

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL CULTIVO DE LA VIÑA EN LA REGIÓN DE MURCIA

EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL.

AUTORES

Dr. D. José García García
Dr. D. Benjamín García García
Dña. Begoña García Castellanos

MEDIDA 16 / SUBMEDIDA 16.1
PROGRAMA REGIONAL DE DESARROLLO RURAL
DE LA REGIÓN DE MURCIA 2014 / 2020



MINISTERIO
DE AGRICULTURA



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

Europa invierte en las zonas rurales



**MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL CULTIVO DE LA VIÑA
EN LA REGIÓN DE MURCIA**

EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL.



GOQVALITAS

AUTORES

Dr. D. José García García
Dr. D. Benjamín García García
Dña. Begoña García Castellanos

COLABORADORES

Dr. D. Pascual Romero Azorín
D. José Joaquín Vizcaino Balsalobre

EDITA

Grupo Operativo QVALITAS

DISEÑO Y MAQUETACIÓN: M3 COMUNICACIÓN

FECHA: 01 de julio 2021

ISBN: 978-84-09-32135-3

DEPÓSITO LEGAL: MU 611-2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. RECOMENDACIONES SOBRE BUENAS PRÁCTICAS

2.1. Metodología

2.2. Recomendaciones

2.2.1. Marcos de plantación. Preparación del terreno

2.2.2. Instalación de riego

2.2.3. Patrones

2.2.4. Clones

2.2.5. Formación. Productividad

2.2.6. Poda

2.2.7. Restos de poda

2.2.8. Laboreo

2.2.9. Fitosanitarios

2.2.10. Fertilizantes

2.2.11. Herbicidas

2.2.12. Riego

3. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LAS OPCIONES

3.1. Análisis de costes

3.1.1. Vaso en secano convencional

3.1.2. Vaso en secano ecológico

3.1.3. Espaldera en regadío convencional

3.1.4. Espaldera en regadío cultivo ecológico

3.1.5. Interpretación de resultados

3.2. Análisis del ciclo de vida

3.2.1. Objetivo y alcance

3.2.2. Análisis de inventario

3.2.3. Análisis de impacto

3.2.4. Interpretación de los resultados

3.2.4.1. Potencial calentamiento global (CML-IA)

3.2.4.2. Puntuación única (ReCiPe)

3.3. Discusión general

4. BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Anexo I. Programa orientativo de tratamiento de control fitosanitario.

Anexo II. Opciones de fertilización.

Anexo III. Datos de primer plano del inventario del ACV.



01 INTRODUCCIÓN

El presente manual tiene por objetivo trasladar, de un modo directo y sencillo, a viticultores y técnicos implicados en la cadena vitivinícola regional, pautas de cultivo sostenible, tanto para viñas de secano en vaso como para viñas de regadío en espaldera. El origen de esta publicación es el Grupo Operativo Qvalitas, que se constituyó el año 2018 y comenzó su actividad en 2019 vinculada al proyecto CALIDAD Y DIFERENCIACIÓN COMO CLAVES DE LA COMPETITIVIDAD VITIVINÍCOLA (QVALITAS), financiado por la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia, y por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), mediante la convocatoria del Programa Regional de Desarrollo Rural.

Los objetivos de este GO quedaban explicitados en la memoria del citado proyecto:

“El objetivo del proyecto en el ámbito de la vitivinicultura es la mejora de los procesos de cultivo y clasificación de la uva para vinificación que dirija la producción hacia un mercado sostenible de la uva. Este objetivo general del grupo operativo se puede subdividir en dos grandes objetivos particulares:

- *Establecimiento de recomendaciones de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo de viña para vinificación tanto en cultivo en secano como en regadío para una producción sostenible (social, económica y medioambientalmente). En el caso particular de cultivo en regadío aplicación de estrategias de riego cuya finalidad es mejorar la calidad de la uva destinada a vinos amparados en Denominaciones de Origen, cumpliendo con las restricciones productivas de las mismas y buscando la rentabilidad para el viticultor.*
- *Establecimiento de un protocolo, indicadores y medios de medida de calidad en uva de vinificación para categorización, tanto mediante seguimiento en campo como mediante verificación en entrada a bodega, como medio de clasificación y valoración de la uva.”*

Esta publicación está dirigida a actores de la cadena vitivinícola en el ámbito del primer objetivo, anteriormente indicado, referente a establecer recomendaciones de BPA. Las recomendaciones son generales en algunos casos y particulares en cada uno de los cuatro sistemas productivos analizados:

- *Vaso en secano cultivo convencional*
- *Vaso en secano cultivo ecológico*
- *Espaldera en regadío cultivo convencional*
- *Espaldera en regadío cultivo ecológico*



02

RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS

2.1. METODOLOGÍA

Las tareas que se han llevado a cabo en el proyecto en relación al objetivo definido han sido:

- **TAREA 1.** Toma de datos y descripción de la situación actual del cultivo en la zona en todos sus condicionantes, selección de parcelas y viticultores.
- **TAREA 2.** Descripción de los sistemas productivos de cultivo de uva de vinificación actuales a partir de encuestas directas a viticultores y bodegas en las diferentes categorías productivas establecidas.
- **TAREA 3.** Evaluación de los sistemas productivos actuales a través de metodologías de análisis económico financiero y análisis del ciclo de vida con la finalidad de establecer condiciones y escenarios de viabilidad social, económica y ambiental.
- **TAREA 4.** Análisis comparativo de los sistemas productivos existentes y de las alternativas planteadas en base a los resultados de la Tarea 3.

Las fuentes de información han sido varias, por un lado se realiza una revisión bibliográfica de publicaciones técnicas y científicas sobre viticultura nacional y, especialmente, sobre trabajos centrados en la viticultura característica del sureste español. En este sentido, ha sido protagonista la variedad Monastrell y los condicionantes edafoclimáticos del área donde se cultiva. En el apartado de bibliografía se adjuntan múltiples referencias utilizadas.

Además, se realizaron encuestas personales "in situ", a técnicos de las entidades socias del proyecto (COAG, Esencia Wine Cellars, Bodegas del Rosario). También se utilizó información técnica extraída de más de 30 encuestas ya realizadas en trabajos anteriores (**García García y García García, 2018a y 2018b; García García, 2019; García Castellanos et al., 2021**), en las tres Denominaciones de Origen regionales, a viticultores con explotaciones tanto de secano como de regadío, así como con cultivo convencional o en ecológico. La colaboración de COAG ha sido muy importante, ya que tiene una fuerte implantación en las zonas vitícolas regionales y, por tanto, es un vínculo muy relevante con viticultores de estas áreas.

Una información muy valiosa ha venido de la participación de tres equipos de investigación del IMIDA en el proyecto: Bioeconomía; Viticultura y Enología; y Riego y Fisiología del Estrés. Son equipos con

una extensa trayectoria y con publicaciones relevantes sobre la cadena vitivinícola a nivel nacional y regional. Sobre las opciones productivas aquí expuestas se ha realizado un análisis de costes y un análisis de huella ambiental, con objeto de validarlas desde la óptica de la sostenibilidad (García García y García García, 2018a y 2018b; García Castellanos *et al.*, 2021). A través de una metodología sencilla establecemos una contabilidad de costes con resultados e interpretación de los mismos, en términos de costes por hectárea y de costes unitarios por kilogramo de uva (García García, 2019; Romero Azorín y García García, 2020).

Asimismo, se aplica el análisis de ciclo de vida (ACV) que es una herramienta de evaluación ambiental estandarizada por el conjunto de normas UNE-ISO 14040-14044 (ISO, 2006a y 2006b). En ellas se define el ACV como: *“una técnica para evaluar los aspectos medioambientales y los potenciales impactos asociados con un producto proceso, o actividad mediante: la recolección de un inventario de las entradas y salidas relevantes de un sistema; la evaluación de los potenciales impactos medioambientales asociados con esas entradas y salidas; y la interpretación de los resultados de las fases de análisis y evaluación de impacto de acuerdo con los objetivos del estudio”*.

Es una herramienta científica útil para establecer alternativas dirigidas a reducir los potenciales impactos ambientales asociados a un producto, con objeto de garantizar un desarrollo sostenible.

2.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones sobre el cultivo de viña (Buenas Prácticas Agrarias) van a seguir en su presentación la estructura de costes e ingresos. De manera que las prácticas respondan al orden en el que aparecen en el ciclo de cultivo. Las recomendaciones se dividen de modo general en dirigidas a secano y regadío. Cuando existen diferencias o matizaciones entre sistema convencional y secano en cada caso anterior, se indican explícitamente.

2.2.1. MARCOS DE PLANTACIÓN. PREPARACIÓN DEL TERRENO

SECANO: Poda en vaso con 3-4 brazos, para asegurar la viabilidad de al menos 3 brazos. En zonas más frescas con precipitaciones algo más elevadas se puede formar a 4 brazos. Aumentar el marco ligeramente en zonas áridas con mayores limitaciones hídricas a 2,60 x 2,60 m (1.479 cepas/ha). En general, es un buen marco el 2,50 x 2,50 m (1.600 cepas/ha). Para la preparación del terreno se debe dar una labor profunda cruzada en la alineación de las cepas (subsolador topas a 80 cm); muy recomendable el aporte de materia orgánica, a ser posible, estiércol de ovino-caprino, por tener un equilibrio N-P-K más acorde a la viña.

REGADÍO: Poda cordón Royat de 2 brazos y 3 pulgares/brazo. Un marco óptimo puede ser 3,0 x 1,20 m (2.778 cepas/ha). La calle debe ser amplia para facilitar labores mecánicas y manuales. Menores distancias entre plantas en la fila (entre 1-1,20 m) pueden alargar ligeramente la vida de la planta pero conllevan una mayor inversión. En la preparación se debe utilizar una labor de subsolador en filas de cultivo más un aporte de materia orgánica (el mismo criterio que en secano). **Observaciones:** *El cultivo ecológico o convencional propuesto no determina sobre el marco de plantación.*

2.2.2. INSTALACIÓN DE RIEGO

REGADÍO: una buena red de riego puede ser de 1 gotero por planta de caudal 4 litros/hora. El utilizar goteros de caudal menor incidiría en un mayor número de horas de riego, así que el consumo de energía sería superior.

Se debe dimensionar el cabezal de riego considerando que se pueden establecer varios sectores, habida cuenta que el consumo de agua y las horas de riego, incluso en las épocas más desfavorables, son muy pocas. Por ejemplo, con riegos alternos (cada 2 días) de 2 horas/día y 6 sectores, se regaría en horas de precio de energía más bajo y un cabezal de sólo 25 m³/hora daría servicio a 24 hectáreas de modo holgado.

2.2.3. PATRONES

SECANO: Patrones con alta calidad y adaptados a condicionantes edafoclimáticas del sureste son 161-49 y 110 Richter. 140 Ru es muy vigoroso y productivo incluso en condiciones de agudas limitaciones hídricas.

REGADÍO: Patrones con alta calidad y adaptados 161-49 y 110 Richter. La posibilidad de regar, aún con estrategias de Riego Deficitario Controlado (RDC) muy ajustadas en consumo de agua facilitan la regularidad en producción y calidad de la uva. En el caso de emplear 140 Ru, se debe ajustar y manejar el riego, puesto que aún con dotaciones bajas (< 1.200 m³/ha) puede superar las limitaciones productivas de las DD.OO. regionales.

Observaciones: *Es necesario aumentar el conocimiento sobre el comportamiento de los portainjertos actuales y de las nuevas selecciones en distintas condiciones edáficas y climáticas, así como sobre su interacción con las principales variedades de cultivo. Según la RedVitis sería muy útil inventariar los resultados de ensayos previos de portainjertos en distintas localizaciones y construir bases de datos de acceso público que faciliten el análisis y coordinación de futuros ensayos. En*

este sentido, **Romero et al. (2018)** y **Romero Azorín y García García (2020)** analizan características de diferentes patrones en las condiciones de la Región de Murcia y con la variedad mayoritaria Monastrell.

2.2.4. CLONES

La selección clonal en la vid permite, gracias a la diversidad del material vegetal, mejorar una variedad sin modificar su identidad, lo cual tiene una gran importancia para las denominaciones de origen. En el IMIDA desde hace años se ha trabajado en selección clonal tal como describe **Martínez et al. (2018)**. En la actualidad existe un programa de mejora para obtener nuevas líneas derivadas de Monastrell tolerantes a oídio y mildiu, así como ensayos de combinación de clones con estrategias de riego deficitario dirigidas a la producción de uva de calidad con criterios de maximización de la productividad del agua de riego.

2.2.5. FORMACIÓN. PRODUCTIVIDAD

SECANO: Formación en vaso con 3-4 brazos. La poda debe ir dirigida a un objetivo productivo de 2-2,5 kg/cepa. Una banda realista de productividad en secano, según las limitaciones hídricas, puede estar para plantación adulta entre los 3.200 kg/ha y 4.000 kg/ha.

REGADÍO: La poda de formación debe ir dirigida en un doble cordón Royat a 3 + 3 pulgares con 2 yemas/pulgar, es decir, 12 yemas/cepa y un objetivo productivo de 2,5-3,0 kg/cepa; para plantación adulta entre los 7.000-8.000 kg/ha.

Observaciones: *En regadío se debe cambiar el límite productivo de 7.500 kg/ha para espaldera en regadío de Monastrell, ya que seleccionando correctamente el patrón y la estrategia RDC se puede producir 8.000-9.000 kg/ha con buena calidad y equilibrio productivo (vida útil 20-24 años).*

2.2.6. PODA

SECANO: es conveniente formar a 3 brazos (4 brazos puede ser en zonas con precipitación más generosa). De cada brazo se pueden dejar 2 pulgares y de cada pulgar 2 yemas, es decir, potencial máximo de 12 yemas/cepa. Puede ocurrir que fallen algunas yemas o incluso pérdida de algún pulgar, de manera que se debe buscar un equilibrio que esté entre 9-12 yemas/cepa. A través de la poda de mantenimiento se pretende mantener el vaso y la estructura ideal, pero siempre habrá cepas con sólo 2 brazos, o brazos con 1 sólo pulgar, o pulgares con sólo 1 yema. Obtener una media de 9 yemas viables/cepa es un objetivo

muy equilibrado en nuestra zona.

REGADÍO: en los pulgares se debe buscar que queden separados en forma de horquilla, pero separando los pulgares para airear e iluminar mejor. Son recomendables las tijeras y atadoras eléctricas con baterías de autonomía suficiente. La poda en verde es usual en cultivo de regadío con el objetivo de ventilar e iluminar.

En general, si se realiza un buen manejo sin facilitar excesivo vigor (por ejemplo, a través de la fertirrigación en espaldera), el despunte debe ser somero o inexistente. Si meto al comienzo exceso de agua o fertilización (Brotación - cuajado) puede ser necesario despuntar; es un indicador de mal manejo.

2.2.7. RESTOS DE PODA

Los restos de poda tienen bajo contenido en N, llegando a relaciones C/N muy altas (40-45/1). Así pues, su empleo no tiene por objetivo principal el nutricional, sino mejorar las condiciones físicas del terreno. Se trata de un material de degradación lenta, por lo que los aportes de materia orgánica y cubiertas vegetales con leguminosas favorecen su descomposición. También se puede emplear por su efecto *mulching*, con el fin de disminuir la germinación de vegetación espontánea, frenar procesos erosivos o conservar la humedad del suelo.

La incorporación de restos se realiza mediante trituradoras. Es recomendable echar los restos a una calle sí y otra no, alternando la incorporación de los restos y facilitando su degradación. En secano puede hacerse un año en un sentido y al siguiente en el contrario (cruzado como los pases de laboreo). En regadío a calles alternas. Esta práctica se desaconseja en caso de presencia de enfermedades de la madera, en cuyo caso los restos de poda deberían ser sacados de la parcela de inmediato y procesados adecuadamente. Una experiencia de compostaje a partir de los restos de poda se ha llevado a cabo en el Proyecto LIFE sarmiento (<http://lifesarmiento.ev/>). En la Tabla 1 el elemento denominado restos de poda tratados corresponde a la caracterización de esta enmienda.

2.2.8. LABOREO

SECANO: en el caso de que la viña esté situada en zona de pendiente, los pases deben realizarse, en la medida de lo posible, de forma perpendicular o transversal a esta, siguiendo las curvas de nivel. El apero más utilizado y apropiado es el cultivador: arranca hierbas, mulle en superficie y entierra someramente los restos y abonos aportados. Las gradas de discos en terrenos de carácter arcilloso tienden a crear suela de labor. Atendiendo a nuestro régimen de precipitaciones lo usual es dar unas 4 labores/año de cultivador en

pases cruzados.

REGADÍO: en cultivo de viña en espaldera se puede utilizar laboreo con apero intercepas y con segadora en calles. Si se opta por cubierta vegetal en calles (en zonas con menor limitación en precipitaciones), la opción anterior es la correcta. Esta opción sería válida para cultivo en ecológico. En cultivo convencional se pueden utilizar herbicidas sólo en la línea de cepas y segadora o laboreo superficial en calles; por supuesto, aun siendo cultivo convencional, el apero intercepas permite eliminar el uso de herbicidas.

2.2.9. FITOSANITARIOS

En protección vegetal las diferencias relevantes las determina el sistema productivo: ecológico o convencional. Así que, primero, establecemos unas recomendaciones generales en ese sentido y después particularizaremos para secano o regadío.

El cobre es utilizado principalmente para frenar el desarrollo del mildiu (*Plasmopara viticola*), hongo que suele atacar al cultivo en condiciones favorables a su desarrollo (lluvia con temperaturas a partir de 12°C y elevada humedad ambiental). Precisamente, por estas condiciones, el mildiu está poco presente en nuestras áreas y, por tanto, el uso del cobre en el sureste debería estar abocado a la desaparición. El cobre lavado de los caldos fitosanitarios se acumula en la tierra afectando negativamente a bacterias, hongos, micorrizas y lombrices. Actualmente, su uso está limitado a 4 kg por hectárea al año. Es necesaria la búsqueda de alternativas para minimizar su impacto y prever tanto futuras prohibiciones como nuevas demandas de los consumidores en materia de salud y medio ambiente.

El azufre es empleado en la prevención del oidio (*Uncinula necator*), hongo que se da en condiciones de lluvia suave o alta humedad, con temperaturas a partir de 15°C, y también para frenar la proliferación de ácaros plaga, como la araña roja o amarilla.

El bicarbonato de potasio (carbonato hidrógeno de potasio), permitido en producción ecológica, es una alternativa al empleo de cobre y azufre. Tiene efecto inhibitor ante el oidio y la botrytis (*Botrytis cinerea*) y es más inocuo y económico. Su dosis de empleo oscila entre los 5 y 20 g/l, aplicado al igual que los anteriores con condiciones ambientales de alto riesgo de enfermedad.

El uso de feromonas en el control de insectos plaga está muy desarrollado en viticultura y proporciona resultados muy positivos. Es muy recomendable su uso, especialmente en cultivo ecológico, sea en secano o en regadío. La técnica de confusión sexual utilizada para insectos como la polilla del racimo (*Lobesia botrana*), piral (*Sparganothis pilleriana*) o trips (*Frankliniella occidentalis*) frena el desarrollo de sus poblaciones. Entre las ventajas de la confusión sexual podemos

destacar: su colocación en el viñedo es rápida y sencilla, tanto en vaso como en espaldera. Parece tener efecto de disminución considerable de las infecciones de podredumbre gris (*Botrytis cinerea*). Es una técnica muy efectiva que siendo empleada durante años sucesivos, consigue una reducción tanto del nivel de plaga como de daños. Se mejora el control de la tercera generación de polilla, ya que en muchas campañas no se pueden realizar tratamientos fitosanitarios debido a la proximidad de la fecha de vendimia.

Se puede tratar con *Bacillus* sólo cuando hay ataques fuertes o falla la feromona. Los tratamientos de verano con azufre micronizado mojable pueden llevar *Bacillus* si es necesario para polilla o hilandero (*Lobesia botrana*).

El uso de trampas cromotrópicas amarillas pegajosas para detectar mosquito verde (*Jacobiasca lybica*) se utiliza para determinar el volumen de la plaga y el comportamiento, ya que estos insectos se sienten atraídos por ellas.

En el Anexo I sobre programas orientativos de control fitosanitario mostramos una opción de tratamientos en las cuatro orientaciones productivas analizadas. Estas estrategias son las que se utilizan para la valoración económica desarrollada en el apartado 3.1.

2.2.10. FERTILIZANTES

Hemos realizado un análisis de carácter técnico y económico para evaluar estrategias de fertilización sostenibles, minimizando costes e impactos ambientales.

Los suelos del sureste son muy pobres en materia orgánica y, por tanto, la fertilización orgánica presenta diversas ventajas: interviene positivamente en la estructura, sirve de elemento aglutinante entre las partículas minerales, estabiliza los agregados, mejora la porosidad del suelo y su resistencia a procesos erosivos. Aumenta la retención de agua e incrementa la retención y absorción de nutrientes. Estimula la diversidad de organismos edáficos encargados de descomponer y transformar la materia orgánica y mineral, poniendo a disposición de la planta los nutrientes. También favorecen el crecimiento de las raíces y promueven la micorrización, además del control biológico de plagas y enfermedades.

Debemos conocer las características del suelo en cuanto a porcentaje de materia orgánica, estructura, etc. Sólo de este modo podemos ajustar los aportes fertilizantes a las necesidades reales del cultivo. Hay que considerar que las tierras arcillosas requieren aportes orgánicos más dilatados en el tiempo y maduros, en comparación con las arenosas, más aireadas y en las que la materia orgánica evoluciona más rápidamente (WWF/Adena, 2016). En el caso de la producción

ecológica es conveniente recordar que están prohibidos los estiércoles de explotaciones intensivas. Los aportes suelen realizarse de finales de otoño a mediados de invierno, retrasando la aplicación en terrenos arcillosos y climas húmedos.

Para estimar los programas, en primer lugar, y a partir de bibliografía técnica sobre fertilización (**Giner y Arciniega, 2004; MARM, 2010; Romero Azorín y García García, 2020**), se ha establecido un equilibrio óptimo (N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO) para la viña en el sureste (1,8 – 1 – 2,9 – 0 – 0,8). Con la referencia de este óptimo y con varios fertilizantes comerciales utilizados como ejemplo, establecemos programas teóricos para cada opción productiva en función de la producción media estimada. Se están desarrollando muchos fertilizantes orgánicos destinados tanto a producción convencional como ecológica. La presencia en el viñedo de una alta superficie cultivada en ecológico ha acelerado el uso de orgánicos.

También es una opción fertilizante el uso de restos de poda tratados, tal como indicamos en el apartado de reutilización de los mismos. Es el caso del Proyecto LIFE sarmiento (<http://lifesarmiento.eu/>), que retira los restos de poda de la parcela y los procesa adecuadamente en un proceso de compostaje.

En la guía de buenas prácticas para la captura de carbono del Grupo Operativo Carbocert (**CARBOCERT, 2020**) se indica como una buena práctica la priorización de las enmiendas orgánicas por encima de las minerales, con una dosis de nitrógeno (N) correcta, con una proporción C/N adecuada y con una distancia de transporte desde el lugar de producción al de aplicación que, en balance, resulta no solo en secuestro de carbono en el suelo, sino también una disminución de las emisiones globales.

Hemos realizado una valoración técnica y económica de diversos fertilizantes en función de su equilibrio y contenido de nutrientes en Unidades Fertilizantes (UF). Sólo pretendemos mostrar un método que creemos es necesario aplicar en la toma de decisiones de las estrategias de fertilización a seguir. La valoración técnica consiste en valorar las UF aportadas por un fertilizante o enmienda, ponderadas éstas en función del equilibrio óptimo para viña (ya indicado anteriormente); su unidad es UF/kg.

Cuanto mayor es este número más adaptado está el fertilizante al cultivo de viña. Del mismo modo, pero teniendo en cuenta ahora el precio de mercado del fertilizante, valoramos cada opción. Dividimos el precio de mercado (€/kg) entre el valor técnico (UF/kg) y, por tanto, obtenemos el coste por unidad fertilizante (€/UF).

Cuanto menor es este indicador más eficaz será el fertilizante. De esta forma intentamos minimizar costes e impactos. La Tabla 1 muestra los resultados para un grupo de fertilizantes; se indica la formulación de

Tabla 1. Valoración técnica y económica de diferentes fertilizantes orgánicos usados en viña.

Valoración fertilizantes	Técnica	Económica	Sin ponderar
Estiércol ovino/caprino	1,8	2,0	4,4
Comercial A: 7-4-6	6,0	3,4	17,0
Comercial B: 6-7-7	6,7	3,0	20,0
Comercial C: 5-6-12	8,7	2,5	23,0
Comercial D: 2-3-3 a granel	2,7	3,5	8,0
Comercial E: 2-3-3 pellet	2,7	7,6	8,0
Restos poda tratados	0,8	7,9	2,3
	<i>óptimo alto</i>	<i>óptimo bajo</i>	<i>óptimo alto</i>

los que son marcas comerciales, sin sus denominaciones exactas para evitar susceptibilidades.

En el Anexo II exponemos unos programas orientativos de fertilización para cada alternativa productiva, así como su valoración económica por hectárea. Serán utilizadas las más eficaces en el apartado 3.1 destinado a cálculo de la estructura de costes de producción. Para secano y regadío las necesidades establecidas para los niveles de producción media de uva en la Región son los indicados en la Tabla 2:

Tabla 2. Unidades fertilizantes (kg/ha) necesarias adaptadas a la producción media de viña en Murcia.

Orientación	UF N	UF P ₂ O ₅	UF K ₂ O	UF CaO	UF MgO
Viña de secano	20	12	35	0	8
Viña de regadío	42	23	73	0	18

2.2.11. HERBICIDAS

Tal como hemos indicado en apartados anteriores sobre laboreo, no consideramos la opción de uso de herbicidas en el caso de cultivo de secano en general y en ecológico en cultivo de regadío en espaldera. Su uso se restringe a cultivo convencional de regadío en espaldera y, concretamente, a la eliminación de hierba en las filas de las cepas (2 tratamientos al año). El uso de equipos de laboreo con apero intercepas y con segadora en calles permite la eliminación total del uso de herbicidas.

2.2.12. RIEGO

La viña en espaldera de uva Monastrell se adapta muy bien a las estrategias de Riego Deficitario Controlado (RDC). Presenta una

respuesta de elevada productividad y calidad con dotaciones de agua bajas, considerando que la producción vaya destinada a vinos amparados por cualquiera de las Denominaciones de Origen regionales. Por tanto, se deben establecer estrategias de riego que alcancen la máxima productividad cumpliendo las limitaciones productivas (kg/ha) de las DD.OO., así como unos índice de calidad de uva elevados, que permitan la elaboración de vinos de calidad diferenciada (Romero *et al.*, 2016; Romero Azorín y García García, 2020); todo ello con el menor consumo de agua posible. En este sentido, las estrategias de RDC pueden ser similares en la distribución del agua según las fases fenológicas, pero con dotaciones totales según las precipitaciones medias.

A partir de múltiples trabajos científicos llevados a cabo durante varios años en zonas de Jumilla y Bullas (Tabla 3), se puede establecer, de modo general, unos programas de riego con las siguientes cifras orientativas:

• **Extremos zona más árida. Precipitación media < 300 mm.**

Dotación media 1.230 m³/ha.

Productividad del agua > 6,5 kg/m³.

• **Extremos zona más fresca. Precipitación media > 350 mm.**

Dotación media 941 m³/ha.

Productividad del agua > 8,5 kg/m³.

En la bibliografía sobre uva Monastrell en la Región existen trabajos que confirman una productividad del agua media regional en torno a 7,13 kg/m³ pero con 2 zonas diferenciadas, que pueden oscilar entre los 6,5 y 8,5 kg/m³ indicados anteriormente. En la Tabla 3 mostramos los resultados de diversos trabajos en relación a la productividad técnica del agua (kg/m³). Toda la revisión bibliográfica realizada nos conduce a la siguiente conclusión:

Las limitaciones de productividad (kg/ha) de las DD.OO. regionales para viña en regadío deben incrementarse ligeramente, ya que se alcanza una alta calidad (Índice de Calidad Total) con estrategias RDC y patrón adecuado (Romero Azorín y García García, 2020). La producción normal puede ser 8.000-9.000 kg/ha con el objetivo de producir uva destinada a vinos de calidad (v.c.p.r.d.). El Índice de Calidad se establece como suma del Índice Tecnológico y el Índice Fenólico.

Trabajos de carácter técnico realizados por encargo de la Consejería de Agricultura de Murcia (García García, 2019) y los extraídos del propio Grupo Operativo Qvalitas, en los que se reflejan datos medios regionales de viticultores de las zonas de Jumilla, Bullas y Yecla, avalan como realistas las cifras indicadas. En relación a las estrategias de riego RDC, es primordial establecer las necesidades de agua y su distribu-

Tabla 3. Referencias bibliográficas con resultados de producción bruta (PB) y productividad del agua (PA).

Referencia	Zona	Periodo (años)	PB (kg/ha)	PA (kg/m ³)
García García <i>et al.</i> , 2012	Jumilla	2006-2008	10.064	7,00
Romero <i>et al.</i> , 2015	Jumilla	2009-2012	6.528	5,94
Romero <i>et al.</i> , 2016	Jumilla	2006-2012	9.456	6,54
García García, 2019	Región	2019	8.000	6,15
Romero Azorín y García García, 2020	Bullas	2012-2017	8.391	8,60
G.O. Qvalitas, 2021	Región	2020-2021	7.938	7,13

ción temporal. Puede ser a través de métodos indirectos, como pueden ser las recomendaciones dadas por los servicios de asesoramiento al regante (SIAM en la Región de Murcia: <https://www.imida.es/siam>); o a través de métodos directos, como el uso de sensores de humedad de suelo.

El mejor sistema de control del estado de la planta para adaptar el riego deficitario es combinando cámara de presión + porómetro, es decir, mediante medidas basadas en la fisiología.

En cualquier caso, para poder calcular el programa, en la Tabla 4 exponemos los márgenes para establecer las cantidades de agua a aportar según fases, sea a través de la primera metodología o de la segunda, es decir, en base a la evapotranspiración o en base a potencial en hoja. También adjuntamos (Tabla 5) los Kc (coeficientes de cultivo) de viña en las condiciones de la Región para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ETc).

Una técnica aplicada durante varios años ha sido el Secado Parcial de Raíces (SPR). Puede aplicarse con la correspondiente estrategia de riego deficitario y consiste, fundamentalmente, en alternar riegos a cada lado de la planta con un tiempo suficiente para provocar secado

Tabla 4. Fases de cultivo de viña y márgenes de ETc y potencial hídrico adaptados

Fase	% ETc	Potencial hídrico	Fechas
Brotación-cuajado	10-20%	-0,9 a -1 MPa	Abril-inicio Junio
Cuajado-envero	10%	-1,2 a -1,3 MPa	Junio-Julio
Envero-cosecha	25-30%	-1,2 MPa	Agosto-Vendimia
Postcosecha	30%	-	Postvendimia

*Nunca se debe bajar del 10% de la ETc en la fase cuajado-envero; es un umbral de daño irreversible
En postcosecha en zonas más frescas (Bullas) se puede llegar al 40% de la ETc
En envero-cosecha el stress provoca aumento polifenólico, pero no se debe pasar el umbral de -1,3 MPa
Para un posible cambio de unidades: 1 MPa equivale a 9,87 atmósferas*

Tabla 5. Coeficientes de cultivo Kc aplicables en la Región de Murcia

Mes	Kc
Abril	0,35
Mayo	0,45
Junio	0,52
Julio-15 Agosto	0,75
15 Agosto-15 Septiembre	0,60
15 Septiembre-Octubre	0,45

en lateral de la misma alternativamente. Se puede afirmar que es una técnica aplicable con éxito con una buena combinación patrón-estrategia de riego, siempre que la dotación de agua no sea excesivamente limitante.

En este sentido, en estrategias ensayadas con dotaciones mayores a 1.400 m³/ha, incrementa la calidad de la uva. En estrategias con menos aporte hídrico, por debajo de 900-800 m³ (según zonas), tiene como resultado el incremento de calidad pero con una disminución de la producción, sobre todo en patrones menos vigorosos (161-49 y 110R) (Romero *et al.*, 2015).

El uso de patrones muy vigorosos permite tener más margen limitando el recurso agua (Romero Azorín y García García, 2020). Otra desventaja del SPR es que complica algo el manejo del riego y que supone instalar doble red de riego, aunque esto último, no conlleva un coste relevante (García García *et al.*, 2012).

Por último, debemos indicar que se están llevando a cabo experiencias en la Región de Murcia, por parte de investigadores del IMIDA, que tienen el objetivo de mejorar la producción y la calidad de la uva en condiciones de cultivo sostenible, minimizando los impactos ambientales, mediante eliminación completa de fertilizantes minerales y herbicidas (García Castellanos *et al.*, 2021).

Dos ensayos consisten inicialmente en establecer en otoño e invierno una cubierta vegetal semillada en calles (combinación de leguminosas y gramíneas). Posteriormente, se ensayan dos opciones: una consiste en incorporar la cubierta en Abril-Mayo y añadir un *mulching* de paja de cebada.

Otra consiste en realizar el segado en calles manteniendo la cubierta. En ambos casos, sólo se aporta fertilizante orgánico ecológico. La opción de segado permite, mediante adaptación de un apero intercepas, la eliminación de hierba en las filas de cultivo. Estas opciones podrían corresponder a un ciclo de 2 años para abaratar costes y facilitar la correcta evolución de la materia orgánica.



Combinaciones de elección de patrón con estrategia de riego acorde al mismo, y con técnicas como las indicadas, permitirían una producción más sostenible, en el sentido de incrementar aún más la productividad del agua, alargar la vida útil del cultivo y minimizar impactos.

Desde la óptica de la fertilización eficaz económicamente, la buena administración de enmiendas y fertilizantes orgánicos puede tener un menor coste frente a fertilizantes minerales (ver apartado 3.1), además de incidir en el ahorro de agua.

Todas las acciones comentadas pueden y deben ir encaminadas a la producción de uva de calidad diferenciada. En varios de los trabajos citados se calcula el Índice de Calidad Total como suma del Índice Tecnológico (acidez total, pH, tartárico, azúcares, etc.) y del Índice Fenólico (antocianos totales, polifenoles extraíbles, etc.).



03

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LAS OPCIONES PRODUCTIVAS

3.1. ANÁLISIS DE COSTES

En este apartado exponemos los costes de cultivo asociados a las orientaciones productivas analizadas. Mostramos también el producto bruto medio y, por tanto, calculamos coste unitario por hectárea y por kg de uva producido. Siempre consideramos sistemas dirigidos a producir uva destinada a la elaboración de vinos de calidad amparados en cualquiera de las Denominaciones de Origen regionales. Cada orientación está fundamentada en un proceso con capítulos contables que mostramos someramente en cada caso (fertilizantes, labores, tratamientos fitosanitarios, programa de riego –si es el caso–, etc.)

3.1.1. OPCIÓN 1. VASO EN SECANO CONVENCIONAL

Marco de plantación 2,50 x 2,50 m (1.600 cepas/ha). Tamaño de explotación para el dimensionado 30 hectáreas. Plantación de barbadillo + injerto.

En la Tabla 6 mostramos los datos técnicos y económicos fundamentales en los que se basa la valoración posterior para establecer la estructura de costes.

Tabla 6. Información y datos de base para desarrollar la estructura de costes.

Marco de plantación (m x m)	2,50 x 2,50
Nº plantas por hectárea (ud)	1.600
Producción bruta (kg/ha)	3.500
Programa fertilización (Anexo II)	20-12-35
Nº tratamientos fitosanitarios (ud/año)	4
Nº tratamientos herbicidas (ud/año)	0
Seguro coste medio (€/kg)	0,024
Nº pases cultivador (ud)	4
Triturado de leña	si

*230 es el nº de jornales correspondientes a 1 UTA
La relación de nº de hectáreas correspondiente a 1 empleado fijo (encargado) es 100
Coste horario operario 7,80 €/h
Coste horario tractor <100 CV 37,00 €/h*

A continuación, exponemos el detalle de la valoración de la preparación y plantación (Tabla 7) e inmediatamente después el cuadro de cálculo de los costes de amortización de los capítulos de la inversión inicial (Tabla 8).



Tabla 7. Preparación y plantación del cultivo de viña en vaso de secano convencional.

Plantación secano	Rendimiento (h/ha)	Coste unitario (€/h)	Coste parcial (€/ha)	
Arranque con vertedera 50/60 cm	8	47,0	376	h/ha tractor >140 CV
Recogida cepas	3	62,4	187,2	remolque + 3 jornales
Despedregado cinta >90 CV	5	37,0	185	h/ha tractor 90-100 CV
Tractor pala perforada despedregado	5	37,0	185	h/ha tractor 80-90 CV
Refino nivelación tablón 90 CV	2,5	37,0	92,5	h/ha tractor 80-90 CV
Marcado + plantación	1.600 ud	0,30	480	tractor 90 CV+2-3 peón
Barbado para plantar en secano	1.600 ud	0,75	1.200	barbado para injertar
Injertado "in situ"	1.600 ud	0,60	960	
Total preparación-plantación (€/ha)			3.666	

Tabla 8. Amortizaciones asociadas a la inversión de las orientaciones productivas en secano convencional

Amortizaciones	Valor inicial inversión 30 ha (€)	Valor inicial inversión (€/ha)	Vida útil (años)	Valor residual (€/ha)	Amortización (€/ha-año)
Nave de aperos	9.000	300	30	75,00	8
Preparación-plantación	109.971	3.666	30	-	124
Material auxiliar	500	17	5	-	3
Total	119.471	3.982			135

Amortizaciones calculadas por el método de cuotas constantes. Incluyen el coste de oportunidad (1,5%)

Una vez establecidos los costes del inmovilizado vinculados a la inversión, pasamos a exponer la estructura de costes anuales, tanto del inmovilizado como del circulante (Tabla 9.). El coste relativo (%) nos indica la relevancia de cada coste en relación al coste total.

Tabla 9. Costes anuales del cultivo de viña en vaso de secano convencional

Costes del inmovilizado	135	9,23%
Nave de aperos	8	0,52%
Preparación-plantación	124	8,48%
Material vario auxiliar	3	0,23%
Costes del circulante	1.327	90,77%
Poda anual	222	15,17%
Costes de maquinaria	413	28,26%
Fitosanitarios	49	3,37%
Fertilizantes	123	8,45%
Seguro agrario	85	5,83%
Mantenimiento	5	0,31%
Recolección	284	19,42%
Personal fijo	146	9,96%
Coste total (€/ha)	1.462	100,00%
Coste unitario (€/kg)	0,42	
Coste unitario compensado (€/kg)	0,43	

Los costes de maquinaria incluyen al operario (triturado poda, tratamientos, abonado, labores).

Recolección manual incluye carga y porte a bodega.

Tratamientos fitosanitarios descritos en Anexo I Opción 1.

Programa fertilización descrito en Anexo II Opción 1.

Tabla 10. Tabla de resumen temporal de Producto Bruto (PB) y costes en viña en vaso de secano convencional

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 y ss.
PB (kg/ha)	-	-	1.750	3.500
Costes (€/ha)	741	630	863	1.462

3.1.2. OPCIÓN 2. VASO EN SECANO ECOLÓGICO

Marco de plantación 2,50 x 2,50 m (1.600 cepas/ha). Tamaño de explotación para el dimensionado 30 hectáreas. Plantación de barbado + injerto. Esta opción productiva no presenta diferencias en relación a la Opción en secano convencional respecto a la preparación-plantación, inversión y los correspondientes costes de inmovi-

lizado. Así pues, las tablas de esta Opción 2 y las correspondientes a convencional (Tablas 6, 7 y 8) son coincidentes. Sólo el producto bruto por hectárea es ligeramente inferior como vemos en la Tabla resumen 12. Pasamos a exponer la estructura de costes anuales, tanto del inmovilizado como del circulante (Tabla 11). El coste relativo (%) nos indica la relevancia de cada coste en relación al coste total.

Tabla 11. Costes anuales del cultivo de viña en vaso de secano ecológico

Costes del inmovilizado	135	9,81%
Nave de aperos	8	0,55%
Preparación-plantación	124	9,01%
Material vario auxiliar	3	0,25%
Costes del circulante	1.242	90,19%
Poda anual	222	16,11%
Costes de maquinaria	399	28,99%
Fitosanitarios	43	3,11%
Fertilizantes	82	5,97%
Seguro agrario	79	5,75%
Mantenimiento	5	0,33%
Recolección	266	19,34%
Personal fijo	146	10,58%
Coste total (€/ha)	1.377	100,00%
Coste unitario (€/kg)	0,42	
Coste unitario compensado (€/kg)	0,44	

Los costes de maquinaria incluyen al operario (triturado poda, tratamientos, abonado, labores).

Recolección manual incluye carga y porte a bodega.

Tratamientos fitosanitarios descritos en Anexo I Opción 2.

Programa fertilización descrito en Anexo II Opción 2.

La Tabla 12 es un resumen temporal de costes y producción bruta media (PB):

Tabla 12. Tabla de resumen temporal de Producto Bruto (PB) y costes en viña en vaso de secano ecológico

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 y ss.
PB (kg/ha)	-	-	1.625	3.250
Costes (€/ha)	741	630	863	1.377

3.1.3. OPCIÓN 3. ESPALDERA EN REGADÍO CONVENCIONAL

Marco de plantación 3,00 x 1,20 m (2.778 cepas/ha). Tamaño de explotación para el dimensionado 10 hectáreas. Plantación con planta injertada. En la Tabla 13 mostramos los datos técnicos y económicos fundamentales en los que se basa la valoración posterior para establecer la estructura de costes.

Tabla 13. Información y datos de base para desarrollar la estructura de costes

Marco de plantación (m x m)	3,00 x 1,20
Nº plantas por hectárea (ud)	2.778
Nº goteros por hectárea 4 l/h (ud)	2.778
Producción bruta (kg/ha)	8.000
Programa fertilización (Anexo II)	42-23-73-0-18
Nº tratamientos fitosanitarios (ud/año)	4
Nº tratamientos herbicidas (ud/año)	2
Seguro coste medio (€/kg)	0,024
Consumo programa de riego (m³/ha)	1.230
Nº pases segadora-intercepas (ud)	2
Triturado de leña	si

230 es el nº de jornales correspondientes a 1 UTA.

La relación de nº de hectáreas correspondiente a 1 empleado fijo (encargado) es 50.

Precio medio del agua de riego 0,24 €/m³.

Coste horario operario 7,80 €/h.

Coste horario tractor <100 CV 37,00 €/h.

A continuación, exponemos el detalle de la valoración de la preparación y plantación (Tabla 14) e inmediatamente después el cuadro de cálculo de los costes de amortización de los capítulos de la inversión inicial (Tabla 15).

Tabla 14. Preparación y plantación del cultivo de viña en espaldera de regadío convencional

Plantación regadío	Rendimiento (h/ha)	Coste unitario (€/h)	Coste parcial (€/ha)	
Arranque con vertedera 50/60 cm	8	47,00	376	h/ha tractor >140 CV
Recogida cepas	5	62,4	312	remolque + 5 jornales
Despedregado cinta >90 CV	5	37,00	185	h/ha tractor 90-100 CV
Tractor pala perforada despedregado	5	37,00	185	h/ha tractor 80-90 CV
Refino nivelación tablón 90 CV	2,5	37,00	92,5	h/ha tractor 80-90 CV
Marcado + plantación	2.778 ud	0,21	583	tractor 90 CV+4-5 peón
Planta viña injertada	2.778 ud	1,40	3.889	planta injertada
Estructura espaldera incluidos alambres	1 ud	3.250	3.250	4 alambres
Total preparación-plantación (€/ha)			8.873	

Tabla 15. Amortizaciones asociadas a la inversión de las orientaciones productivas en regadío convencional

Amortizaciones	Valor inicial inversión 10 ha (€)	Valor inicial inversión (€/ha)	Vida útil (años)	Valor residual (€/ha)	Amortización (€/ha-año)
Nave de aperos (50 m ²)	9.000	900	25	270	26
Cabezal de riego 25 m ³ /h	9.776	978	15	-	66
Red de riego por goteo	24.444	2.444	10	-	248
Preparación-plantación	88.731	8.873	25	-	360
Material auxiliar	500	50	5	-	10
Embalse regulador PE AD	6.584	658	25	198	19
Total	139.035	13.903			729

Amortizaciones calculadas por el método de cuotas constantes. Incluyen el coste de oportunidad (1,5%)

Una vez establecidos los costes del inmovilizado vinculados a la inversión, pasamos a exponer la estructura de costes anuales, tanto del inmovilizado como del circulante (Tabla 16). El coste relativo (%) nos indica la relevancia de cada coste en relación al coste total.

Tabla 16. Costes anuales del cultivo de viña en espaldera de regadío convencional

Costes del inmovilizado	729	20,25%
Nave de aperos	26	0,71%
Cabezal de riego	66	1,84%
Red de riego	248	6,89%
Preparación-plantación	360	10,01%
Material vario auxiliar	10	0,28%
Embalse regulador	19	0,52%
Costes del circulante	2.871	79,75%
Poda anual	476	13,21%
Costes de maquinaria	514	14,28%
Fitosanitarios	62	1,73%
Herbicidas	65	1,80%
Fertilizantes	319	8,85%
Seguro agrario	195	5,41%
Mantenimiento	66	1,83%
Energía eléctrica	40	1,10%
Agua de riego	300	8,32%
Recolección	544	15,12%
Personal fijo	291	8,09%
Coste total (€/ha)	3.600	100,00%
Coste unitario (€/kg)	0,45	
Coste unitario compensado (€/kg)	0,47	

Los costes de maquinaria incluyen al operario (triturado poda, tratamientos, abonado, labores)
Recolección manual incluye carga y porte a bodega. Tratamientos fitosanitarios descritos en Anexo I Opción 3
Programa fertilización descrito en Anexo II Opción 3

Por último, la Tabla 17 es un resumen temporal de costes y producción bruta media (PB):

Tabla 17. Tabla de resumen temporal de Producto Bruto (PB) y costes en viña en espaldera de regadío convencional

	Año 1	Año 2	Año 3 y ss
PB (kg/ha)	-	-	8.000
Costes (€/ha)	1.704	1.852	3.600

3.1.4. OPCIÓN 4. ESPALDERA EN REGADÍO ECOLÓGICO

Marco de plantación 3,00 x 1,20 m (2.778 cepas/ha). Tamaño de explotación para el dimensionado 10 hectáreas. Plantación con planta injertada.

La información básica de carácter técnico y económico fundamental en los que se basa la valoración posterior para establecer la estructura de costes queda reflejada en la Tabla 18.

Tabla 18. Información y datos de base para desarrollar la estructura de costes

Marco de plantación (m x m)	3,00 x 1,20
Nº plantas por hectárea (ud)	2.778
Nº goteros por hectárea 4 l/h (ud)	2.778
Producción bruta (kg/ha)	7.250
Programa fertilización (Anexo II)	42-39-73
Nº tratamientos fitosanitarios (ud/año)	4
Nº tratamientos herbicidas (ud/año)	0
Seguro coste medio (€/kg)	0,024
Consumo programa de riego (m³/ha)	1.230
Nº pases segadora-intercepas (ud)	4
Triturado de leña	si

230 es el nº de jornales correspondientes a 1 UTA
La relación de nº de hectáreas correspondiente a 1 empleado fijo (encargado) es 50
Precio medio del agua de riego 0,24 €/m³
Coste horario operario 7,80 €/h
Coste horario tractor <100 CV 37,00 €/h

Esta opción productiva no presenta diferencias en relación a la Opción en regadío convencional respecto a la preparación-plantación, inversión y los correspondientes costes de inmovilizado. Así pues, las tablas de esta Opción 4 y las correspondientes a convencional (Tablas 14 y 15) son coincidentes. Sólo el producto bruto por hectárea es ligeramente inferior como vemos en la Tabla resumen 20.

Pasamos a exponer la estructura de costes anuales, tanto del inmovilizado como del circulante (Tabla 19). El coste relativo (%) nos indica la relevancia de cada coste en relación al coste total.

Tabla 19. Costes anuales del cultivo de viña en espaldera de regadío ecológico

Costes del inmovilizado	729	21,97%
Nave de aperos	26	0,77%
Cabezal de riego	66	1,99%
Red de riego	248	7,48%
Preparación-plantación	360	10,86%
Material vario auxiliar	10	0,31%
Embalse regulador	19	0,56%
Costes del circulante	2.588	78,03%
Poda anual	476	14,34%
Costes de maquinaria	422	12,74%
Fitosanitarios	95	2,85%
Fertilizantes	226	6,81%
Seguro agrario	177	5,32%
Mantenimiento	66	1,98%
Energía eléctrica	40	1,20%
Agua de riego	300	9,03%
Recolección	497	14,97%
Personal fijo	291	8,78%
Coste total (€/ha)	3.317	100,00%
Coste unitario (€/kg)	0,46	
Coste unitario compensado (€/kg)	0,48	

*Los costes de maquinaria incluyen al operario (triturado poda, tratamientos, abonado, labores)
Recolección manual incluye carga y porte a bodega
Tratamientos fitosanitarios descritos en Anexo I Opción 4
Programa fertilización descrito en Anexo II Opción 4*

Por último, la Tabla 20 es un resumen temporal de costes y producción bruta media (PB):

Tabla 20. Resumen temporal de Producto Bruto (PB) y costes en viña en espaldera de regadío ecológico

	Año 1	Año 2	Año 3 y ss.
PB (kg/ha)	-	-	7.250
Costes (€/ha)	1.704	1.852	3.317

3.1.5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el análisis de costes la diferencia más relevante se verifica en la relación entre costes del inmovilizado (costes fijos) y costes del circulante (costes variables). La inversión en los sistemas de regadío es muy elevada (13.903 €/ha) en relación al seco (3.982 €/ha) y, se debe fundamentalmente, a la instalación de riego y a la preparación-plantación. En concreto los costes relacionados con el riego (red, cabezal y embalse) suponen un 10% del coste total y la preparación-plantación (incluyendo espaldera) hasta casi el 11%. El coste de amortización o inmovilizado en regadío está entre el 20 y el 22% del coste total, mientras que en seco no alcanza el 10%. Infiere en gran medida que la vida útil de la instalación de riego es menor a la de la plantación, y que, por tanto, determina un coste fijo alto.

Tanto en seco como en regadío, el coste unitario de la uva (€/kg) es prácticamente el mismo, siempre que el regadío esté dirigido a producción de vinos amparados en alguna Denominación de Origen regional y, por tanto, esté limitada la producción por hectárea. Como vemos en el siguiente cuadro resumen (Tabla 21) de costes compensados, los costes unitarios oscilan en un rango muy ajustado entre 0,43 y 0,48 €/kg.

Producir en seco es algo menos costoso, ya que aunque tenga una productividad relativamente baja, tiene unos costes fijos muy bajos. Por el contrario, la limitación en la productividad del regadío destinada a v.c.p.r.d establece una estructura de costes fijos que penaliza a estos sistemas. Con productividades más elevadas el coste unitario en regadío podría disminuir sensiblemente. En relación a que el sistema sea convencional o ecológico, la realidad de los procesos de cultivo en la Región nos muestra sistemas muy estoicos con un consumo bajo de insumos (fertilizantes, fitosanitarios, agua en su caso).

Tabla 21. Producto bruto, costes unitarios y empleo

	Secano convencional	Secano ecológico	Regadío convencional	Regadío ecológico
Producto bruto (kg/ha)	3.500	3.250	8.000	7.250
Coste unitario compensado (€/kg)	0,43	0,44	0,47	0,48
Empleo generado (UTA/ha)	0,05	0,05	0,10	0,09

La producción en ecológico o convencional muestra unos costes prácticamente iguales, con una diferencia de tan sólo 1 céntimo. Esta ínfima diferencia se debe a una ligera menor producción en ecológico y no a que las estrategias fitosanitarias o de fertilización sean más

caras en ecológico. Producir con un menor impacto ambiental no conlleva una diferencia relevante en términos de coste económico. En los cultivos de secano esta afirmación es aún más evidente.

Por último, en el cuadro resumen mostramos el empleo generado en el cultivo, expresado éste en Unidades de Trabajo Agrario o UTA/ha (número de empleos agrarios por hectárea). La opción secano o regadío es la que determina una mayor diferencia (doble en regadío) debido en gran parte a la mayor productividad y, consecuentemente, a una mayor necesidad de mano de obra en poda y en recolección. Por su parte, la diferencia entre opción convencional o ecológico tiene muy poca relevancia en regadío y menos aún en secano.

3.2. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

El análisis de ciclo de vida (ACV) según la norma UNE-ISO 14040 (ISO, 2006a) consta de cuatro fases interrelacionadas: i) definición de objetivo y alcance; ii) análisis de inventario del ciclo de vida; iii) análisis de impacto; y iv) interpretación de los resultados.

3.2.1. OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo, además de contribuir a la evaluación ambiental de las opciones propuestas (Capítulo 2), es aportar datos para el conocimiento científico de los impactos potenciales debidos al cultivo de la uva en el clima semiárido del sureste ibérico. La unidad funcional (UF) a la que se referirán los impactos ambientales es 1kg de uva cosechada en el campo. El alcance del ACV, por tanto, se centra únicamente en la fase de cultivo de la uva para vinificación. Como el sistema sólo produce uva se trata como un sistema monofuncional, por lo que no se aplican procedimientos de asignación de cargas ambientales. Para llevar a cabo el ACV se utiliza el software SimaPro 9.1. Los datos de segundo plano (energía, combustible, materiales, productos, etc.) se obtienen de la base de datos Ecoinvent 3.6 que está disponible en dicho software. Los componentes del sistema que se han tenido en cuenta son:

- **INVERSIÓN:** contempla el combustible consumido y sus emisiones a la atmósfera en las labores de preparación del terreno y plantación; en el caso del cultivo en regadío en espaldera también se tiene en cuenta las infraestructuras que incluyen el embalse de riego, el cabezal de riego, la red de riego y los elementos que conforman la espaldera.
- **LABORES AGRARIAS:** el combustible consumido y sus emisiones durante las labores agrarias del ciclo de producción.

- **RIEGO:** la energía eléctrica consumida por el riego localizado.
- **FERTILIZANTES PRODUCTOS:** materias primas, fabricación y transportes de los fertilizantes inorgánicos y orgánicos.
- **FERTILIZANTES EMISIONES:** Emisiones a la atmósfera de la aplicación al suelo de los fertilizantes nitrogenados.
- **FITOSANITARIOS:** materias primas, fabricación y transportes de plaguicidas y herbicidas.

3.2.2. ANÁLISIS DE INVENTARIO

Los datos de primer plano del presente ACV son los expuestos para las cuatro opciones de cultivo (apartado 3.1). No obstante, en el Anexo III se muestran los *inputs* en relación a la unidad funcional. Los datos de segundo plano (energía, combustible, materiales, productos y transportes) se obtuvieron de la base de datos Ecoinvent 3.6 disponible en SimaPro. Las emisiones a la atmósfera del diésel consumido por los vehículos agrícolas se estimaron a partir de los factores de emisión establecidos por EEA (2019). Las emisiones a la atmósfera de NH₃ y N₂O debidas a la aplicación de los abonos nitrogenados (orgánicos e inorgánicos) se estimaron de acuerdo a [Nemecek et al. \(2014\)](#) y [IPCC \(2013\)](#).

3.2.3. ANÁLISIS DE IMPACTO

Se utiliza la metodología de punto medio CML-IA Baseline v 4.7 para la caracterización del potencial calentamiento global (PCG) o huella de carbono. Esta metodología es la más utilizada en los estudios sobre productos agroalimentarios ([Beccali et al., 2009](#); [Bosco et al., 2011](#); [Gazulla et al., 2010](#); [Villanueva-Rey et al., 2014](#); [De Luca et al., 2015](#); [Falcone et al., 2016](#)) incluido la pesca y la acuicultura ([García García et al., 2016 y 2019](#); [Noguera-Muñoz et al., 2021](#)). Como esta categoría de impacto solo evalúa el problema ambiental relacionado con las emisiones de gases de efecto invernadero, se utilizó también la puntuación única (PU) de la metodología de punto final ReCiPe v 1.1 ([Huijbregts et al., 2016a y 2016b](#)) en su perspectiva jerárquica, que es el modelo por defecto.

ReCiPe primero caracteriza 17 potenciales impactos ambientales de punto medio basados en CML-IA que analizan múltiples problemas ambientales. Entre estos se encuentra cambio climático; disminución de la capa de ozono; radiación ionizante; toxicidad humana; acidificación terrestre; eutrofización de agua dulce y marina; ecotoxicidad terrestre, agua dulce y marina; disminución de recursos minerales y combustibles fósiles; etc. Después agrupa esas categorías en sólo tres: daños a la salud humana, daños a los ecosistemas y daños a la disponibilidad de recursos. Finalmente, los valores se normalizan y ponderan

para expresar dichas categoría en una puntuación única en milipuntos (mPt), que facilita la interpretación y comprensión de las consecuencias ambientales de un producto.

3.2.4. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

La interpretación de los resultados se realiza básicamente mediante el análisis de contribución que calcula el porcentaje en el que contribuyen los diferentes componentes del sistema a cada categoría de impacto (Tablas 22 y 23). Asimismo, se calculó la diferencia relativa (DR) entre los valores absolutos de los impactos potenciales (IP) de las distintas opciones de cultivos (Tabla 24). En el caso de cultivo convencional y ecológico: $DR = (IP_{cov} - IP_{eco}) \times 100 / IP_{cov}$.

Tabla 22. Valor del potencial calentamiento global (PCG, CML-IA) y contribución de los componentes del sistema en las distintas opciones de viñedo. Unidad funcional: 1 kg de uva.

Cultivo	Calentamiento Global (kg CO ₂ -eq)	Inversión	Labores	Riego	Fertilizantes Producción Contribución (%)	Fertilizantes Emisiones	Fitosanitarios
Vaso en seco							
Convencional	0,180	5,53	60,65		19,08	13,69	1,04
Ecológico	0,169	6,35	67,91		11,03	12,20	2,51
Espaldera con Riego localizado							
Convencional	0,220	34,65	21,13	3,20	23,26	12,58	5,18
Ecológico	0,211	39,81	23,04	3,67	19,04	11,98	2,46

Tabla 23. Puntuación única (ReCiPe) y la contribución de los potenciales daños en las diferentes opciones de viñedo. Unidad funcional: 1 kg de uva.

Cultivo	Puntuación única (mPt)	Salud humana Contribución (%)	Ecosistemas	Recursos
Vaso en seco				
Convencional	19,57	27,44	71,80	0,76
Ecológico	11,89	69,10	29,56	1,35
Espaldera con riego localizado				
Convencional	69,72	14,48	85,30	0,21
Ecológico	17,09	60,79	38,31	0,90

Tabla 24. Diferencia relativa (%) del potencial calentamiento global (PCG, CML-IA) y la puntuación única (PU, ReCiPe) entre las diferentes opciones de viñedo.

Cultivo	Vaso Ecológico	Espaldera Convencional	Espaldera Ecológico
PCG			
Vaso convencional	6,11	18,18	14,69
Vaso ecológico		23,18	19,91
Espaldera convencional			4,07
PU			
Vaso convencional	39,24	71,93	12,67
Vaso ecológico		83,46	30,43
Espaldera convencional			75,49

3.2.4.1. POTENCIAL CALENTAMIENTO GLOBAL (PCG, CML-IA)

Los valores obtenidos de PCG en las cuatro opciones de cultivo varían entre 0,169 y 0,220 kg de CO₂-eq por kg de uva (Tabla 22), por tanto, los resultados se encuentran dentro del rango registrado por distintos autores (Ferrara y De Feo, 2018; Navarro et al., 2016). Ferrara y De Feo (2018) en una extensa revisión bibliográfica de viñedos de todo el mundo encuentra valores por kg de uva desde 0,1 a 2,1 kg CO₂-eq. Navarro et al. (2016) analizaron 18 viñedos de España y Francia, y el rango de PCG varío desde 0,08 a 0,70 kg CO₂-eq con un valor medio de 0,23 kg de CO₂-eq. Otros datos reportados por distintos autores para viñedos de uva tinta en el área mediterránea varían entre 0,12 y 0,50 kg CO₂-eq (Rinaldi et al., 2016; Bosco et al., 2011; Gazulla et al., 2012; Falcone et al., 2016). Dado ese rango, los valores registrados en las cuatro opciones de cultivo aquí propuestas se pueden considerar bajos.

En el cultivo en vaso en secano los resultados de PCG son similares entre el cultivo convencional y ecológico (180 y 169 kg CO₂-eq; Tabla 22, Figura 1), siendo la diferencia relativa de tan solo el 6% (Tabla 24). Ello es debido en parte a la menor producción de uva en ecológico (Tabla 21). El perfil de la contribución de los componentes del sistema a PCG es también similar en ambos cultivos (Figura 1). El componente que más contribuye son las labores (consumo de diésel y sus emisiones), aunque de esta la producción del diésel representa el 15% y las emisiones de su combustión el 85%, lo cual ha sido también resaltado por Navarro et al. (2016). Después sigue la producción de los fertilizantes y sus emisiones a la atmósfera. La inversión, que se reduce a las labores de preparación del viñedo, y los fitosanitarios muestran una contribución baja. En general se ha señalado que labores y fertilizantes

son los componentes del sistema que más contribuyen (Ferrara y De Feo, 2018) al PCG en la producción de uva para vino. Asimismo, se ha destacado la significativa contribución de los fitosanitarios que aquí, sin embargo, es muy baja. Ello es debido, como indica Navarro *et al.* (2016), a que en climas secos la aplicación de fungicidas se minimiza, dado que la incidencia de hongos en el viñedo es más baja que en climas húmedos.

En el cultivo en espaldera con riego localizado también los resultados son similares entre convencional y ecológico (Tabla 22, Figura 2), siendo la diferencia del 4% (Tabla 24). Ello es debido, también en parte, a la menor producción de uva en este último (Tabla 21). En otros cultivos las diferencias en el PCG no son muy relevantes, e incluso el valor en ecológico es superior (Keyes *et al.*, 2015) o, por el contrario, la diferencia es significativa y a favor del cultivo ecológico (Ribal *et al.*, 2016). Estas discrepancias, no obstante, responden en parte a los diferentes factores agronómicos, bases de datos utilizadas, y qué *inputs* realmente se tienen en cuenta en cada ACV. El componente del sistema que más contribuye es la inversión (Figura 2) debido a las infraestructuras de riego y espaldera. Los fertilizantes (productos y emisiones) y labores son también importantes. La energía eléctrica del riego localizado y los fitosanitarios contribuye poco a PCG (Figura 2).

Los valores en los cultivos en vaso son menores que en espaldera (Tabla 22), siendo la diferencia relativa del 20% en ecológico y del 18% en convencional (Tabla 24). Cabría pensar que las diferencias debieran

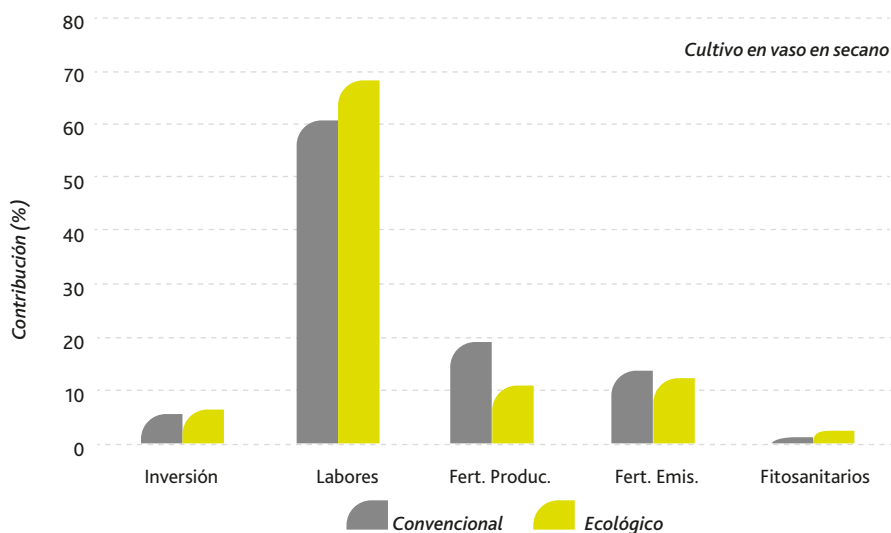


Figura 1. Contribución de los componentes del sistema al potencial calentamiento global en el cultivo de uva en vaso en seco.

ser aún mayores dados los mayores *inputs* en los cultivos de regadía, especialmente en la inversión, pero estos se ven compensados por la también mayor producción de uva (Tabla 21).

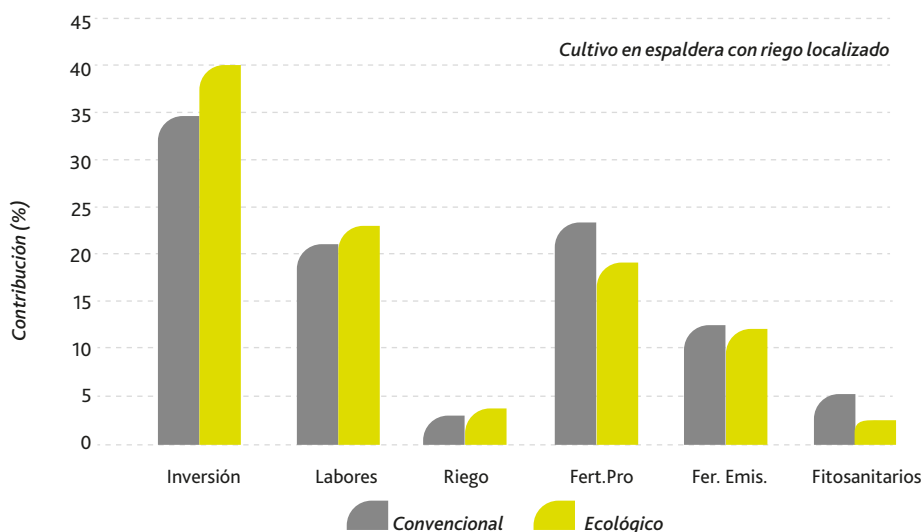


Figura 2. Contribución de los componentes del sistema al potencial calentamiento global en el cultivo de uva en espaldera con riego localizado.

3.2.4.2. PUNTUACIÓN ÚNICA (PU, ReCiPe)

La puntuación única sí refleja una diferencia significativa entre los cultivos convencional y ecológico (Tabla 23), siendo la diferencia relativa del 39% en secano en vaso y del 75% en regadío en espaldera (Tabla 24). Ello es debido a que la metodología de punto final ReCiPe integra múltiples impactos ambientales relativizando, además, la importancia de cada uno de ellos en relación a un área geográfica; Europa en el presente análisis. Así, el componente que más contribuye a esa diferencia es la producción de los fertilizantes inorgánicos que son utilizados mayoritariamente en el cultivo convencional (Figuras 3 y 5). En el cultivo en secano convencional la PU, efectivamente, es el resultado fundamentalmente de los productos fertilizantes que contribuyen mayoritariamente a daños a los ecosistemas (Figura 3). Sin embargo, en ecológico a la PU contribuyen de forma relativamente similar labores, productos fertilizantes y sus emisiones (Figura 4). Las emisiones de los fertilizantes destacan en daños a la salud humana, debido a la alta emisión de N-NH₃ debida a la aplicación del estiércol, que supone un 50% del contenido en N de este (Nemek et al., 2014).

En el cultivo en regadío, y a diferencia del PCG, la contribución de la inversión a la PU es poco significativa (Figura 5 y 6). Aquí también, los productos fertilizantes inorgánicos son los que mayoritariamente contribuyen a la PU y al daño a los ecosistemas. En el cultivo ecológico la inversión sí tiene una contribución significativa, y también los productos fertilizantes, aunque hay que tener en cuenta que en valores absolutos (mPt) son bajos.

Entre los cultivos convencional en vaso y en espaldera (Tabla 24), las diferencias son muy significativas (72%) debido a la mayor cantidad de fertilizantes inorgánicos utilizados en el cultivo convencional (Anexo III), aunque también a las infraestructuras. Sin embargo, la diferencia entre los cultivos ecológicos en vaso y espaldera la diferencia es menor, del 30%; y aún es menor entre vaso convencional y espaldera ecológico (13%). La mayor diferencia relativa se registra entre espaldera convencional y vaso ecológico, que es del 83% (Tabla 24).



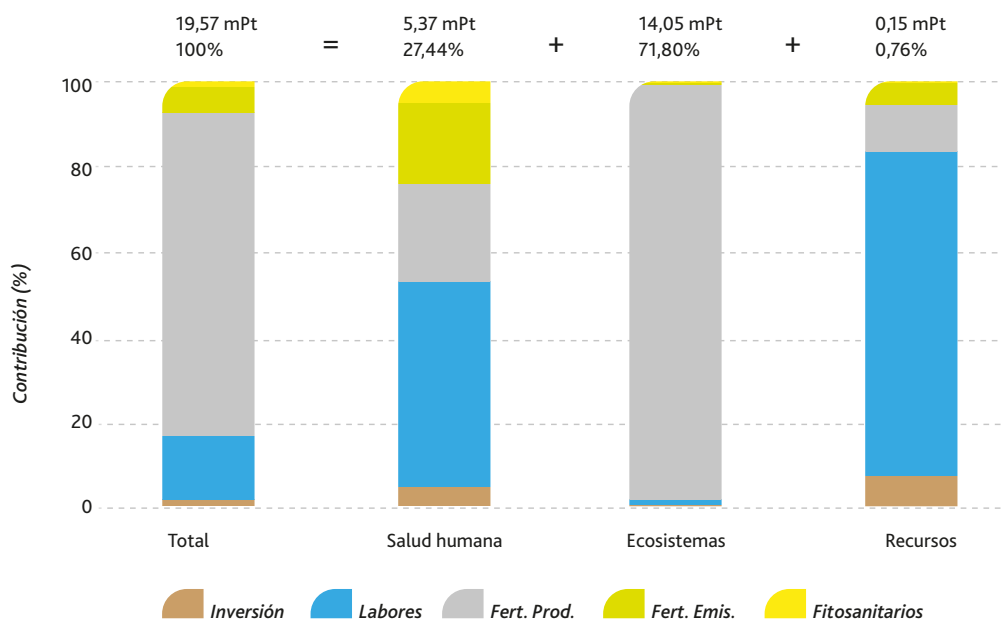


Figura 3. Contribución de los componentes del sistema a los potenciales impactos ambientales (ReCiPe) en el cultivo de uva en seco en vaso convencional.

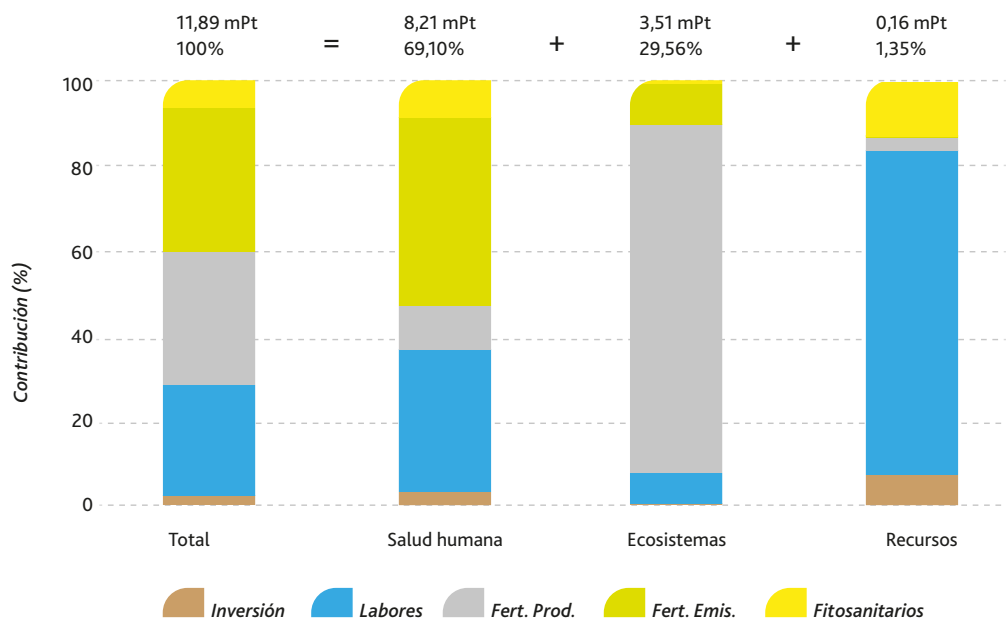


Figura 4. Contribución de los componentes del sistema a los potenciales impactos ambientales (ReCiPe) en el cultivo de uva en seco en vaso ecológico.

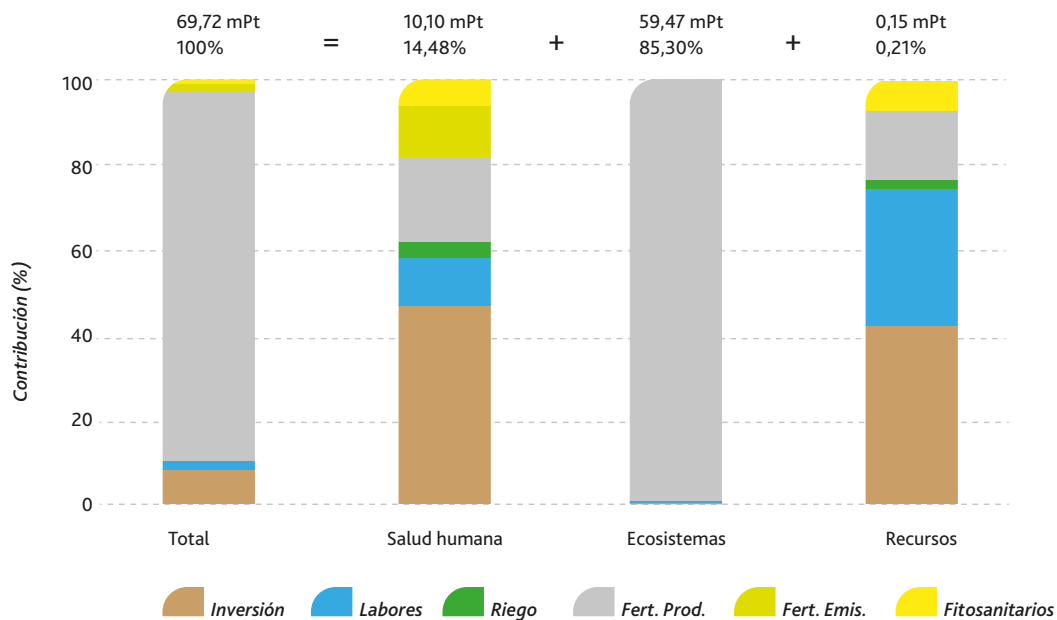


Figura 5. Contribución de los componentes del sistema a los potenciales impactos ambientales (ReCiPe) en el cultivo de uva con riego localizado en espaldera convencional.

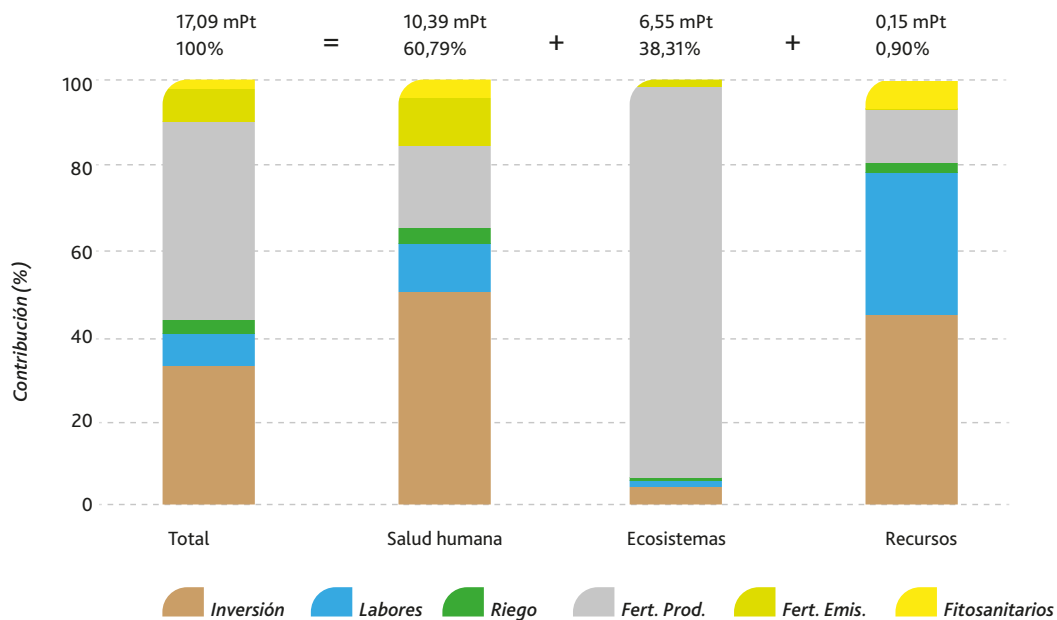


Figura 6. Contribución de los componentes del sistema a los potenciales impactos ambientales (ReCiPe) en el cultivo de uva con riego localizado en espaldera ecológica.

3.3. DISCUSIÓN GENERAL

Los costes de producción unitarios (€/kg de uva) son muy similares para las opciones convencional y ecológico (Figura 7) tanto en vaso como en espaldera en regadío, aunque entre secano y regadío la diferencia es de un 10%. Sin embargo, las diferencias en los costes ambientales son en general relevantes (Tabla 24, Figura 7), y muy especialmente entre regadío en espaldera convencional y las otras tres opciones. En este, se alcanza el valor más alto de potencial calentamiento global, y, más significativo aún, la puntuación única alcanza los 70 mPt mientras que en las otras tres opciones de cultivo varía tan sólo entre 12 y 20 mPt. Esto se debe fundamentalmente a la aplicación de fertilizantes inorgánicos.

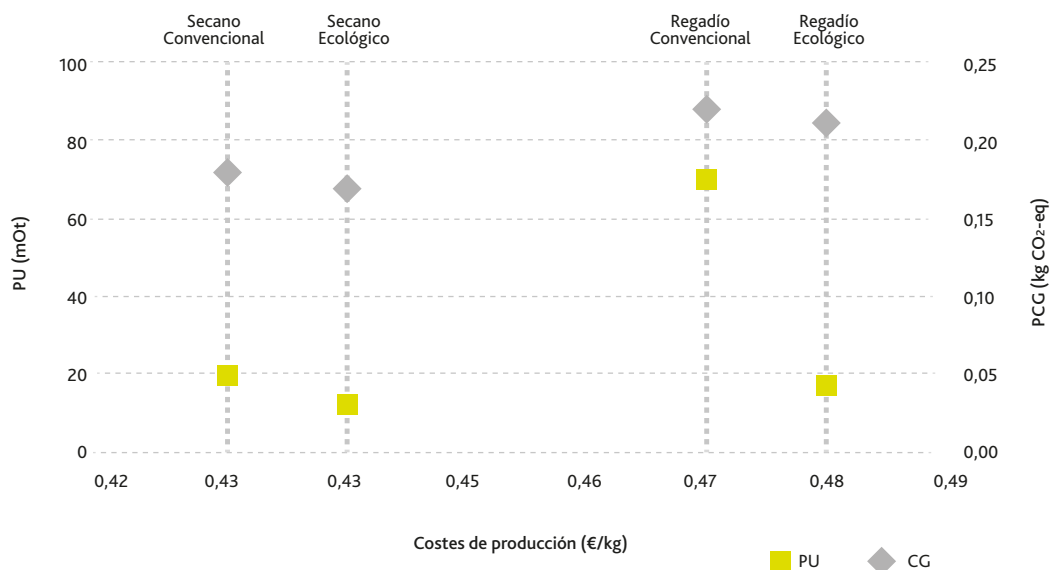


Figura 7. Costes de producción de las 4 opciones productivas frente a los costes ambientales expresados como potencial calentamiento global (PCC, CML-IA) y puntuación única (PU, ReCiPe).

La contribución de los fertilizantes (Figura 8) al potencial calentamiento global (productos y emisiones) es significativa variando entre el 22% (vaso ecológico) y el 36% (espaldera convencional). Ahora bien, cuando se analizan los problemas ambientales desde una perspectiva integrada (daños a la salud humana, ecosistemas y recursos naturales), la contribución es mucho más alta, ya que la puntuación única varía desde el 54% (espaldera ecológico) al 89% (espaldera convencional). Sin embargo, la contribución de los fertilizantes a los costes de producción es de tan sólo del 6% (vaso ecológico) al 9% (espaldera convencional), lo cual coincide con lo descrito en otros estudios sobre viñedos (Falcone et al., 2016;

Zhang y Rosentater, 2019; García Castellanos et al., 2021) y también en otros cultivos leñosos, como almendro u olivo, en los que la fertilización supone un 8,93% y un 9,20% del coste total de producción respectivamente (García García, 2019).

En términos generales, y como indica García Castellanos et al. (2021), probablemente se estén aplicando fertilizantes en exceso en cuanto que su repercusión sobre los costes y, por tanto, sobre el margen neto es poco relevante. Sin embargo, su contribución a los potenciales impactos ambientales es muy significativo, tanto en este estudio como en otros (Ferrara y De Feo, 2016), por lo que este puede ser un argumento muy útil para la utilización más racional de los mismos, contribuyendo así a la sostenibilidad de la actividad productiva.

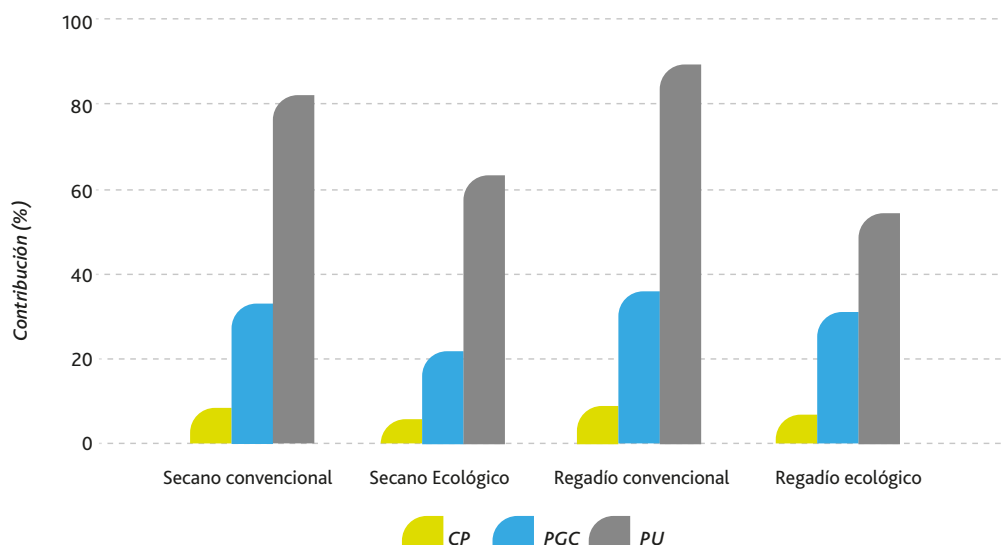


Figura 8. Contribución de los fertilizantes a los costes de producción (CP), potencial calentamiento global (PGC, CML-IA) y puntuación única (PU, ReCIpe). En PCG y PU se muestran la contribución de los productos y sus emisiones a la atmósfera.

Los valores de potencial calentamiento global registrados en este estudio son bajos si los comparamos con el rango encontrado en otros estudios (Figura 9). Condiciones sostenidas de mercado con precios bajos en el pago de la uva han llevado a un ajuste severo de los costes de producción con una utilización de cantidades muy bajas de insumos, especialmente fertilizantes y fitosanitarios. Estos bajos valores de PCG confirman lo indicado en varios trabajos en el área del sureste español en relación a la rusticidad y adaptación de la variedad Monastrell a condiciones edafoclimáticas propias de zonas semiáridas tan limitantes en paralelo a un bajo coste de insumos (García y García, 2018; Martínez et al., 2018; García Castellanos et al., en prensa).

La adaptación de la variedad Monastrell con la combinación de patrones debidamente seleccionados a condicionantes climáticos tan estrictos en un escenario de cambio climático puede y debe ser una estrategia prioritaria en el camino de la sostenibilidad de la vitivinicultura regional (Romero *et al.*, 2018; Romero Azorín y García García, 2020).

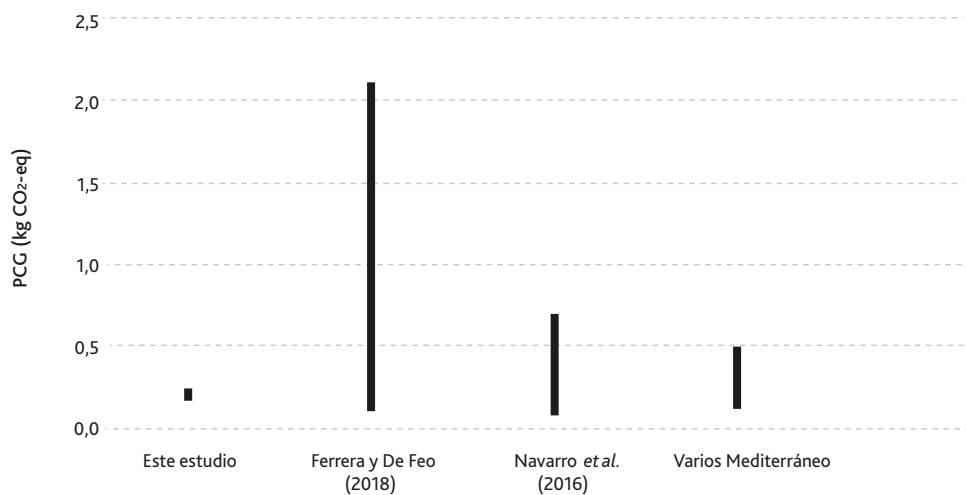


Figura 9. Rango de variación de potencial calentamiento global en varios estudio sobre producción de uva para vino. Varios Mediterráneo: Rinaldi *et al.*, 2016; Bosco *et al.*, 2011; Gazulla *et al.*, 2012; Falcone *et al.*, 2016.



04 BIBLIOGRAFÍA

Beccali, M., Cellura, M., Iudicello, M., Mistretta, M. 2009. Resource consumption and environmental impacts of the agrofood sector: life cycle assessment of Italian citrus-based products. *Environmental Management*, 43(4): 707-724. doi: 10.1007/s00267-008-9251-y

Bosco, S., Di Bene, C., Galli, M. 2011. Greenhouse gas emissions in the agricultural phase of wine production in the Maremma rural district in Tuscany, Italy. *Italian Journal of Agronomy* 6–15: 93–100. doi: 10.4081/ija.2011.e15

CARBOCERT. 2020. Guía de buenas prácticas agrarias CarboCERT. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de España. 124 pp. (Disponible en: <https://guiacarboCERT.es/>)

De Luca, A.I., Falcone, G., Iofrida, N., Stillitano, T., Strano, A., Gulisano, G. 2015. Life cycle methodologies to improve agri-food systems sustainability. *Rivista di Studi Sulla Sostenibilita*, 1: 135–150. doi: 10.3280/RISS2015-001009

EEA. 2019. EMEP/EEA air pollution emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report 21. Publications Office of the European Union, Luxemburgo. (disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>)

Falcone, G., De Luca, A.I., Stillitano, T., Strano, A., Romeo, G., Gulisano, G. 2016. Assessment of Environmental and Economic Impacts of Vine-Growing Combining Life Cycle Assessment, Life Cycle Costing and Multicriterial Analysis. *Sustainability*, 8: 793. doi:10.3390/su8080793

Ferrara, C., De Feo, G. 2018. Life Cycle Assessment Application to the Wine Sector: A Critical Review. *Sustainability*, 10, 395. doi: 10.3390/su10020395

Gazulla, C., Raugei, M., Fullana-i-Palmer, P. 2010. Taking a life cycle look at crianza wine production in Spain: where are the bottlenecks?. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15: 330-337. doi: 10.1007/s11367-010-0173-6

García Castellanos, B., García García, B., García García, J. 2021. Evaluación de la sostenibilidad de tres sistemas de cultivo de viña característicos de la Región de Murcia. ITEA-Información Técnica Económica Agraria (en prensa, aceptado el 9 de Abril de 2021).

García García, B., Rosique Jiménez, C., Aguado-Giménez, F., García García, J. 2016. Life cycle assessment of gilthead seabream (*Sparus aurata*) production in offshore fish farms. Sustainability, 8, 1228. doi: 10.3390/su8121228

García García, B., Rosique Jiménez, C., Aguado-Giménez, F., García García, J. 2019. Life cycle assessment of seabass (*Dicentrarchus labrax*) production in offshore fish farms: Variability and multiple regression analysis. Sustainability, 11, 3523. doi: 10.3390/su11133523

García García, J. 2019. Estructura de costes de las orientaciones productivas agrícolas de la Región de Murcia: Frutos secos, frutales de pepita, vid y olivo. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia, Murcia. 128 pp.

García García, J., García García, B. 2018a. Evaluación socioeconómica y ambiental del cultivo de viña en la Región de Murcia. Enoviticultura, 54: 18-30.

García García, J., García García, B. 2018b. Aspectos socioeconómicos y ambientales del cultivo de la uva Monastrell. En: El libro de la Monastrell (pp. 71-88). Riquelme, F. y Martínez, A. (Ed.). Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia, Murcia. 292 pp.

García García, J., Martínez, A., Romero, P. 2012. Financial analysis of wine grape production using regulated deficit irrigation and partial-root zone drying strategies. Irrigation Science, 30: 179-188. doi: 10.1007/s00271-011-0274-4

Giner, J.F., Arciniega, L. 2004. La nutrición de la viña. Agrícola Vergel, 267: 141-145.

Huijbregts, M.A.J., Steinmann, Z.J.N., Elshout P.MF., Stam, G., Verones, F., Vieira, M.D.M., Hollander, A., Zijp, M., van Zelm, R. 2016a. ReCiPe 2016. A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level Report I: Characterization. National Institute for Public Health and the Environment. The Netherlands. 191 pp. (disponible en <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0104.pdf>)

Huijbregts, M.A.J., Steinmann, Z.J.N., Elshout P.MF., Stam, G., Verones, F., Vieira, M., Zijp, M., Hollander, A., van Zelm, R. 2016b. ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. The International Journal of Life Cycle Assessment, 22: 138-147. doi: 10.1007/s11367-016-1246-y

IPCC. 2013. Climate change 2013: the physical science basis. In: Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Ignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (eds) Contribution of working group I to

the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge. 1535 pp. doi:10.1017/CBO9781107415324

ISO 14040. 2006a. Environmental Management—Life Cycle Assessment—Principles and Framework; International Organization for Standardization (ISO): Geneva, Switzerland.

ISO 14044. 2006b. Environmental Management—Life Cycle Assessment—Requirements and Guidelines; International Organization for Standardization (ISO): Geneva, Switzerland.

Keyes, S., Tyedmers, P., Beazley, K. 2015. Evaluating the environmental impacts of conventional and organic apple production in Nova Scotia, Canada, through life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 104: 4051. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.05.037

MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). 2010. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Madrid: MARM. 259 pp. (disponible en: [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20RACIONAL\(BAJA\)_tcm30-57890.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20RACIONAL(BAJA)_tcm30-57890.pdf))

Martínez, A., Ruiz, L., Fernández, J.I. 2018. Material vegetal de Monastrell. En: *El libro de la Monastrell* (pp. 45-70). Riquelme, F. y Martínez, A. (Ed.). Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia, Murcia. 292 pp.

Navarro, A., Puig, R., Kilic, E., Penavayre, S., Fullana-i-Palmer, P. 2016. Eco-innovation and benchmarking of carbon footprint data for vineyards and wineries in Spain and France. *Journal of Cleaner Production*, 142: 1661-1671. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.11.124

Nemecek, T., Schnetzer, J., Reinhard, J. 2014. Updated and harmonised greenhouse gas emissions for crop inventories. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(9): 1361-1378. doi: 10.1007/s11367-014-0712-7

Noguera-Muñoz, F.A., García García, B., Ponce-Palafox, J.T., Wicab-Gutierrez, O.,Castillo-Vargasmachuca, S.G., García García, J. 2021. Sustainability Assessment of White Shrimp (*Penaeus vannamei*) Production in Super-Intensive System in the Municipality of San Blas, Nayarit, Mexico. *Water*, 13, 304. doi: 10.3390/w13030304

Ribal, J., Ramírez-Sanz, C., Estruch, V., Clemente, G., SanJuan, N. 2016. Organic versus conventional citrus. Impact assessment and variability analysis in the Comunitat Valenciana (Spain). *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22: 571-586. doi: 10.1007/s11367-016-1048-2

Rinaldi, S., Bonamente, E., Scrucca, F., Merico, M.C., Asdrubali, F., Cotana, F. 2016. Water and carbon footprint of wine: methodology review and application to a case study. *Sustainability*, 8, 621. doi: 10.3390/su8070621

Romero, P., Botía, P., Navarro, J.M. 2018. Selecting rootstocks to improve vine performance and vineyard sustainability in deficit irrigated Monastrell grapevines under semiarid conditions. *Agricultural Water Management* 209: 73-93. doi: 10.1016/j.agwat.2018.07.012

Romero, P. García García, J., Fernández, J.I., Gil, R., del Amor, F.M., Martínez, A. 2016. Improving berry and wine quality attributes and vineyard economic efficiency by long-term deficit irrigation practices under semiarid conditions. *Scientia Horticulturae*, 203: 69-85. doi: 10.1016/j.scienta.2016.03.013

Romero, P., Gil, R., Fernández, J.I., Del Amor, F.M., Martínez, A., García, J. 2015. Improvement of yield and grape and wine composition in field-grown Monastrell grapevines by partial root zone irrigation, in comparison with regulated deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 149: 55-73. doi: 10.1016/j.agwat.2014.10.018

Romero Azorín, P., García García, J. 2020. The productive, economic, and social efficiency of vineyards using combined drought-tolerant rootstocks and efficient low water volume deficit irrigation techniques under Mediterranean semiarid conditions. *Sustainability*, 12, 1930; doi:10.3390/su12051930

Villanueva-Rey P, Vázquez-Rowe I, Moreira MT, Gumersindo F (2014). Comparative life cycle assessment in the wine sector: biodynamic vs. conventional viticulture activities in NW Spain. *Journal of Cleaner Production*, 65: 330-341. doi: 10.1016/j.jclepro.2013.08.026

WWF/Adena. 2016. Guía de buenas prácticas en viñedos. Madrid: WWF/Adena. 68 pp.

Zhang, C., Rosentrater, K.A. 2019. Estimating Economic and Environmental Impacts of Red-Wine-Making Processes in the USA. *Fermentation*, 5, 77. doi: 10.3390/fermentation5030077



ANEXOS

ANEXO I.

PROGRAMA ORIENTATIVO DE TRATAMIENTO DE CONTROL FITOSANITARIO.

En este Anexo presentamos un programa orientativo de tratamientos de control fitosanitario. Están adaptados a cada orientación productiva y son los aplicados en apartado 3.1. Análisis de costes.

TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS:

OPCIÓN 1. Vaso en secano convencional

Está permitido el uso de triazoles (2 tratamientos) + azufre + Bacillus. Total 3-4 tratamientos

- Brotación 10-15 cm: Antioídios Triazol + Azufre mojable.
- Gasto caldo: 400 litros/ha
- Inicio floración: Triazol + S mojable. Gasto caldo: 400 litros/ha
- Grano tamaño guisante: Azufre amarillo micronizado en espolvoreo.
- Inicio Envero: Bacillus + S mojable. Gasto caldo: 600 litros/ha

OPCIÓN 2. Vaso en secano ecológico

Azufre (3) combinando mojable y espolvoreo + feromonas

- Brotación 10-15 cm: Azufre mojable. Gasto caldo: 400 litros/ha
- Inicio floración: Azufre amarillo en espolvoreo.
- Grano tamaño guisante: Azufre amarillo en espolvoreo.
- Inicio Envero: Azufre amarillo en espolvoreo.

Deben aplicarse alternativas al azufre o al cobre, para evitar a los máximos permitidos por hectárea o por futuras prohibiciones. Puede ser Bicarbonato de K (también denominado Carbonato de H de K)

OPCIÓN 3. Espaldera en regadío convencional

Está permitido el uso de triazoles (2 tratamientos) + azufre + Bacillus (para Lobesia o para Botrytis). Total 3-4 tratamientos

- Brotación 10-15 cm: Antioídios Triazol + Azufre mojable.
- Gasto caldo: 400 litros/ha
- Inicio floración: Triazol + S mojable. Gasto caldo: 600 litros/ha
- Grano tamaño guisante: Azufre amarillo micronizado en espolvoreo.
- Inicio Envero: Bacillus + S mojable. Gasto caldo: 800 litros/ha

OPCIÓN 4. Espaldera en regadío ecológico

Azufre (3) combinando mojable y espolvoreo, bicarbonato de K como opción al cobre + feromonas

- Brotación 10-15 cm: Carbonato de H de K + Azufre mojable.
- Gasto caldo: 400 litros/ha
- Inicio floración: S mojable. Gasto caldo: 600 litros/ha
- Grano tamaño guisante: Azufre amarillo micronizado en espolvoreo.
- Inicio Inverno: Azufre amarillo micronizado en espolvoreo. 20-30 kg/ha

En todos los casos, las dosis de azufre amarillo micronizado en espolvoreo suelen estar entre 20 y 30 kg/ha por tratamiento. No deben sobrepasarse las limitaciones en kg/ha y año para cultivo ecológico.

A continuación se adjunta un calendario donde se muestran las principales plagas y enfermedades presentes en nuestro territorio, así como las épocas de mayor presencia y riesgo, y por tanto, en las que se debe extremar el control.

ANEXO II.

OPCIONES DE FERTILIZACIÓN

En este anexo exponemos las opciones de fertilización adaptadas a cada sistema u orientación productiva, adaptando las aplicaciones a las necesidades del cultivo y a las normas reguladoras en el caso de ecológico.

FERTILIZACIÓN:

OPCIÓN 1. Vaso en seco convencional

Puedo usar fertilizantes inorgánicos y orgánicos. Lo normal es aportar fertilizante inorgánico o pellets orgánicos cada 2 años. Siempre que sea posible es una opción más económica y con menor impacto ambiental el uso de orgánicos a granel. En caso de estiércoles se aportan cada 3-4 años. Quelatos u otros aportes de microelementos se aplican vía foliar. Los abonos orgánicos están sustituyendo a los

Fertilización con abonos minerales

	kg o litros/ha	€/kg o €/l	€/ha
Nitrato amónico	24,0	0,38	9,12
Fosfato monoamónico	20,0	1,10	22,00
Nitrato potásico	75,0	0,93	69,75
Abono foliar (microelementos)	1,6	9,5	15,20
			116,07
Equilibrio alcanzado	N	P₂O₅	K₂O
	20	12	35

OPCIÓN 2. Vaso en secano ecológico

Sólo se utilizan estiércoles y abonos orgánicos admitidos en cultivo ecológico. Para poder lograr el equilibrio combino estiércol de ovino/caprino con un abono orgánico formulado. Quelatos u otros aportes de microelementos se aplican vía foliar.

Es importante indicar que en el siguiente cuadro se muestran cantidades por año. Pero la estrategia de fertilización sería agrupada cada dos años para el abono orgánico y cada 4 años para el estiércol.

Fertilización con abonos orgánicos

	kg o litros/ha	€/kg o €/l	€/ha
Estiércol ovino/caprino	1.000	0,036	36,00
Comercial 5-6-12 45% m.o.	110	0,22	24,20
Abono foliar (microelementos)	1,6	9,5	15,20
			75,40
Equilibrio alcanzado	N	P₂O₅	K₂O
	20	12	37

OPCIÓN 3. Espaldera en regadío convencional

Puedo usar fertilización inorgánica y quelatos vía fertirrigación. Técnicamente es lo más efectivo, aportamos los requerimientos exactos, pero debemos analizar el coste y eficacia, de esta y otras opciones que veremos en ecológico.

Fertilización con abonos minerales

	kg o litros/ha	€/kg o €/l	€/ha
Ácido fosfórico 52%	27,6	0,65	17,97
Nitrato amónico	26,7	0,38	10,13
Nitromagnesio (11%N-16%MgO)	112,8	0,65	73,31
Nitrato potásico	158,6	0,93	147,51
Quelatos	5,0	9,5	47,50
Ácidos húmicos + fúlvicos	10,0	1,75	17,50
			313,91
Equilibrio alcanzado	N	P₂O₅	K₂O
	42	23	73

OPCIÓN 4. Espaldera en regadío ecológico

Puedo utilizar abono orgánico líquido en fertirrigación pero sigue siendo una opción cara. Un pellet o triturado bien formulado es una buena opción Comercial A: 7-4-6 o Comercial C 5-6-12 (combinaciones para acercarse al equilibrio). Puedo utilizar quelatos vía foliar o en riego.

Fertilización con abonos orgánicos – Opción 1

	kg o litros/ha	€/kg o €/l	€/ha
Comercial D: 2-3-3 granel	550,0	0,095	52,25
Comercial C: 5-6-12	620,0	0,22	136,40
Quelatos	5,0	9,5	47,50
Ácidos húmicos + fúlvicos	10,0	1,75	17,50
			253,65
Equilibrio alcanzado	N	P₂O₅	K₂O
	42	54	91

Fertilización con abonos orgánicos – Opción 2

	kg o litros/ha	€/kg o €/l	€/ha
Comercial D: 2-3-3 granel	850,0	0,095	80,75
Comercial A: 7-4-6	350,0	0,20	70,00
Quelatos	5,0	9,5	47,50
Ácidos húmicos + fúlvicos	10,0	1,75	17,50
			215,75
Equilibrio alcanzado	N	P₂O₅	K₂O
	42	40	47

Fertilización con abonos orgánicos – Opción 3

	kg o litros/ha	€/kg o €/l	€/ha
Comercial C: 5-6-12	475,0	0,22	104,50
Comercial A: 7-4-6	265,0	0,20	53,00
Quelatos	5,0	9,5	47,50
Ácidos húmicos + fúlvicos	10,0	1,75	17,50
			222,50
Equilibrio alcanzado	N	P₂O₅	K₂O
	42	39	73



ANEXO III

DATOS DE PRIMER PLANO DEL INVENTARIO DEL ACV

Valores de los inputs en relación a la unidad funcional (1 kg de uva).

		Vaso en seco		Espaldera en regadío	
		Convencional	Ecológico	Convencional	Ecológico
INVERSIÓN					
Plantación:					
Diésel	g/kg	2,6490	2,8528	1,4589	1,6098
Embalse:					
Diésel	g/kg			1,7491	1,9300
PE AD	g/kg			0,7551	0,8332
Cabezal de riego:					
Hierro	mg/kg			45,2899	49,9750
Acero Inoxidable	mg/kg			4,5290	4,9975
Cobre	mg/kg			13,5870	14,9925
Latón	mg/kg			0,9058	0,9995
PVC	mg/kg			36,2319	39,9800
PE BD	mg/kg			1,8116	1,9990
Poliamida	mg/kg			2,7174	2,9985
PE AD	mg/kg			40,7609	44,9775
Red de riego:					
PE BD	g/kg			4,4127	4,8692
Espaldera:					
Postes metálicos	g/kg			9,2609	10,2189
Alambre	g/kg			2,7641	3,0501
RIEGO					
Energía eléctrica	kw·h/kg			0,0215	0,0237
LABORES					
Diésel		29,0502	30,511	12,3615	12,9466
FITOSANITARIOS					
Azufre	g/kg	7,7563	21,5690	4,2813	8,3353
Penconazol	g/kg	0,0085		0,0049	
Carbonato de H de K	g/kg				0,3412
Bacillus	g/kg	0,0216		0,0131	
Herbicida	g/kg			0,9700	
FERTILIZANTES					
Nitrato de magnesio	gN/kg			2,5842	
Nitrato de potasio	gN/kg	2,8500		2,6922	
Nitrato amónico	gN/kg	2,2800		1,1331	
Ácido fosfórico	g/kg			3,4500	
Quelato de hierro	g/kg	0,4571	0,4923	0,6250	0,6897
Ácidos húmicos más fúlvicos	g/kg	0,9143		1,2500	1,3793
Estiércol	kg/kg		0,3077		
Abono orgánico	kg/kg		0,0338		0,1021

PE AD: polietileno de alta densidad. PE BD: polietileno de baja densidad. PVC: cloruro de polivinilo.







CALIDAD Y DIFERENCIACIÓN COMO CLAVES
DE LA COMPETITIVIDAD VITIVINÍCOLA



GOQVALITAS

**CALIDAD Y DIFERENCIACIÓN COMO CLAVES
DE LA COMPETITIVIDAD VITIVINÍCOLA**

SOCIOS



EQUIPO REDACTOR



Instituto Mixto de Investigación y
Desarrollo Agrario y Alimentario

EQUIPO DE BIOECONOMÍA