Costes marginales (€/ha)	2.039,7 €	2.160,4 €	120,7 €
Ingresos (€/ha)	2.573,0 €	3.028,4 €	455,4 €
Beneficio(€/ha)	533,3 €	868,0 €	334,7 €

Fuente: Elaboración propia

La poda larga o guyot muestra un aumento de los beneficios en comparación con la poda corta a pesar del aumento de los costes de la operación de poda anteriormente comentados. El aumento en la producción del cultivo supera el incremento de costes con respecto a la poda corta.

4.5.5. Comparación de costes marginales para instalación de malla antigranizo y antipájaros.

Los costes marginales estimados para la explotación sin instalación de malla antigranizo son los mismos usados previamente en la Tabla 45. Ya que son los que corresponden a la situación de cultivo planteada sin la implementación de ninguna estrategia.

En cuanto a los costes marginales que supone la explotación en la que se ha instalado una malla, son superiores ya que se tiene en cuenta el coste marginal de la operación de instalación y mantenimiento de la malla (Tabla 58).

Tabla 58. Costes marginales para explotación planteada con instalación de malla antipájaros y antigranizo.

Operación	Coste (€/ha)
Vendimia y Transporte	624,1 €
Fitosanitarios	505,3 €
Poda	402,3 €
Vegetación	344,0 €
Abonado	164,0 €
Instalación y mantenimiento de la malla	165,0 €
TOTAL	**2.204,7 €**

Fuente: Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva

En cuanto a los ingresos planteados a la explotación previa a la implementación de la malla antigranizo y antipájaros, estudios como el de Petoumenou et al. (2019), estiman que el descenso de rendimiento en una explotación con incidencia por granizo puede suponer alrededor del 30%. Teniendo en cuenta esto se plantea el siguiente ingreso para la explotación previa a la instalación de la malla antigranizo (Tabla 59).

Tabla 59. Ingresos estimados para explotación planteada afectada por daños por granizo.

Rendimiento (kg/ha)	Factor bajada de rendimiento	Rendimiento con granizo (kg/ha)	Precio uva (€/kg)	Ingresos (€/ha)
6200	0,7	4340	0,415	**1.801 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Petoumenou et al. (2019). Effects of Natural Hail on the Growth, Physiological Characteristics, Yield, and Quality of Vitis vinifera L. cv.

Los ingresos de la explotación planteada una vez implementada la estrategia de malla antigranizo no comporta un aumento en el rendimiento del cultivo por lo que se estiman los mismos costes que los planteados en anteriores subepígrafes.

Teniendo esto en cuenta, así como el coste de la inversión del coste que supone la adquisición de la malla calculado en anteriores capítulos, se realiza la Tabla 60 comparando la implementación con la no implementación de esta estrategia.

Tabla 60. Tabla comparativa de costes marginales entre la instalación o no de una malla antigranizo.

ítem	Sin malla antigranizo	Con malla antigranizo	Δ
Costes marginales (€/ha)	2039,7	2.204,7 €	165,0 €
Ingresos (€/ha)	1801,1	2.573,0 €	771,9 €
Beneficio(€/ha)	-238,6	368,3 €	606,9 €
Coste inversión (€/ha)			2.450,3 €
Tiempo estimado de retorno inversión (años)			4

Fuente: Elaboración propia

Esta comparativa muestra que si la explotación se ve afectada por granizo de forma habitual esta estrategia resulta prácticamente indispensable para la viabilidad económica de la explotación, además el tiempo de retorno de la inversión de 3 años, es menor a la vida útil de la malla de 5 años.

4.6. Observaciones

En cualquier caso, lo que se puede observar es que, la implementación de algunas de estas medidas, en comparación al coste del seguro que cubre los riesgos que se intentan mitigar con la implementación de las mismas, es muy elevado y carecen de sentido a nivel económico para el viticultor.

Sin embargo, desde el punto de vista de las subvenciones públicas e indemnizaciones por siniestros pueden llegar a tener sentido económico especialmente si existe la posibilidad de acogerse a un Ecorégimen.

El gasto en indemnizaciones, como se ha comentado anteriormente, ha ido aumentando en los últimos años, y la implementación de estas estrategias ex–ante pueden complementar a las indemnizaciones y reducir el gasto en las mismas a medio y largo plazo.

Según el Real Decreto 905/2022, de 25 de octubre, por el que se regula la Intervención Sectorial Vitivinícola en el marco del Plan Estratégico de la Política Agraria Común, se plantean este tipo de ayudas al viticultor que pueden enmarcarse en los siguientes ámbitos recogidos en el mismo:

- Reestructuración y reconversión de viñedos
- Inversiones materiales e inmateriales en instalaciones de transformación y en infraestructuras vitivinícolas, así como en estructuras e instrumentos de comercialización.

5. CONCLUSIONES

A raíz de los resultados obtenidos en este Trabajo Fin de Máster, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. El nuevo paradigma ambiental derivado de las consecuencias del cambio climático supone un aumento cuantitativo de los riesgos en los cultivos y particularmente en la viticultura. Los fenómenos climáticos que afectan a la vid pueden verse magnificados por esta situación. La sequía, las heladas primaverales, los golpes de calor y el granizo pueden ser fenómenos cada vez más frecuentes o impredecibles y afectar a la economía de los agricultores y poner en peligro uno de los cultivos con más peso, tanto a nivel económico como a nivel cultural en España y Europa.
2. El gasto en indemnizaciones por siniestros en viticultura ha sufrido un importante aumento en los últimos años, llegando en 2021 a una cifra de 83,5 millones de euros, la más alta en los 42 años que lleva instaurado el sistema de seguros agrario español. Esto supone un total de 191.000 hectáreas siniestradas.
3. Ante esta problemática, cada vez adquieren más relevancia la implementación de prácticas de gestión del riesgo en el viñedo. En cuanto a la prevención de heladas han demostrado eficacia estrategias como: cambiar el sistema de conducción de vaso a espaldera, retrasar la brotación por medio de la poda tardía o poda mínima y el cambio de sistema a poda larga (Royat a Guyot, aunque esta última implique un aumento de número de horas en la poda por imposibilidad de mecanizar la prepoda). Para la mitigación de daños por granizo y pájaros la instalación de mallas anti-pájaros y antigranizo. En cuanto a la sequía la instalación de una infraestructura de riego. Por último, en cuanto a la prevención de daños por cambio a climas extremos se considera interesante el cambio de variedades a través de sobreinjertos.
4. A nivel económico algunas de estas estrategias son prácticas culturales con coste económico nulo o reducido, y por tanto pueden implementarse sin inversión. Este es el caso de los cambios en el sistema de poda a poda mínima o no poda o el uso de la poda tardía con el fin de retrasar la brotación a periodos más frescos con menor riesgo por golpes de calor y sequía.
5. Los costes estimados para la explotación “tipo” planteada en el resto de estrategias son elevados. Para el cambio del sistema de conducción de vaso a espaldera se ha estimado un coste de 270.933 € con carácter puntual. En cuanto al coste que supondría un cambio de variedad por medio de sobreinjertos se ha estimado un coste total de 71.104 € con carácter puntual. El cambio al sistema de poda larga se estima que tiene un coste de 15.000 € con carácter anual. El coste que se ha calculado para instalar mallas anti-pájaros y antigranizo es de 20.378 € que ha de renovarse cada 5 años. La instalación de una infraestructura de regadío supondría una inversión puntual de 45.662 €

6. La rentabilidad económica estudiada por medio de los indicadores financieros VAN, TIR y PAYBACK, realizada sobre los cuadros de flujos de caja planteados por separado tienen resultados moderados. En cuanto a la comparación por costes marginales, algunas de estas estrategias pueden proporcionar un beneficio para el viticultor en ciertos casos. Sin embargo, la implementación de algunos de estos sistemas no es rentable desde el punto de vista del viticultor, especialmente comparándolo con el coste estimado del seguro de 1.900 € anuales para la explotación de 10 ha, que cubre los siniestros provocados por los riesgos que estas estrategias intentan mitigar. Sin embargo, la última Intervención Sectorial Vitivinícola recoge ayudas en este sentido para implementar estas medidas no viables económicamente para el viticultor.

6. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Para complementar este trabajo se considera interesante definir dos líneas de investigación futuras claras:

- Por un lado, evaluar económicamente el ahorro que, la implementación de estas estrategias, podrían suponer con respecto a la reducción en el gasto en indemnizaciones. La implementación de la comentada Intervención Sectorial Vitivinícola podría ayudar en este caso a medir el gasto de estas estrategias (ex-ante) con la posible reducción del gasto en indemnizaciones a medio y largo plazo.
- En cuanto otras estrategias que se pueden implementar en la viticultura para la prevención de riesgos, otros autores como Bernardo Sánchez Sirvent (2021), han demostrado la importancia de la introducción de metodología de viticultura de precisión (SMART). Con estas técnicas, a través del monitoreo y la recolección de datos de los cultivos se pueden prevenir situaciones de riesgo e incluso predecir siniestros.

  El coste de esta estrategia es elevado (3.600 €/ha) ya que requiere maquinaria y software especializado, pero también podría tener su justificación dentro del plan de Intervención Sectorial Vitivinícola como el resto de las estrategias planteadas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Martínez De Toda, F (2013). Bilogía de la vid. Fundamentos Biológicos de la Viticultura
- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). (2022). Informe de sistema de autorizaciones 2022 y potencial vitícola en España a 31 de julio de 2022. https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/regulacion-de-los-mercados/informepotencialviticola2022_corregido2_28-04-2023_tcm30-650727.pdf
- Garrido, A., Bardají, I., & Escribano, S. (2016). Principios Básicos de Seguros Agrarios https://publicacionescajamar.es/wp-content/uploads/2023/03/principios-basicos-de-seguros-agrarios.pdf
- Tecnovino. (2021). Cifra histórica en 2021 de las indemnizaciones del seguro a los viticultores: 83,5 millones de euros. Tecnovino. https://www.tecnovino.com/cifra-historica-en-2021-de-las-indemnizaciones-del-seguro-a-los-viticultores-835-millones-de-euros/
- Agroseguro. (2023). Memoria anual de indemnizaciones https://publicacionescajamar.es/wp-content/uploads/2023/03/principios-basicos-de-seguros-agrarios.pdf
- García De Pedraza, L. (1962). Las heladas. Madrid, Ministerio de Agricultura. Hojas Divulgadoras, 18. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1962_18.pdf
- Coût des fournitures en viticulture et oenologie | évolutions techniques et réglementaires. (2022). https://www.coutdesfournitures.fr/
- Medrano, H., Escalona, J. M., Bota, J., Gulías, J., & Flexas, J. (2002). Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. Annals of botany, 89(7), 895-905.
- Junquera, P., Lissarrague, J. R., Jiménez, L., Linares, R., & Baeza, P. (2012). Long-term effects of different irrigation strategies on yield components, vine vigour, and grape composition in cv. Cabernet-Sauvignon (*Vitis vinifera* L.). Irrigation Science, 30, 351-361.
- Saa-Requejo, A., Rodriguez, A., Ruiz-Ramos, M., Valencia, J. L., Tarquis, A. M., & Baeza, P. (2022, May). Analysis of frost in vineyards in Spain in the context of climate change. In EGU General Assembly Conference Abstracts (pp. EGU22-11843).
- MAPA (2021.). Encuestas de viñedo. https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/encuestas-de-vinedo/
- Santos, J. A., Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L.-T., Correia, C., Moriondo, M., et al. (2020). A Review of the Potential Climate Change Impacts and Adaptation Options for European Viticulture. Applied

Sciences, 10(9), 3092. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/app10093092

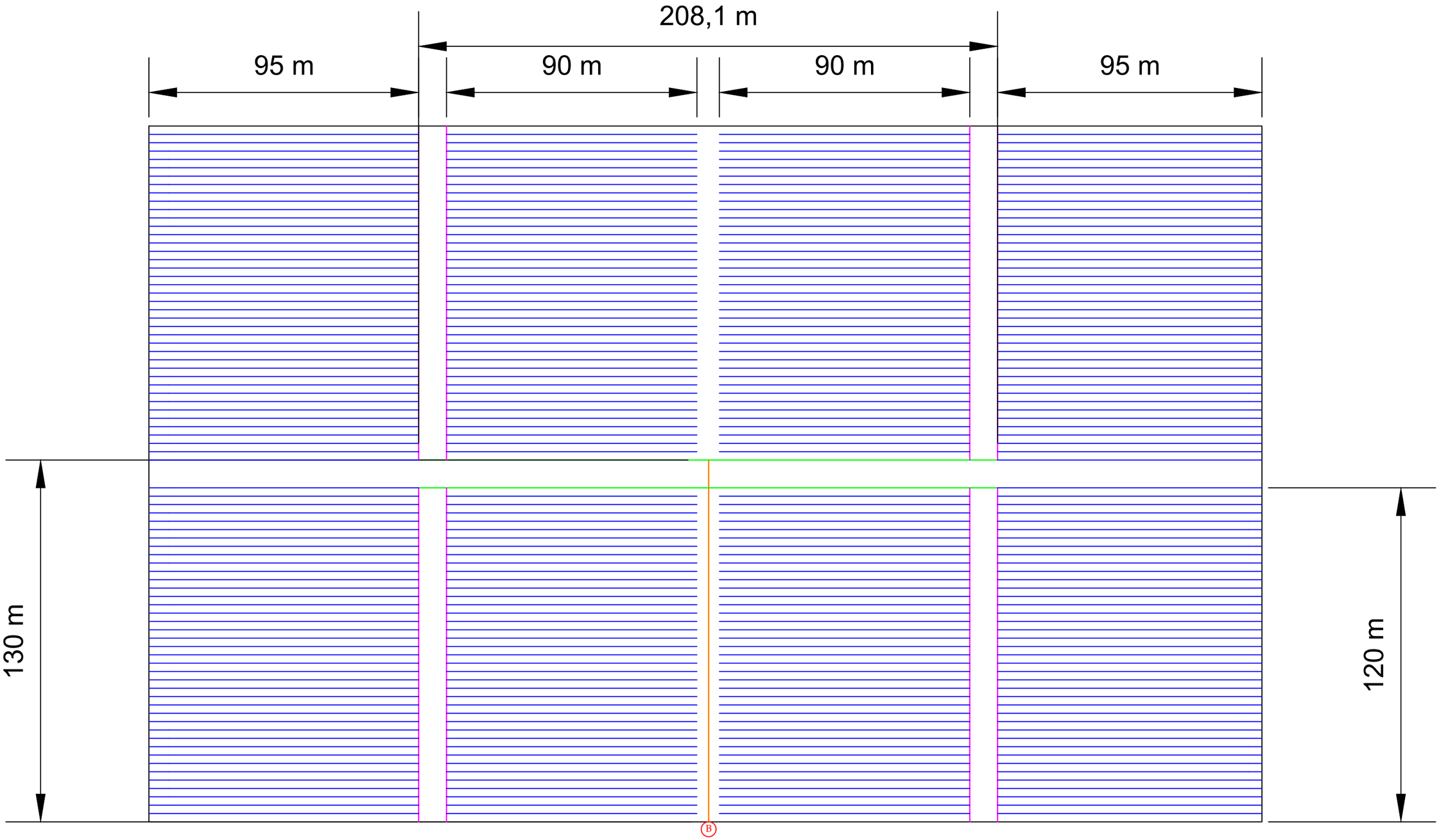
- MAPA (2021). La uva Tempranillo se convierte en la principal variedad de vinificación plantada en España. https://www.mapa.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/la-uva-tempranillo-se-convierte-en-la--principal-variedad-de-vinificaci%C3%B3n-plantada-en-espa%C3%B1a/tcm:30-614277#prettyPhoto
- Romero C., Lorenzo G. y Palencia L. (2004), Técnicas de sobreinjerto y reinjerto. Experiencias en viñedos del marco de Jerez. XXXVI Jornadas de Estudio de la viña de la copa.
- Eduardo Vázquez Torres, Universidad Pública de Navarra (2010). Análisis de los costes de mecanización y alternativas para mejorar los rendimientos de una explotación de viña https://academica-e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/2186
- Molitor, D., Schultz, M., Mannes, R., Pallez-Barthel, M., Hoffmann, L., & Beyer, M. (2019). Semi-Minimal Pruned Hedge: A Potential Climate Change Adaptation Strategy in Viticulture. Agronomy, 9(4), 173. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/agronomy9040173
- Coombe, B.G., 1964. The winter treatment of grapevines with zinc and its interaction with time of pruning. Aust. J. Exp. Agric. 4, 241–246. https://doi.org/10.1071/EA9640241
- Friend, A.P., Trought, M.C.T., 2007. Delayed winter spur-pruning in New Zealand can alter yield components of Merlot grapevines. Aust. J. Grape Wine Res. 13, 157– 164. https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2007.tb00246.x
- Poni, S., Sabbatini, P., & Palliotti, A. (2022). Facing Spring Frost Damage in Grapevine: Recent Developments and the Role of Delayed Winter Pruning – A Review. American Journal of Enology and Viticulture, ajev.2022.22011. https://doi.org/10.5344/ajev.2022.22011
- Ramos, I., Bravo, S. A. N. D. R. A., Sánchez, M., Reyes, C., & Amorós, A. (2016). Estudio comparativo entre los sistemas de poda (Guyot y Cordón Royat) para Moscatel de Grano Menudo en La Mancha. Escuela de Ingenieros Agrónomos de Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha. SeVi, (3.483).
- Poni, S., Sabbatini, P., & Palliotti, A. (2022). Facing spring frost damage in grapevine: Recent developments and the role of delayed winter pruning – a review. American Journal of Enology and Viticulture, 73(4), 211-226. https://doi.org/10.5344/ajev.2022.22011
- Casas Ros, C. (2019). Los costes de adaptación al cambio climático en el sector vitivinícola: el papel de las ayudas públicas. http://hdl.handle.net/10251/127577
- Ballesteros, P. (2018), El sector vitivinícola frente al desafío del cambio climático. Estrategias públicas y privadas de mitigación y adaptación en el Mediterráneo. Cajamar Caja Rural.
- Salazar D., Melgarejo P. (2005), Técnicas de cultivo de la vid, calidad de la uva y atributos de los vinos, Mundi-prensa.

- Ruiz-Rodríguez (2018), El sector vitivinícola frente al desafío del cambio climático. Estrategias públicas y privadas de mitigación y adaptación en el Mediterráneo, R. Compés y V. Sotés (coord.). Cajamar Caja Rural.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2006). Directiva Marco del Agua. https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua.html
- Arviza, J. (1996). Riego localizado. Universidad Politécnica de Valencia
- Keller, J. (1990.). Sprinkle and trickle irrigation.
- Agroseguro. (2022.). Uva de vino. https://agroseguro.es/seguros/seguros-agricolas/312-uva-de-vino/
- MAPA. (2022). Orden APA/892/2022, de 6 de septiembre por la que se definen los bienes y rendimientos asegurables, las condiciones técnicas mínimas de cultivo, el ámbito de aplicación, los periodos de garantía, las fechas de suscripción y los precios unitarios del seguro base con garantías adicionales para uva de vinificación en la Península y en la Comunidad Autónoma de las Illes Balears, comprendido en el correspondiente Plan de Seguros Agrarios Combinados.
- MAPA. (2022). Real Decreto 905/2022, de 25 de octubre, por el que se regula la Intervención Sectorial Vitivinícola en el marco del Plan Estratégico de la Política Agrícola Común.
- Bernardo, S. S. (2021, 2 septiembre). Estudio de costes de las estrategias de adaptación frente al cambio climático en La Viña en la zona del Alto Vinalopó en la D.O. Alicante. http://hdl.handle.net/10251/171165
- Interprofesional del Vino de España (2022). Estudio de costes de producción de uva. https://www.interprofesionaldelvino.es/publicaciones/estudio-de-costes-de-produccion-de-uva/
- Vinos de Castilla La Mancha (2023). El precio de la uva en España a 2023. https://vinosdecastillalamancha.es/precio-de-la-uva-2022-en-espana-rioja-cataluna-extremadura-clm/
- INE - Spanish Statistical Office. (s. f.). The CPI in one click. https://www.ine.es/calcula/calcula.do
- MAPA (2007). Conducción y poda aplicada. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_DT%2FDT_2009_39_3_15.pdf
- Petoumenou, D. G., Biniari, K., Xyrafis, E., Mavronasios, D., Daskalakis, I., & Palliotti, A. (2019). Effects of Natural Hail on the Growth, Physiological Characteristics, Yield, and Quality of Vitis vinifera L. cv. Thompson Seedless under Mediterranean Growing Conditions. Agronomy, 9(4), 197. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/agronomy9040197
- Matthieu Hirschy, Michel Badier, Laurent Bernos, Guillaume Delanoue, Thierry Dufourcq, et al.. Gel et grêle en viticulture et arboriculture - Etat des lieux des

dispositifs de protection contre les aléas climatiques. [Rapport Technique] ACTA - Association de Coordination Technique Agricole. 2020. ffhal-02769435f

ANEJO: PLANOS

PLANO 1: Dimensionamiento del sistema de riego……98



LEYENDA	
B	Bomba potencia requerida
	130 m línea primaria
	208,1*2=416,2 m línea secundaria
	120*8=960 m línea terciaria
	40*4*95+40*4*90=29.600 m portagoteros

0 10 20 30 40 50 100m

ESCALA GRAFICA

1:1000

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Gestión de riesgos en viticultura: Viabilidad económica

PLANO 1: DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO	ESCALA: 1:1000	PAPEL A3

ALUMNO: MAURO MANUEL CASTILLO PEREIRA

FECHA: Septiembre 2023

Este trabajo ha obtenido financiación del CEIGRAM en su convocatoria de ayudas a jóvenes investigadores de 2022 “Convocatoria de ayudas del CEIGRAM (2022) para la realización de trabajos de fin de máster (TFM) y trabajos de fin de grado (TFG) sobre «gestión de riesgos y seguros agrarios, ganaderos o medioambientales»”.