



**EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL
DE LA CADENA VITIVINÍCOLA DESTINADA A V.C.P.R.D.
EN LA REGIÓN DE MURCIA**

AUTORES

Dr. D. José García García
Dr. D. Benjamín García García

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



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural

***"Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural:
Europa invierte en las zonas rurales"***

EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL
DE LA CADENA VITIVINÍCOLA DESTINADA A V.C.P.R.D.
EN LA REGIÓN DE MURCIA



GO VINECOCIR

AUTORES

Dr. D. José García García
Dr. D. Benjamín García García

EDITA

Grupo Operativo VINECOCIR

DISEÑO Y MAQUETACIÓN: M3 COMUNICACIÓN

FECHA: 01 de octubre 2021

ISBN: 978-84-09-34152-8

DEPÓSITO LEGAL: MU 898-2021

ÍNDICE

1 / INTRODUCCIÓN

2 / METODOLOGÍA

- 2.1. Alternativas u opciones productivas evaluadas.
- 2.2. Descripción de obras, instalaciones, equipamiento. Inversión inicial.
- 2.3. Descripción del proceso productivo en bodega.
- 2.4. Análisis de la potencia instalada y de la energía consumida.

3 / EVALUACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LAS OPCIONES PRODUCTIVAS.

- 3.1. Análisis de la potencia instalada y el consumo de energía
- 3.2. Análisis de costes.
 - 3.2.1. Capacidad productiva anual.
 - 3.2.2. Amortizaciones asociadas a la inversión.
 - 3.2.3. Datos técnicos y económicos y estructura de costes.
 - 3.2.4. Interpretación de resultados.
- 3.3. Análisis del ciclo de vida.
 - 3.3.1. Objetivo y alcance.
 - 3.3.2. Análisis de inventario.
 - 3.3.3. Análisis de impacto.
 - 3.3.4. Interpretación de los resultados
 - 3.3.4.1. Potencial calentamiento global (CML-IA) y puntuación única (ReCiPe).
 - 3.3.4.2. Análisis de sensibilidad
 - 3.3.4.2.1. El peso de la botella.
 - 3.3.4.2.2. Origen de la uva y gestión de residuos.
- 3.4. Discusión general

4 / ALGUNAS OPCIONES DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESO

5 / BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Anexo I. Inversión

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



01

INTRODUCCIÓN

Esta publicación está dirigida a viticultores, técnicos, bodegueros y a todas las personas implicadas en la cadena vitivinícola regional. Pretendemos establecer la caracterización de los sistemas productivos presentes en la Región para la producción de uvas y vinos amparados en Denominaciones de Origen (Bullas, Jumilla y Yecla). Se analiza toda la cadena vitivinícola, es decir, tanto la fase de cultivo como la fase de elaboración de vinos en bodega. Los sistemas analizados siempre están bajo criterios productivos de cultivo y elaboración sostenible y, representan tanto a viñas de secano en vaso como a viñas de regadío en espaldera.

Asimismo, en la fase de bodega desarrollamos las orientaciones destinadas a vino joven, roble y crianza, respectivamente. El desarrollo del trabajo que ha desembocado en esta publicación está vinculado al Grupo Operativo Vinecocir, que se constituyó el año 2018 y comenzó su actividad en 2019, a través del proyecto **ECONOMÍA CIRCULAR EN LA VITICULTURA Y ENOLOGÍA MURCIANAS: UN ENFOQUE DE MARKETING TERRITORIAL Y AMBIENTAL (VINECOCIR)**; 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.

En la memoria del citado proyecto queda reflejada la inquietud y objetivos que persigue el grupo operativo:

“El establecimiento de pautas de producción sostenibles en base a criterios socioeconómicos y ambientales, es una estrategia fundamental hacia la consecución del objetivo de hacer viable y competitiva la actividad vitivinícola. Es necesario establecer sistemas de cultivo y elaboración en bodega que hagan sostenible el cultivo fomentando la calidad de la uva de vinificación e implantando métodos de trabajo con efectos favorables a nivel social, económico y ambiental sobre la población y el medio rural”.

Como se indicaba en la memoria es fundamental la implantación de sistemas de comunicación y traslado al consumidor de las ventajas de estos sistemas productivos y productos de calidad diferenciada.

Esta publicación está dirigida a los diferentes actores de la cadena vitivinícola en el ámbito de este objetivo. Desarrollamos la Fase II de cadena vitivinícola.



En el proceso de elaboración de vino en bodega, así como el posterior embotellado y crianza en bodega se establecen las siguientes tipologías:

- *Producción de vinos jóvenes*
- *Producción de vinos de semicrianza o roble*
- *Producción de vinos de crianza*

La uva destinada a la elaboración procede de sistemas de cultivo característicos regionales descritos en términos socioeconómicos y ambientales por [García García et al. \(2021\)](#). Corresponden a la Fase I de la cadena vitivinícola y son los siguientes:

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

02

METODOLOGÍA

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

- **TAREA 1.** Descripción de los sistemas productivos existentes de producción de uva y de vino, en relación a la producción cualitativa y cuantitativa de residuos y/o coproductos. Revisión de normas condicionantes. Análisis de proyectos europeos y nacionales.
- **TAREA 2.** Descripción de los sistemas productivos de cultivo de uva y transformación para vinificación, incluyendo su generación de residuos y/o elaboración de coproductos, a partir de encuestas directas a viticultores y bodegas en las diferentes categorías productivas establecidas en la Tarea 1. Selección de viticultores y bodegas en función de su representatividad y profesionalidad.
- **TAREA 3.** Evaluación de los sistemas productivos actuales y de las alternativas de tratamiento de residuos y/o elaboración de coproductos. Evaluación de la eficiencia en el uso de agua y energía a través de metodologías de análisis económico financiero y análisis del ciclo de vida.
- **TAREA 4.** Análisis comparativo de los sistemas productivos existentes y de las alternativas planteadas en base a los resultados de la Tarea 3, y selección de aquellas que mejor se adecuen al concepto de economía circular, así como propuestas de futuro que conduzcan al “residuo cero.”
- **TAREA 5.** Difusión de los resultados del proyecto y elaboración de comunicaciones técnicas y científico-técnicas: se participará en las actividades de difusión organizadas por el Grupo Operativo, y se elaborarán los resultados para la redacción de artículos de divulgación.

Las fuentes de información han sido varias, por un lado se realiza una revisión bibliográfica de publicaciones técnicas y científicas sobre la cadena vitivinícola nacional y, especialmente, sobre trabajos centrados en la viticultura y enología vinculada al 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.

Los socios de Vinecocir son tres bodegas que cuentan con viñedos propios y que, por tanto, conocen toda la cadena productiva (cultivo y bodega). Estas empresas son *ESENCIA WINE CELLARS (JUMILLA)*, *BODEGAS DEL ROSARIO (BULLAS)*, *BODEGAS CASTAÑO (YECLA)*.

Los constituyentes del G.O. aseguran requisitos de representatividad. Así, la participación como socios de bodegas de las tres Denominaciones de Origen regionales, que tienen cultivo en secano y regadío, tanto en cultivo convencional como ecológico confirma la representatividad a nivel territorial. La representatividad ambiental está ligada a la anterior por la diversidad de territorio implicado. La representatividad social queda asegurada por la participación de bodegas con una base territorial y social extensa que se nutren del suministro de uvas de múltiples viticultores, de muy diferentes orígenes y sistemas productivos (secano, regadío, riegos de apoyo, ecológico, etc.); en este último aspecto, destaca especialmente el caso de la cooperativa Bodegas del Rosario que cuenta en la actualidad con unos 220 socios viticultores que suponen más del 50% del territorio de la D.O. Bullas.

Se realizaron encuestas personales "in situ", a técnicos de las entidades socias del proyecto (Esencia Wine Cellars, Bodegas del Rosario, Bodegas Castaño) implicados en la fase de cultivo como en la de bodega. Utilizamos información técnica extraída de más de 30 encuestas ya realizadas en trabajos anteriores por el equipo de Bioeconomía del IMIDA ([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 en estos trabajos 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 e internacional.

Sobre todas las alternativas 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 ([García García, 2019](#); [Romero Azorín y García García, 2020](#)). Seguimos una metodología en consonancia con los denominados Costes del Ciclo de Vida (CCV) ([Strano et al., 2013](#); [Falcone et al., 2016](#); [Zhang y Rosentrater, 2019](#)).

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.

2.1. ALTERNATIVAS U OPCIONES PRODUCTIVAS EVALUADAS.

Como hemos indicado en la introducción, los sistemas y alternativas productivas evaluadas están subdivididas y ordenadas en Fase I de cultivo y posterior Fase II de elaboración-crianza en bodega. La descripción detallada de los procesos de producción en la fase de cultivo (Fase I) a nivel regional queda descrita por **García García et al. (2021)**. A partir de esta publicación obtenemos la estructura productiva y de costes, así como los datos correspondientes al inventario del análisis de ciclo de vida. En relación a la fase de bodega (Fase II) las opciones son:

- ***Producción de vinos jóvenes***
- ***Producción de vinos de semicrianza o roble***
- ***Producción de vinos de crianza***

El método seguido para realizar el análisis socioeconómico y ambiental en bodega ha consistido en establecer una bodega modelo representativa. En este sentido, se dimensiona y establece un proceso de producción en el rango de capacidad productiva de las bodegas socias del grupo operativo. Además y en consonancia con la Fase I, las tres bodegas elaboran vinos principalmente de uva Monastrell en las tipologías ya indicadas (joven, roble y crianza).

No se pretende realizar un análisis de una bodega específica sino una evaluación de un proceso general que si represente a bodegas de nuestro ámbito territorial. Así pues, ha sido fundamental utilizar la información de proceso de las bodegas del grupo operativo y, finalmente, contrastar los resultados con las mismas.

2.2. DESCRIPCIÓN DE OBRAS, INSTALACIONES, EQUIPAMIENTO. INVERSIÓN INICIAL

Para el dimensionado y cálculo de la inversión inicial se han consultado diversos trabajos que dimensionan bodegas con el correspondiente equipamiento, asimismo describen el proceso de elaboración del vino (**Figuroa Villota, 2004; Fenés Grasa, 2013; Gil Urabain, 2016; Rodríguez-Taberner Vidal, 2018; García Camacho, 2019**). Algunos otros trabajos se han utilizado en dimensionado específico de instalaciones (**Rego García, 2008; Pérez Guerra, 2009; Sagastagoitia Belinchón, 2016**). También se ha utilizado documentación comercial de equipamiento, maquinaria e insumos de proceso destinados a bodega (**Agrovin, Coviman, Invia, Isolcell, Juvasa, Magusa, Marzola,**

Polsinelli Enología, Toshiba; apartado 5).

Por su extensión incluimos una descripción detallada de la inversión inicial en el Anexo I, estructurada en los capítulos de obra civil, instalaciones, equipamiento y maquinaria (de proceso, de crianza y auxiliar), tramitaciones y legalización.

2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO EN BODEGA

Describimos a continuación las etapas de la fase productiva en bodega. El equipamiento que interviene en cada etapa queda descrito en detalle en Anexo I (Inversión):

Recepción-control-entrada en bodega.

Una vez llega la uva a bodega se recepciona y se realiza un control de calidad de la misma, pasando a proceso a través de tolvas con alimentador hacia el despalillado-estrujado. Se dimensiona la bodega tipo con 2 tolvas de 20.000 kg/h de capacidad cada una.

Despalillado-Estrujado.

Dos equipos independientes con rendimiento medio de 18.000 kg/h alimentados desde tolvas de recepción. A la salida de esta etapa se retira a contenedor los raspones mediante trituradora y cinta transportadora. Consideramos un balance de 6% en masa de retirada, es decir, masa resultante de la etapa 94% de la masa inicial de entrada.

Trasiego a tanques.

Trasiego de pasta hacia tanques para refrigeración (maceración en frío) con rendimiento neto medio de 8.000 kg/h y bomba.

Maceración en frío.

En los tanques consideramos 2 días de maceración en frío con entrada de uva a 28°C y salida 16°C.

Fermentación alcohólica.

Fermentación controlada a 22-24°C durante 7-8 días. Consideramos trabajar en tres lotes de fermentación y, por tanto, dimensionamos el número de tanques en tres fermentaciones separadas. Los depósitos, que quedan descritos en Anexo I, son de 70.000 y 50.000 litros de capacidad bruta. Dimensionamos con capacidad útil de 85% y establecemos la posibilidad de solapar dos lotes de fermentación.

Remontados.

Establecemos seis remontados/día en fermentación alcohólica con una duración media de 20 minutos y caudal máximo 30.000 litros/hora.

Descube-prensado.

Descubes con presión positiva y apoyo con bombas de trasiego para alimentación de prensa con rendimiento medio 14.000 kg/h. Prensado con capacidad de carga de 20.000 kg y tiempo total de trabajo de 2,75 horas.

Llenado de tanques a fermentación maloláctica.

Mediante bombas de trasiego con rendimiento medio neto de 18.000 litros/h en fase líquida. Retirada de orujos (21% sobre entrada inicial bruta) con rendimiento medio neto de 8.000 kg/h.

Fermentación maloláctica.

Se deriva a tanques con similares criterios que los lotes de fermentación alcohólica pero con condiciones controladas para fermentación maloláctica. Consideramos intercambio de calor a través de agua de camisas hasta temperatura media 23°C, durante unos cinco días. Para el dimensionado, establecemos el balance 100 kg de entrada uva bruta derivan a 70 litros en maloláctica.

Clarificación-estabilización.

Se burbujea con nitrógeno y se añade proteína de guisante para clarificado. En esta etapa se eliminan fangos y lías en un balance de 3% sobre entrada bruta de uva. Se realiza trasiego mediante bombas a tanques de estabilización-conservación o a barricas, en caso de crianza (vinos roble o crianzas); se realiza un paso por filtrado de placas a presión con rendimiento medio 5.000 litros/hora. El rendimiento neto medio en trasiegos de líquido filtrado es 18.000 litros/hora.

Microfiltración-estabilización tartárica.

Justo antes del embotellado en todos los vinos aplicamos filtración tangencial, posterior microfiltración con cartuchos plásticos de 0,45 micras. La eliminación de tartratos y estabilización de color se realiza con poliaspartato de potasio o con CMC (Carboximetilcelulosa).

Embotellado-taponado.

Incluye bombeo de alimentación desde depósito pulmón regulador. Embotellado con equipo cuatribloc (lavado, esterilizado, llenado, taponado) con rendimiento medio 2.000 botellas/hora en proceso programable. Consideramos la utilización de agua caliente en etapa de embotellado mediante caldera ACS con quemador de gasóleo.

Etiquetado.

Etiquetadora con rendimiento medio 3.000 botellas/hora, incluyendo formador y transportador de cajas.

Transporte interior-embalado-expedición.

Se dimensionan equipo de transporte y expedición descritos en Anexo I (carretilla elevadora y transpaletas eléctricas).

Las etapas descritas con anterioridad son comunes a cualquier tipología de vino elaborado en la bodega. A continuación se describen etapas específicas de la fase de crianza destinada a vinos roble o vinos crianza.

• Crianza en barricas.

Se derivan caldos a barricas de roble tras la clarificación y estabilización, justo después del filtrado de placas. Se dimensiona la bodega con barricas de capacidad 225 litros (220 litros útiles). El vino roble representa un 40% y el vino crianza un 20%, respectivamente. La estancia en barrica es de 4-6 meses en vino roble y de 9-12 meses en vinos de crianza. Se apilan barricas en cuatro alturas. Las barricas se establecen con una proporción de 50% para roble americano y francés.

• Crianza en botellas.

Se usan jaulones para crianza en botella y los correspondientes volteadores, así como durmientes de 2 barricas.



2.4. ANÁLISIS DE LA POTENCIA INSTALADA Y DE LA ENERGÍA CONSUMIDA

En este apartado realizamos un análisis de la eficiencia energética en bodegas tipo, a partir de la potencia instalada y de la energía consumida, mediante la aplicación de varios indicadores.

Se han seguido pautas metodológicas para la descripción de procesos y equipamiento de dos trabajos sobre eficiencia energética en bodegas. El Proyecto Tesla (*Transferring Energy save laid on agroindustry*) es un proyecto europeo sobre ahorro y eficiencia energética en industrias agroalimentarias (UPM, 2014). Del mismo modo hemos revisado y utilizado información del Proyecto CO2OP (Ahorrando energía en la producción de alimentos cooperativos), proyecto que fue financiado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y por la Fundación Biodiversidad (Cooperativas Agroalimentarias, 2011).

Hemos utilizado la estructura de procesos del análisis Tesla por estar más desagregado en relación a etapas del proceso de elaboración de vinos y, por tanto, estar más detallado y tener más utilidad para el análisis.

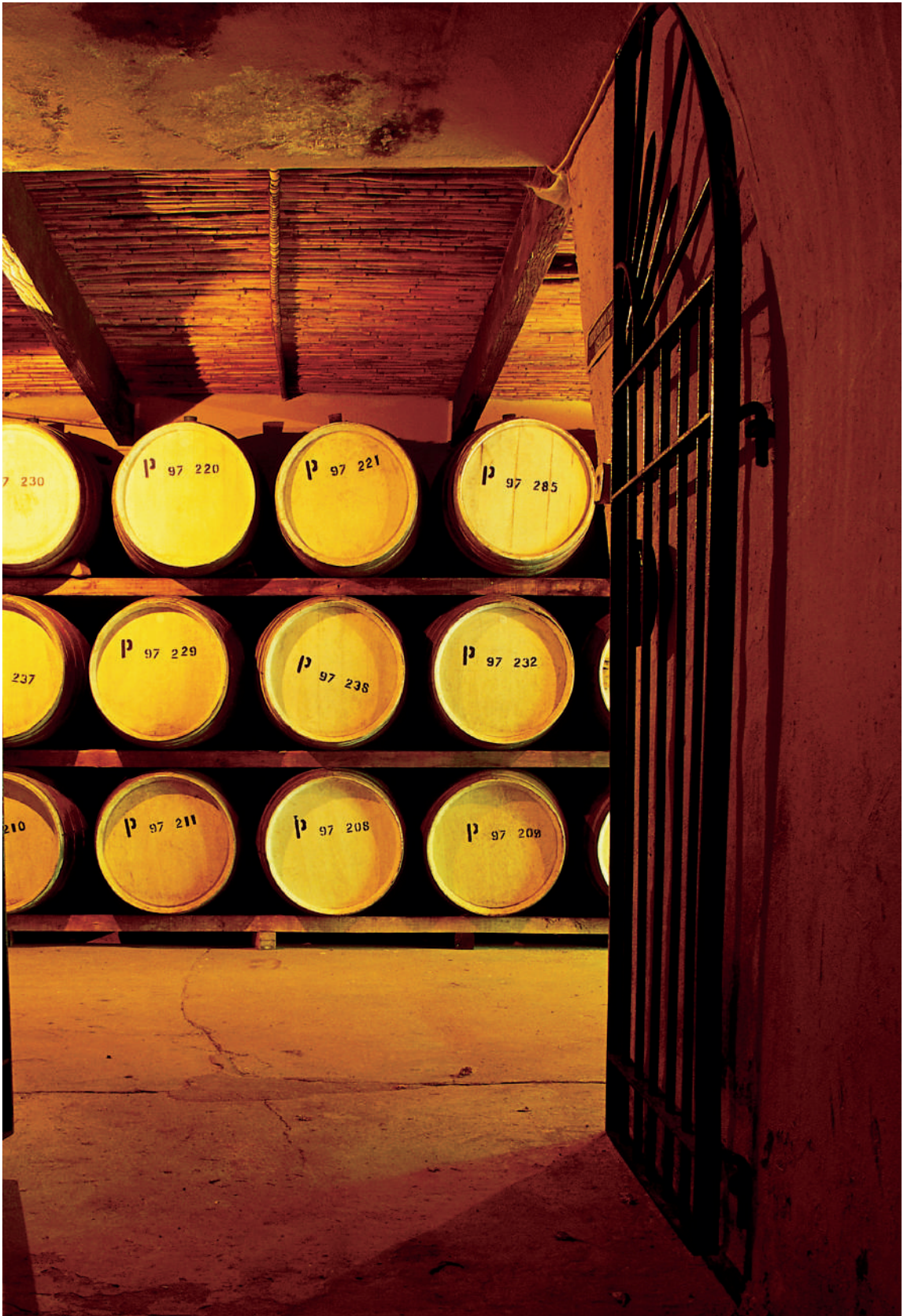
En cualquier caso, también se ha contrastado la información con el proyecto CO2OP. En el caso de Tesla el análisis se establece para una capacidad productiva media de 30.000 hectólitros por campaña y en el CO2OP se realiza sobre una capacidad media de 47.794 hectólitros. Son en ambos casos, análisis realizados a nivel nacional y europeo y han utilizado datos de bodegas de tamaño medio-grande. En nuestro caso, analizamos un tamaño de bodega medio-bajo más representativo de nuestro territorio.

La Tabla 1 nos indica las etapas en que hemos desagregado el proceso productivo y, consecuentemente, el equipamiento de cada una de ellas.

Tabla 1. Etapas del proceso de elaboración en bodega

Etapa	Vinecocir (2021)
Recepción-despalillado-estrujado	Tolva-tornillo-despalillado-estrujado-trasiego1-salida raspón-N2
Fermentación alcohólica	Refrigeración-maceración-fermentación-remontados
Prensado-maloláctica	Descube-prensado-trasiego2-retirada orujos-maloláctica
Estabilización	Trasiego3-clarificación-microfiltrado
Embotellado-almacenado-expedición	Trasiego4-embotelladora-tapon-etiqueta-lavado-embalado-transporte
Iluminación-otros usos	Alumbrado-otros usos
Auxiliares (aire, recirculado agua,...)	Aire acondicionado-recirculado agua-otros trasiegos

Vinecocir (2021) analiza una dimensión media de 13.790 hectólitros/bodega



03

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL
DE LAS OPCIONES PRODUCTIVAS

3.1. ANÁLISIS DE LA POTENCIA INSTALADA Y EL CONSUMO DE ENERGÍA

En la Tabla 2 mostramos la potencia instalada y el porcentaje que ésta representa sobre cada etapa del proceso. De esta forma podemos verificar y contrastar diferencias entre resultados de etapas en el análisis Tesla y en el que nos ocupa referente a bodegas regionales (Vinecocir).

Tabla 2. Potencia instalada en cada etapa del proceso de elaboración en bodega.

Etapa	Tesla UE (2014) Kw	Tesla % s/P	Vinecocir (2021) Kw	Vinecocir % s/P
Recepción-despalillado-estrujado	121	15	61,3	14
Fermentación alcohólica	276	35	166,8	38
Prensado-maloláctica	76	10	30,8	7
Estabilización	91	11	12,0	3
Embotellado-almacenado-expedición	102	13	50,1	12
Iluminación-otros usos	10	1	11,2	3
Auxiliares (aire, recirculado agua,...)	124	16	103,6	24
Total Potencia instalada	800	100	435,9	100
Índice Kw/hl (potencia)	0,027		0,032	

Tesla UE (2014) analiza una dimensión media de 30.000 hectólitros/bodega
Vinecocir (2021) analiza una dimensión media de 13.790 hectólitros/bodega
% s/P es el tanto por ciento de potencia sobre la potencia total

Comprobamos que existen pocas diferencias en términos relativos, es decir, la potencia instalada en cada etapa sobre la total (porcentaje) es similar en ambos análisis. La mayor diferencia se encuentra en la etapa de estabilización, que en el análisis Tesla es muy superior (un 11% frente a un 3% en Vinecocir). Esto se debe fundamentalmente a que Tesla extrajo información de bodegas con sistemas de estabilización por frío. Actualmente estos sistemas están en desuso por el consumo y potencia instalada requerida. Como vimos en la descripción del proceso se acude a sistemas de filtración tangencial, microfiltración con cartuchos plásticos 0,45 micras, eliminación de tartratos y estabilización de color con poliaspartato de potasio o con CMC (Carboximetilcelulosa). Estos sistemas suponen un ahorro muy importante en energía y en coste fijo por potencia instalada, además de ser métodos continuos más operativos a nivel de proceso. La diferencia entre Tesla y Vinecocir respecto a iluminación-otros usos (bases de enchufes mono y trifásicos) se debe al tamaño de bodega. Existe una economía

de escala muy relevante en bodegas y en otras industrias agroalimentarias, en relación a la iluminación de salas de trabajo y en la repercusión relativa de oficinas y zonas auxiliares. Como vemos en Tabla 2, la capacidad Vinecocir es menos de la mitad de la capacidad media del análisis Tesla (13.790 frente a 30.000 hectolitros). En el resto de etapas, que son las de mayores requerimientos en potencia, las diferencias son muy poco significativas; así por ejemplo, si consideramos conjuntamente la fermentación alcohólica y maloláctica (las más importantes), en ambos casos ascienden al 45% de la potencia instalada. Otro ejemplo es Recepción-despalillado-estrujado, con 15% y 14%, respectivamente (Tabla 2).

La diferencia en el capítulo Auxiliares se debe a que existe también una economía de escala muy relevante en equipos comunes de climatización, recirculación de agua y, a la existencia o no de caldera de gasóleo para agua caliente. Los equipos comunes responden a esta economía de escala de modo similar a lo indicado a Iluminación-otros usos, pero con menor intensidad. La existencia de diferencias relevantes (no es este caso) en la etapa Embotellado-almacenado-expedición pueden deberse a la orientación productiva de la bodega hacia vinos a granel o embotellados, respectivamente. El indicador potencia instalada/capacidad productiva (Kilovatios/hectolitros) es útil para comprobar un buen dimensionado del equipamiento de la bodega. En el análisis Tesla es 0,027 mientras que en nuestro caso asciende hasta 0,032 Kw/hl. Una vez más verificamos la existencia de una clara economía de escala en el equipamiento en función de la capacidad productiva. A mayor capacidad de producción este indicador de repercusión de potencia requerida es menor. Considerando la importante diferencia de capacidad (30.000 frente a 13.790 hl, es decir, 218%) y la diferencia en el indicador (18%) se puede afirmar que la bodega tipo dimensionada responde en gran medida a la realidad y a un buen dimensionado. De un modo similar, en la Tabla 3 mostramos el consumo energético y el porcentaje que éste representa sobre cada etapa del proceso.

Tabla 3. Consumo de energía en cada etapa del proceso de elaboración en bodega

Etapa	Tesla UE (2014) Kw-h/hl	Tesla % s/C	Vinecocir (2021) Kw-h/hl	Vinecocir % s/C
Recepción-despalillado-estrujado	0,55	5	0,39	3
Fermentación alcohólica	5,0	45	5,43	44
Prensado-maloláctica	0,75	7	1,29	10
Estabilización	0,9	8	0,08	1
Embotellado-almacenado-expedición	1,95	18	2,82	23
Iluminación-otros usos	0,75	7	1,09	9
Auxiliares (aire, recirculado agua,...)	1,1	10	1,36	11
Índice Kw-h/hl (energía)	11,0		12,46	

*Tesla UE (2014) analiza una dimensión media de 30.000 hectólitros/bodega
Vinecocir (2021) analiza una dimensión media de 13.790 hectólitros/bodega
% s/C es el tanto por ciento de consumo sobre el consumo total*

De nuevo podemos comprobar una clara similitud en consumo de energía por etapas entre ambos análisis. Destacamos en primer lugar la importancia relativa de las etapas de fermentación. Agregando ambas fermentaciones los resultados Tesla-Vinecocir son de muy parecida magnitud, en concreto suponen un 52% y un 54%, respectivamente. Le sigue en importancia la etapa Embotellado-almacenado-expedición con un 18% y 23% (Tabla 3). La pequeña diferencia puede deberse a la repercusión relativa de la etapa de estabilización. Como ya dijimos para potencia instalada, los actuales sistemas de estabilización sin frío permiten un ahorro muy significativo de energía y, por tanto, en términos relativos elevan la participación de las otras etapas. Por este motivo los valores relativos Vinecocir son algo superiores.

La etapa de Recepción-despalillado-estrujado requiere un porcentaje importante de la potencia instalada, mientras que en requerimientos energéticos es mucho menos exigente (14% de la potencia y sólo el 3% del consumo) (Tablas 2 y 3). Esto se debe a que es una fase muy intensa de entrada en bodega pero con poco tiempo de uso del equipamiento. Por el contrario, las fermentaciones agregadas (incluyendo prensado) suponen un 45% de la potencia instalada y en términos de consumo ascienden hasta el 52-54%. Es una etapa con requerimientos temporales más continuos en el proceso. De modo similar la etapa de Embotellado-almacenado-expedición es más exigente en consumo energético que en potencia instalada (12% y 23%, respectivamente). La mayor diferencia se encuentra al igual que en potencia en la etapa de estabilización, que en el análisis Tesla es muy superior (un 8% frente a un 1% en Vinecocir). Como dijimos, Tesla extrajo información de bodegas con sistemas de estabilización por frío y, en la actualidad, estos sistemas están en desuso por el consumo y potencia instalada requerida.

Se confirma que los sistemas alternativos suponen un ahorro muy importante en energía. El indicador energía consumida/capacidad productiva (Kilovatios-hora/hectolitros) también es útil para comprobar un buen dimensionado del equipamiento de la bodega. En el análisis Tesla es de 11,0 Kw-h/hl mientras que en nuestro caso asciende hasta 12,46 Kw-h/hl (Tabla 3). Verificamos la existencia de una economía de escala en el consumo en función de la capacidad productiva. A mayor capacidad de producción este indicador de repercusión de energía es menor.

Pero esta escala es de menor cuantía relativa que en el caso de potencia instalada, y es lógico, ya que el consumo está relacionado de un modo más directo con los caudales tratados (el factor fijo es de menor relevancia). Considerando la importante diferencia de capacidad (30.000 frente a 13.790 hl, es decir, 218%) y la diferencia en el indicador (13%) se puede afirmar que la bodega tipo dimensionada responde en gran medida a la realidad y a un buen dimensionado.

Por último, adjuntamos también los resultados del análisis del proyecto CO2OP en la Tabla 4. Los resultados no están desagregados del mismo modo y, por este motivo, no hemos comparado con detalle. Además, en este proyecto el análisis está basado en bodegas grandes, en particular con una capacidad media de 47.794 hectolitros por campaña. En cualquier caso, los indicadores usados si son de utilidad. En este sentido, en análisis de este proyecto da como resultado un indicador medio de potencia instalada/capacidad productiva (Kilovatios/hectolitros) de 0,033, es decir, muy similar al análisis Tesla (0,032). Por su parte, el indicador energía consumida/capacidad productiva (Kilovatios-hora/hectolitros) es de 11,12 Kw-h/hl, también similar al valor del análisis Tesla (11,0). Estos valores están en consonancia con lo que hemos indicado en relación a las pequeñas diferencias debidas a la escala o capacidad productiva (Tabla 4).

Tabla 4. Potencia instalada y consumo de energía en etapas según proyecto CO2OP

Etapa	CO2OP (2011) Kw	CO2OP % s/P	CO2OP (2011) Kw-h	CO2OP % s/C
Recepción-prensado	235,9	15	58.915	12
Fermentación	537,2	34	220.743	45
Trasiegos-mezclas-filtrado	147,8	9	39.243	8
Actividades auxiliares	376,6	24	49.054	10
Iluminación-otros usos	18,0	1	34.287	7
Embotellado-almacenado-expedición	242,6	16	88.297	18
Índice Kw/hl (potencia)	0,033			
Índice Kw-h/hl (energía)	11,12			

Cooperativas agroalimentarias (2011) analiza una dimensión media de 47.794 hectólitros/bodega

Vinecócir (2021) analiza una dimensión media de 13.790 hectólitros/bodega

% s/P es el tanto por ciento de potencia sobre la potencia total

% s/C es el tanto por ciento de consumo sobre el consumo total

3.2. ANÁLISIS DE COSTES

En este apartado exponemos los costes de producción asociados a las tipologías de vino analizadas. Mostramos también el producto bruto medio y, por tanto, calculamos coste unitario por botella y tipología de vino. Siempre consideramos sistemas dirigidos 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 de modo general para la bodega, y de modo particular, para cada tipología de vino en función

del supuesto de bodega tipo establecida para el análisis (amortizaciones, insumos, uva para elaboración, energía, botellas, etc.). Seguimos una metodología del tipo Costes del Ciclo de Vida (CCV) (Strano et al., 2013; Falcone et al., 2016; Zhang y Rosentrater, 2019):

3.2.1. Capacidad productiva anual

En primer lugar se establece una capacidad productiva anual y un porcentaje de vinos producidos según tipología. El modelo de bodega produce vinos tintos de uva Monastrell, todos ellos embotellados y amparados en DOP regionales. Los datos de partida para establecer la bodega modelo son los que se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5. Información y datos de base de dimensionado de la bodega modelo

Capacidad entrada total de uva (kg/año)	2.000.000
Capacidad entrada diaria máxima (kg/día)	125.000
Producción bruta (litros)	1.379.000
Producción bruta (botellas)	1.838.667
Botellas vino joven (%)	40
Botellas vino roble (%)	40
Botellas vino crianza (%)	20
Estancia en barrica vino roble (meses)	4-6
Estancia en barrica vino crianza (meses)	9-12
Inversión inicial (€)	5.333.167

3.2.2. Amortizaciones asociadas a la inversión

A continuación, en la Tabla 6, se detallan las amortizaciones asociadas a la inversión (Anexo I), que han sido calculadas mediante la aplicación del método de cuotas constantes. El coste final de cada concepto expresado en € incluye el coste de oportunidad. Es decir, se tiene en cuenta el uso alternativo del dinero en cuentas bancarias de ahorro sin riesgo. Para el cálculo de dicho coste de oportunidad, se utiliza un interés del 1,5%, que se establece mediante la media de la Deuda Pública de los últimos 10 años menos la media de la inflación en ese periodo.

En el dimensionado de la bodega se separan obra, instalaciones y equipamiento destinado al proceso general de elaboración del destinado de modo específico a proceso de crianza (elaboración de vino roble y crianza).

De esta forma podremos repercutir de modo desagregado los costes de amortización a cada tipología de vino elaborado en la bodega modelo. Esta separación queda reflejada en la Tabla 6, tanto a nivel de inversión como de coste anual de amortización (incluyendo coste de oportunidad).

Tabla 6. Resumen de la inversión y cálculo de costes anuales de amortización desagregados

General	Valor	Vida útil	Residual	Amortización	Total (€)
Capítulo 1. Obra civil	956.665	30	191.333	25.511	25.894
Capítulo 2. Instalaciones	214.045	30	-	7.135	7.242
Capítulo 3. Maquinaria de proceso-equipamiento	1.801.406	15	180.141	108.084	109.706
Capítulo 4. Proyecto, dirección obra, licencias	229.658	30	-	7.655	7.770
	3.201.774				150.611
Crianza	Valor	Vida útil	Residual	Amortización	Total (€)
Capítulo 1. Obra civil	278.060	30	55.612	7.415	7.526
Capítulo 2. Instalaciones	62.213	30	0	2.074	2.105
Capítulo 5. Barricas	1.560.815	5	234.122	265.339	269.319
Capítulo 5. Equipamiento auxiliar de Crianza	230.305	15	0	15.354	15.584
	2.131.393				294.534
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	5.333.167				

3.2.3. Datos técnicos y económicos y estructura de costes

En la Tabla 7 mostramos los datos técnicos y económicos fundamentales, característicos del proceso de bodega, en los que se basa la valoración posterior para establecer la estructura de costes. Desarrollamos una estructura básica de costes sobre la que posteriormente realizaremos un análisis de sensibilidad con variables importantes, tales como el coste de la uva o el tipo de botella. Así por ejemplo, aplicaremos los diferentes costes de uva según orientación secano-regadío y convencional-ecológico características de la Región de Murcia. Todos los insumos consumidos en bodega (sulfuroso, agua, metabisulfito, levaduras, tapones, botellas, etc.) quedan detallados en el inventario del análisis del ciclo de vida (Anexo II).

Tabla 7. Información y datos de base para desarrollar la estructura de costes.

Coste unitario uva (€/kg)	0,43
Personal en bodega (nº trabajadores)	11,5
Peso botella estándar (gramos/ud)	420
Coste de mantenimiento (%)	1,0
Coste de seguros + impuestos fijos (%)	1,0

El coste unitario de la uva varía según orientación productiva de 0,43-0,48 (García García et al., 2021)

Personal: Director-gerente (1), Enólogo (1), Encargado (1), operarios (5,5), Administrativo (1), Auxiliar (2)

Botella estándar bordelesa de 420 gramos

Mantenimiento anual es un 1% sobre Obra, instalaciones y maquinaria

Coste de seguros e impuestos fijos es un 1% sobre Obra, instalaciones y maquinaria

A continuación mostramos la estructura de costes anuales, tanto del inmovilizado como del circulante (Tabla 8). El coste relativo (%) nos indica la relevancia de cada coste en relación al coste total.

Tabla 8. Costes anuales de bodega tipo de capacidad 2.000.000 kg de uva

Costes del inmovilizado	445.145	13,63%
Obra civil-urbanización	33.420	1,02%
Instalaciones, informática y mobiliario	9.347	0,29%
Maquinaria de proceso-equipamiento auxiliar	109.706	3,36%
Equipamiento de crianza	284.903	8,72%
Proyecto, dirección obra, licencias, legalización	7.770	0,24%
Costes del circulante	2.821.726	86,37%
Uva de vinificación	881.020	26,97%
Personal	343.765	10,52%
Energía eléctrica	32.228	0,99%
Gasóleo	2.877	0,09%
Agua	5.158	0,16%
Insumos (sulfuroso, levaduras, clarificantes,...)	21.070	0,64%
Botellas	738.920	22,62%
Envasado/expedición (tapones, etiquetas, cajas,...)	672.607	20,59%
Pagos a C.R.	56.840	1,74%
Mantenimiento instalaciones, equipos y maquinaria	33.621	1,03%
Seguros e impuestos fijos	33.621	1,03%
Coste total (€)	3.266.871	100,00%
Coste unitario medio (€/botella)	1,75	
Coste vino joven (€/botella)	1,59	
Coste vino roble (€/botella)	1,79	
Coste vino crianza (€/botella)	1,99	

3.2.4. Interpretación de resultados

En primer lugar, la estructura de costes de la bodega nos muestra una relación coste de inmovilizado frente a circulante de 13,6 y 86,4%, respectivamente (Tabla 8). Como en otras industrias agroalimentarias, la inversión es elevada (asciende a 5.333.167 euros) pero en términos relativos no alcanza el 14% del coste total. Es un valor intermedio entre el inmovilizado de la fase de cultivo en seco que supone un 10% del coste total y el 21% del cultivo en regadío (García García *et al.*, 2021). Si lo expresamos de modo relativo la bodega necesita una inversión media de 2.667 € por tonelada de uva tinta de capacidad productiva. Una hectárea de seco con producción media de 3.500 kg/año conlleva una inversión de 3.982 € en fase de cultivo y de 9.334 € en la fase de bodega. Esta cifra nos da una idea del impor-



tante movimiento económico que suponen las inversiones en bodegas sobre el territorio.

En la Tabla 6 se desglosa el inmovilizado en costes de proceso general y de crianza en particular, y podemos comprobar que la crianza de vinos supone un 66% del inmovilizado total. Además, mayoritariamente es debido a la amortización de barricas, ya que sólo el coste de barricas asciende al 61% del inmovilizado.

En el inmovilizado agregado destaca la partida de maquinaria y equipamiento (maquinaria de proceso + equipamiento de crianza) que alcanza el 12% del coste total (89% del inmovilizado). La obra civil e instalaciones, así como los trámites y legalizaciones vinculadas a la actividad sólo suponen un 1,55% del coste total; qué duda cabe que la mayor vida útil de estos elementos (30 años) en relación a maquinaria-equipamiento (15 años) hacen que su coste sea bajo (Tabla 6).

El mayor coste en el circulante anual es el coste de la uva, que alcanza el 27% del coste total. Pero lo más destacable es el coste de lo relacionado con el envasado y expedición, es decir, la suma de botellas más tapones, etiquetas, cápsulas y cajas de expedición, todo el material que contiene al vino, representa casi el 44% del coste de producción. Sólo el coste de botellas, considerando una botella bordelesa sencilla de 420 gramos, representa un coste relativo de 22,62% (Tabla 8).

El coste energético es poco relevante en términos económicos, ya que la energía consumida en los procesos de elaboración (eléctrica y gasóleo) sólo es el 1,08% del coste de producción. El proceso de producción de vinos está muy tecnificado (Borregaard *et al.*, 2009; Pérez Guerra, 2009; UPM, 2014). El equipamiento y los procesos de bodega son muy eficientes a nivel productivo en relación a la energía requerida.

Por supuesto, es necesario un buen dimensionado de equipos e instalaciones para producir con un coste ajustado y ahorrar energía. El consumo de agua es otro ejemplo de input ajustado y con poca relevancia en coste (Tabla 8). El coste de personal es del 10,52%, es importante, pero es un coste también muy ajustado sobre el que no queda capacidad de maniobra destinada a abaratar coste del producto.

En términos de coste unitario de producto, en las condiciones de bodega tipo establecidas, vemos que el coste medio de cada botella (750 ml), considerando todos los costes repercutidos a ese producto medio, es de 1,75 €/botella (Tabla 8). Este coste está vinculado al coste de uva de secano en vaso con sistema de producción convencional (García García *et al.*, 2021), con botella sencilla de 420 gramos.

En estas condiciones de hipótesis inicial, el coste unitario de vino joven es 1,59 €/botella, para vino roble 1,79 € y, finalmente, el coste de un vino crianza alcanza prácticamente los 2 euros (1,99 €/botella). Son valores relativamente cercanos, es decir, la capacidad productiva de una bodega conlleva un elevado coste mínimo por botella debido a procesos y costes comunes.

La crianza encarece el producto unitario en un 25%, en el caso más extremo, es decir, en el de un vino crianza respecto a un vino joven. Esta afirmación es veraz en el caso de una igualdad de condiciones de partida, coste de uva, tipo y coste de botella y ornato de la misma. Por este motivo, introducimos variabilidad a determinados costes para ver la repercusión sobre el producto final.

En la Tabla 9 mostramos los costes unitarios de diferentes alternativas vinculadas al coste unitario de la uva según sistema de cultivo, así como de un vino crianza con una botella bordelesa de mayor peso (650 gramos). En el caso, por ejemplo, de un vino crianza producido a partir de uva de secano con cultivo convencional y embotellado con bordelesa de 420 gramos (crianza 1), el coste unitario sería de 1,99 €/botella; si consideramos una uva de regadío en cultivo ecológico y embotellado con bordelesa de 650 gramos el coste unitario se incrementa hasta los 2,25 €/botella (crianza 2). Estas dos alternativas presentan un coste superior para la opción crianza 2 del 13%.

Tabla 9. Coste unitario (€/botella) según sistema de cultivo de la uva y tipo de botella

Sistema cultivo	Producción de uva (kg/ha)	Joven (€/ud)	Roble (€/ud)	Crianza 1 (€/ud)	Crianza 2 (€/ud)
Secano convencional	3.500	1,59	1,79	1,99	2,20
Secano ecológico	3.250	1,60	1,80	2,00	2,21
Regadío convencional	8.000	1,63	1,83	2,03	2,24
Regadío ecológico	7.250	1,64	1,84	2,04	2,25

El coste unitario de la uva varía según orientación productiva de 0,43-0,48 (García García et al., 2021)
Botella estándar bordelesa de 420 gramos (joven, roble, crianza 1) y 650 gramos (crianza 2)

También analizamos el empleo generado en las dos fases de la cadena vitivinícola. En la Tabla 10 calculamos la superficie necesaria de cultivo según sistema productivo (García García et al., 2021) para abastecer la demanda de la bodega tipo establecida. A partir de esta superficie y con el dato de UTA (Unidades de Trabajo Agrario) generadas en cada sistema mostramos los empleos por fase (cultivo + bodega) y totales (tabla 10).

La relación UTAc/UTAb nos indica la proporción empleos generados en cultivo frente a los de bodega. Como vemos, en todos los sistemas, la fase de cultivo genera más del doble de empleos que la bodega. El máximo se consigue en secano ecológico. Son cultivos con una importante componente social, y es de destacar, que los sistemas en secano lo son en una mayor cuantía.

Pero también es relevante que el coste de la UTA media en fase de bodega es el doble (2,05 veces) que la UTA media en cultivo (29.451 €/UTA y 14.352 €/UTA, respectivamente). Por tanto, el empleo en bodega es de mayor calidad, por el carácter técnico especializado de gran parte de los empleados.

Tabla 10. Superficie equivalente, empleo en UTA por fase y relación UTA cultivo-UTA bodega

Sistema cultivo	Superficie (ha)	Empleo cultivo (UTA)	Empleo bodega (UTA)	Empleo total (UTA)	Relación UTAc/UTAb
Secano convencional	571	28,5	11,5	40	2,48
Secano ecológico	615	30,7	11,5	42	2,67
Regadío convencional	250	25,0	11,5	36,5	2,17
Regadío ecológico	276	24,8	11,5	36	2,16

3.3. 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) objetivo y alcance; ii) análisis de inventario del ciclo de vida; iii) análisis de impacto; y iv) interpretación de los resultados.

3.3.1. Objetivo y alcance

El objetivo del presente ACV además de contribuir a la evaluación ambiental de la producción de vino en bodega, es aportar datos para el conocimiento científico de los impactos potenciales debidos a la vitivinicultura en la Región de Murcia. La unidad funcional (UF) a la que se referirán los impactos ambientales es una botella de vino de 0,75 L. El alcance del ACV, por tanto, se centra en la bodega que produce tres tipos de vino: joven, roble y crianza. No obstante, en el análisis de sensibilidad se analiza el sistema completo evaluando la cuatro opciones de producción de viña descritas por [García García et al. \(2021\)](#). La bodega se ha tratado como un subsistema monofuncional que sólo produce vino. Raspón, orujos y lías se han considerado como residuos que se utilizan para otros procesos productivos (compost y alcohol) pero como no tienen precio no se ha considerado conveniente calificarlos de coproductos, por lo que no se han aplicado procedimientos de asignación de cargas ambientales. De hecho, cuando tienen un precio este es tan bajo ([Gazulla et al., 2010](#)) que la repercusión en la asignación se puede considerar despreciable. Para llevar a cabo el ACV se utiliza el software SimaPro 9.1. Los datos de segundo plano (materias primas, 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:

- **Insumos de elaboración.** Materias primas, transportes y elaboración de los productos que se utilizan en las distintas fases de la elaboración del vino (metabisulfito, sulfuroso, levaduras, proteína de guisante, y poliaspartato de potasio), así como el consumo de agua.
- **Electricidad.** Energía eléctrica consumida en todos los procesos que incluye: despalillado y estrujado, fermentación alcohólica, prensado maloláctica, estabilización, embotellado y empaquetado, iluminación y otros.
- **Envejecimiento.** Materias primas, transportes y fabricación de los barriles de 225 L.
- **Botella.** Materias primas, transportes y fabricación de la botella de vidrio 0,75 L, el palé de transporte y el plástico del embalado.
- **Empaquetado.** Incluye etiqueta, tapón de corcho, cápsula y caja de cartón.

3.3.2. Análisis de inventario

Los datos de primer plano del presente ACV se basan en lo descrito en el apartado 3.2., y se exponen en el Anexo II, en el que se muestran los inputs en relación a la unidad funcional. Los datos de segundo plano (materias primas, energía, combustible, materiales, productos y transportes) se obtuvieron de la base de datos Ecoinvent 3.6 disponible en SimaPro. Para la botella de vidrio se utilizó un proceso que utiliza una mezcla de materias primas y vidrio reciclado. El peso de la botella para el vino Joven y Roble es de 0,42 kg y de 0,72 kg para el vino Crianza. Los datos en relación al barril de envejecimiento se han tomado de [Flor et al. \(2017\)](#), y tienen una vida útil en bodega de 5 años; después se reutilizan para fines muy distintos. El raspón, orujo y lías no se han considerado en cuanto que su destino es para compost el primero, y para la producción de alcoholes los otros dos, sin suponer un retorno neto.

3.3.3. 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 2016 Endpoint 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 (ReCiPe 2016 Midpoint) 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 categorías en una puntuación única en milipuntos (mPt), que facilita la interpretación y comprensión de las consecuencias ambientales de un producto.

3.3.4. 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 11 y 12). Asimismo se realiza el análisis de sensibilidad con varios objetivos:

1 / Evaluar el efecto del peso de la botella sobre los impactos ambientales. Para ello se estiman los valores a partir de los procesos de fabricación de la botella con un contenido de vidrio reciclado y sin vidrio reciclado (Ecoinvent 3,6) y para pesos de 300 a 800 g en ambos casos. Los datos así obtenidos se ajustan a ecuaciones mediante el análisis de regresión. También se evalúa el efecto de peso de la botella sobre la distribución del vino embotellado. Para el peso en el transporte se incluye no sólo el peso de la botella, también el peso del vino, corcho, cápsula, cartón y pallet. El transporte se simula en un camión de carga de 7,5-16 toneladas métricas (Ecoinvent 3,6). Se estiman distancias de distribución local (100 km), nacional (500 y 1000 km) e internacional (3000 km), para los dos pesos de botellas. Igualmente, los datos así obtenidos se ajustan a ecuaciones mediante el análisis de regresión.

2 / Variación de los potenciales impactos según el origen de la uva para vinificación en un escenario de tratamiento de residuos donde predomina el reciclaje frente al vertedero. En el análisis de todo el ciclo de vida de la producción de una botella de vino, que es la unidad funcional, se han utilizado para el subsistema viña datos de cuatro posibles cultivos de uva, característicos en la Región de Murcia, descritos por [García García et al. \(2021\)](#). Estos son i) viña en vaso en seco cultivo convencional, ii) vaso en seco cultivo ecológico, iii) espaldera en regadío cultivo convencional y iv) espaldera en regadío cultivo ecológico. La relación uva cosechada/botella de vino de 0,75 L es 1,1.

En relación a la gestión de los residuos, en viña los que se generan son: i) las podas, que son trituradas in situ y se incorporan al suelo por lo que no se tienen en cuenta; ii) los envases de plástico de fertilizantes y fitosanitarios; iii) en el cultivo en regadío en espaldera además los elementos relacionados con el riego localizado y las estructuras de la espaldera. En todos los casos se ha considerado que un 90% se recicla y un 10% termina en el vertedero, lo que es un planteamiento que se aproxima a la situación actual. En bodega, raspón, orujo y lías se retiran para procesarlas como compost la primera y para alcoholes los otros dos y, por tanto, no se han considerado como residuos; tampoco se pueden considerar coproductos en cuanto que no tienen un precio o este es muy bajo. Barriles y palé de transporte de botellas se reutilizan y, por consiguiente, tampoco se han considerado como residuos. El plásti-

co de embalaje del palé de botellas se ha estimado que un 90% se recicla y el 10% termina en vertedero. También se han tenido en cuenta los residuos que se generan tras el consumo del vino. Se ha considerado que el tapón y la capsula su destino será el vertedero; cartón y plástico de embalaje se reciclan el 90%. En cuanto a la botella, y dado que la tasa de reciclaje en España es del 77% (<https://www.ecovidrio.es>), se ha estimado que el 23% termina en vertedero.

3.3.4.1. Potencial calentamiento global (PCG) y puntuación única (PU)

Los valores de PCG para los tres vinos varían entre 0,480 kg CO₂-eq y 0,799 kg CO₂-eq (Tabla 11), encontrándose dentro del rango de variación reportado por distintos autores (Bosco *et al.*, 2011; Navarro *et al.*, 2016; Ferrara y De Feo, 2018). Navarro *et al.* (2016) analizaron 18 bodegas de España y Francia y el rango osciló entre 0,09 y 1,48 kg CO₂-eq con un valor promedio de 0,62 kg CO₂-eq; y los valores de bodega de cuatro vinos italianos (Tuscany) variaron entre 0,53 y 1,01 (Bosco *et al.*, 2011).

Para los tres vinos el componente que más contribuye a PCG es la botella de vino con valores del 76-84% (Tabla 11 y Figura 1), después empaquetado (7-11 %), envejecimiento en barrica para Roble y Crianza (5-8%) electricidad (4-6%) y, finalmente, los insumos de elaboración con valores muy bajos (0,12-0,20%).

Las diferencias entre Joven y Roble son del 8%, y son debidas al envejecimiento en barrica, ya que utilizan el mismo peso de botella (0,42 kg). Sin embargo, las diferencias de estos con el Crianza son muy significativas (66 y 54% respectivamente) debido fundamentalmente al peso de la botella (0,72 kg). Otros estudios también apuntan a que la botella de vidrio es el componente que más repercute en bodega sobre los potenciales impactos ambientales incluido el PCG (Gazulla *et al.*, 2010; Bosco *et al.*, 2011; Point *et al.*, 2012; Meneses *et al.*, 2016; Navarro *et al.*, 2016; Ferrara y De Feo, 2018; Trombly y Fortier, 2019).

Tabla 11. Potencial calentamiento global (PCG, kg CO₂-eq) de la elaboración de los tres tipos de vino, y contribución (%) de los componentes del sistema. Unidad funcional: 1 botella de vino de 0,75 L.

Vinos	PCG Kg CO ₂ -eq	Insumos	Electricidad	Envejecimiento Contribución (%)	Botella	Empaquetado
Joven	0,480	0,20	6,40		82,35	10,96
Roble	0,520	0,18	5,90	7,73	75,96	10,12
Crianza	0,799	0,12	3,84	5,14	84,36	6,58

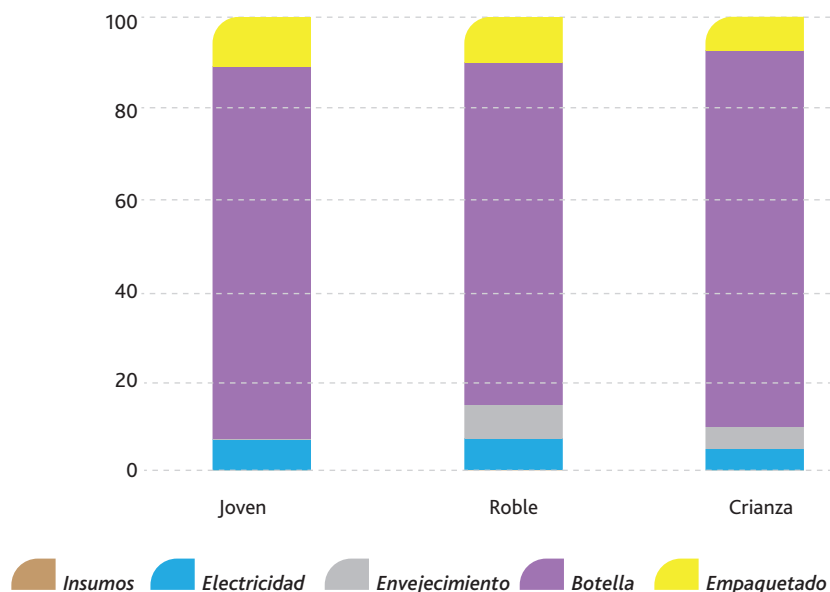


Figura 1. Contribución de los componentes del sistema al potencial calentamiento global de la elaboración de los tres tipos de vino.

La puntuación única (PU) varía ampliamente para los tres tipos de vinos y es debida fundamentalmente al peso de la botella de vino. Entre los vinos Joven y Roble los valores son similares, 25 y 28 mPt (Tabla 12), respectivamente. La pequeña diferencia también es debida al envejecimiento en barrica; la botella tiene el mismo peso (0,42 kg).

La gran diferencia se establece entre estos y el Crianza (42 mPt) debido también al peso de la botella que es de 0,72 kg. En los tres tipos de vino el daño potencial que más contribuye a la PU es salud humana (Figura 2) con valores del 80-82%. Después le sigue daños a los ecosistemas que es debido fundamentalmente a botella/empaquetado (Tabla 12).

La electricidad es un componente que tiene una baja contribución a las tres categorías de potenciales daños, destacando relativamente en salud humana (5-8%). Los insumos de elaboración, igual que para PCG, tiene una contribución total muy baja (0,44-0,73%).

Tabla 12. Puntuación única (PU) y contribución de los componentes del sistema de la elaboración de los tres tipos de vino. Unidad funcional: 1 botella de vino de 0,75 L.

	Puntuación única (mPt)	Insumos	Electricidad	Envejecimiento Contribución (%)	Botella	Empaquetado
Joven						
Total	25,00	0,73	6,68		80,44	12,29
Salud humana	20,10	0,78	7,66		81,71	10,09
Ecosistemas	4,59	0,57	2,53		74,88	21,92
Recursos	0,30	0,13	4,52		82,59	12,82
Roble						
Total	27,50	0,66	6,07	9,08	73,13	11,18
Salud humana	22,50	0,69	6,84	10,36	73,00	9,02
Ecosistemas	4,72	0,55	2,46	2,87	72,81	21,32
Recursos	0,33	0,11	4,11	9,15	75,10	11,66
Crianza						
Total	41,70	0,44	4,00	6,11	81,97	7,37
Salud humana	34,10	0,46	4,52	6,98	81,99	5,95
Ecosistemas	7,09	0,37	1,64	1,95	81,83	14,19
Recursos	0,51	0,07	2,69	6,11	83,57	7,62

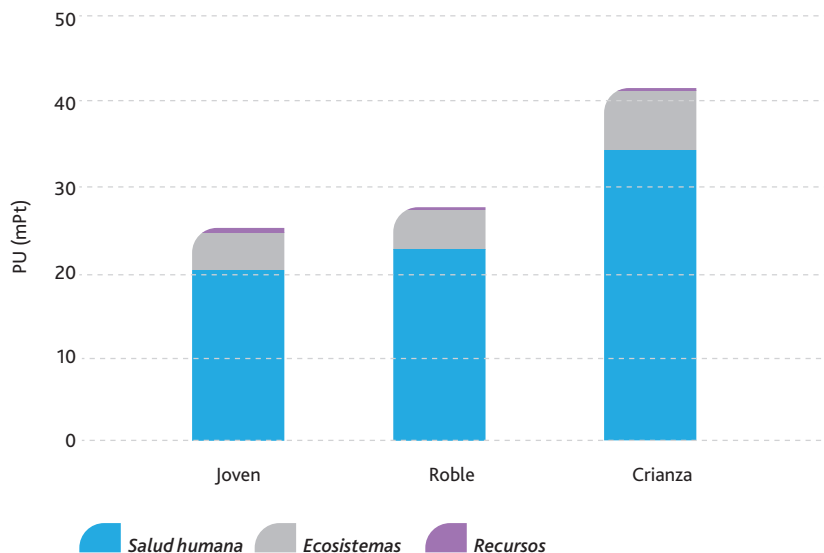


Figura 2. Puntuación única (PU) y contribución de los potenciales daños para los tres vinos.

3.3.4.2. Análisis de sensibilidad

• 3.3.4.2.1. El peso de la botella de vino

Desde hace años para la fabricación de la botella se utiliza vidrio reciclado que supone, no sólo la utilización de menos materias primas, sino, y más importante, un menor consumo de energía. Como se muestra en la Figura 3 la botella con vidrio reciclado experimenta una reducción del PCG del 46% respecto de la botella sin vidrio reciclado para todos los pesos. Ahora bien, aun así el peso de la botella con vidrio reciclado supone un significativo impacto, con un incremento de PCG de 0,086 kg CO₂-eq por cada incremento de 0,1 kg del peso. De esta forma la botella utilizada en Crianza (0,621 kg CO₂-eq) supone un incremento del 71% (0,259 kg CO₂-eq) respecto a la de Joven y Roble (0,362 kg CO₂-eq).

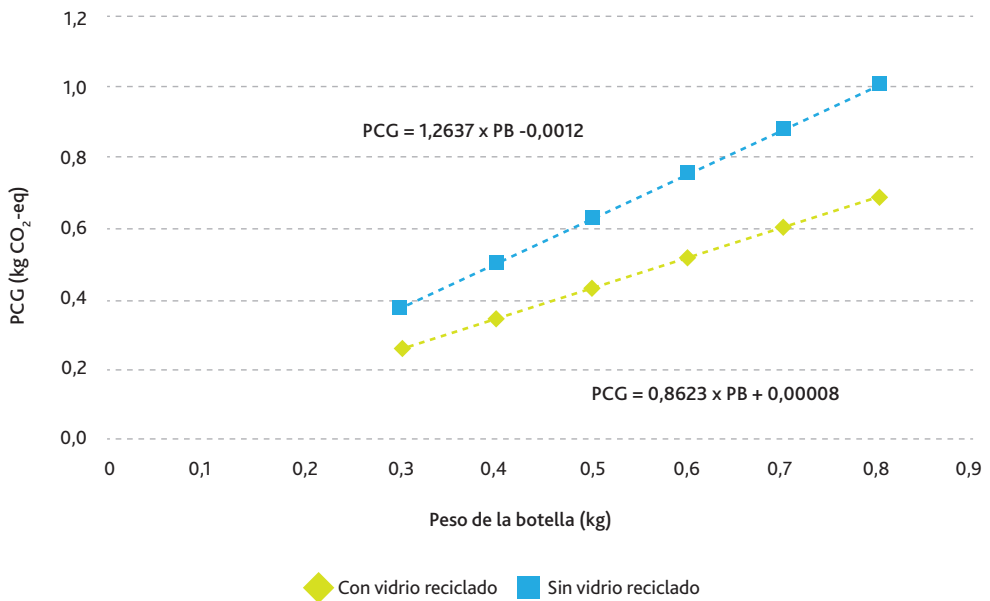


Figura 3. Relación y ecuaciones entre el peso de la botella (PB) y el potencial calentamiento global (PCG) para botellas fabricadas con y sin vidrio reciclado. Los círculos señalan la situación de las botellas utilizadas en este estudio (0,42 kg Joven y Roble, y 0,72 kg Crianza). Los valores se estiman a partir de los procesos incluidos en la base de datos Ecoinvent 3.6.

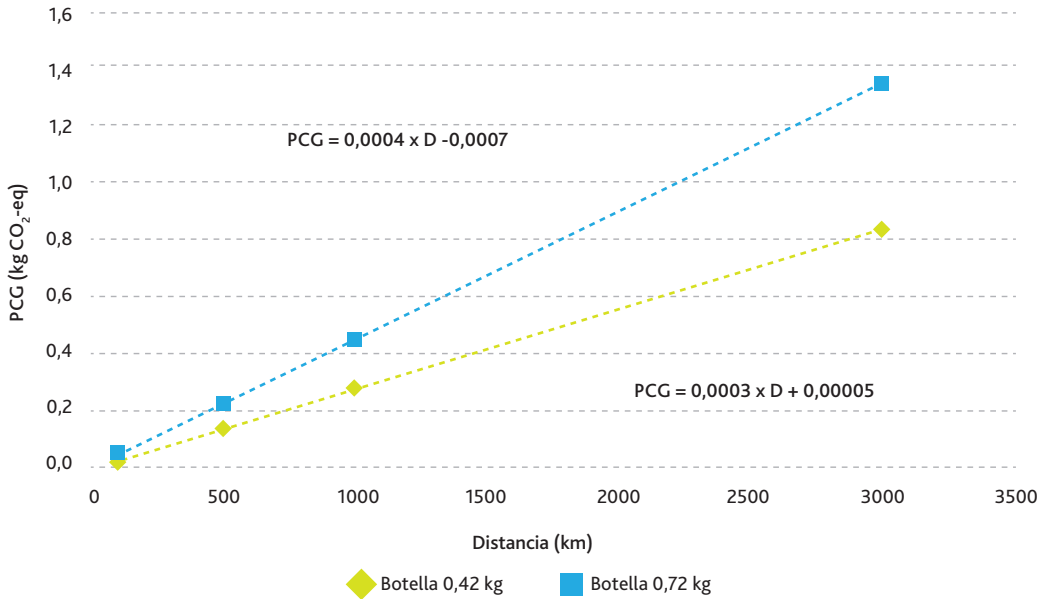


Figura 4. Relación y ecuaciones entre la distancia de distribución y comercialización del vino embotellado y empacotado (D) y el potencial calentamiento global (PCG), para dos pesos de botella de 0,75 L.

El peso de la botella tiene también un efecto significativo sobre la distribución del vino embotellado, tal y como se muestra en la Figura 4. El incremento de PCG de transportar una botella de 0,72 kg frente a la de 0,42 kg es del 60% para todas las distancias. Ahora bien, con independencia del peso de la botella la distancia de la distribución tiene también una repercusión significativa. Así, la botella de vino de 0,42 kg incrementa el PCG en 0,03 kg CO₂-eq por cada 100 km de transporte, y la de 0,72 kg 0,04 kg CO₂-eq. De acuerdo con otros autores (Bosco *et al.*, 2011), los trayectos largos por carretera pueden incrementar muy significativamente el PCG de la botella de vino. Por ejemplo, a una botella de vino Roble elaborado con uva de cultivo en regadío en espaldera ecológico (0,669 kg CO₂-eq) que se distribuya a unos 1000 km de la bodega habría que añadirle 0,30 kg de CO₂-eq (Figura 4), lo que supondría un 30% más.

• 3.3.4.2.2. Origen de la uva para la vinificación y gestión de residuos

Los resultados del ACV (Tabla 13) muestran que el PCG para todas las opciones de viña empleadas para los tres vinos varía entre 0,628 y 1,007 kg CO₂-eq. Estos valores se encuentran en el rango de variación observado por distintos autores (Bosco *et al.*, 2011; Navarro *et al.*, 2016; Ferrara y De Feo, 2018). Bosco *et al.*, (2011) registró para cuatro vinos tintos valores de 0,63 a 1,07 kg CO₂-eq, y Navarro *et al.* (2016) para 18 vinos españoles y franceses valores de 0,17 a 2,18 con un valor medio de 0,85 kg CO₂-eq.

Tabla 13. Potencial calentamiento global (PCG, kg CO₂-eq) y contribución (%) de las distintas fases para la producción de los tres tipos de vino en función del origen de la uva según el tipo de cultivo. Unidad funcional: 1 botella de vino de 0,75 L.

Vino	Cultivo	Viña	Vinificación	Botella	Empaquetado	Tratamiento Residuos	Total
Joven	SVC	0,198	0,032	0,395	0,053	-0,008	0,670
	%	30	5	59	8-1		
	SVE	0,186	0,032	0,395	0,053	-0,008	0,658
	%	28	5	60	8-1		
	REC	0,242	0,032	0,395	0,053	-0,035	0,687
	%	35	5	58	8-5		
Roble	REE	0,186	0,032	0,395	0,053	-0,038	0,628
	%	30	5	63	8-6		
	SVC	0,198	0,072	0,395	0,053	-0,008	0,710
	%	28	10	56	7-1		
	SVE	0,186	0,072	0,395	0,053	-0,008	0,698
	%	27	10	57	8-1		
Crianza	REC	0,242	0,072	0,395	0,053	-0,035	0,727
	%	33	10	54	7-5		
	REE	0,186	0,072	0,395	0,053	-0,038	0,668
	%	28	11	59	8-6		
	SVC	0,198	0,073	0,674	0,053	-0,008	0,990
	%	20	7	68	5-1		
Crianza	SVE	0,186	0,073	0,674	0,053	-0,008	0,977
	%	19	7	69	5-1		
	REC	0,242	0,073	0,674	0,053	-0,035	1,007
	%	24	7	67	5-3		
	REE	0,186	0,073	0,674	0,053	-0,038	0,948
	%	20	8	71	6-4		

SVC: secado en vaso convencional. SVE: secado en vaso ecológico. REC: Regadío en espaldera convencional. REE: Regadío en espaldera ecológico.



En el ciclo completo de producción de vino, la fabricación de la botella también es el componente que más contribuye al PCG. En el caso de vino Joven y Roble suponen del 54 al 63 % para las distintas opciones de viña, y del 67 al 71% para el vino Crianza. Si le añadimos el empaquetado la contribución para todas las opciones varía del 61 al 77% (Tabla 13). La viña contribuye en Joven y Roble entre el 27 y el 35%, y en Crianza es algo menor (19 y el 24%) debido a que la botella tiene una mayor repercusión. Sin embargo, la contribución de la vinificación es sólo del 5 al 11%. En términos generales este perfil de contribución de las distintas fases (Figura 5) está en consonancia con lo descrito por otros autores (Navarro et al., 2016; Ferrara y De Feo et al., 2018). No obstante, en algunos estudios la viña tiene una mayor contribución próxima al 45-50% (Gazulla et al. 2010; Neto et al., 2013), aunque en otros el perfil es muy similar (Meneses et al., 2016). Las variaciones en el perfil dependen fundamentalmente de las características de los procesos agronómicos en viña, especialmente la utilización de fertilizantes y fitosanitarios, que en Murcia son realmente bajos (García Castellanos et al., 2021; García García et al., 2021) y, por consiguiente, el peso de la botella más el empaquetado adquiere una mayor relevancia.

Para los tres vinos la mejor opción en términos de PCG es la de utilizar uva procedente de cultivos en regadío en espaldera ecológico (Tabla 13 y Figura 5), ya que la producción es alta (Tabla 9) y no se utilizan fertilizantes inorgánicos (Anexo II en García García et al., 2021). No obstante, las diferencias entre las distintas opciones no son muy destacables. Sin embargo, la puntuación única (PU), que evalúa múltiples problemas ambientales, si muestra una diferencia significativa (Tabla 14 y Figura 6). En los vinos que utilizan uva procedente de la viña en regadío convencional los valores se encuentran en torno a los 100 mPt, y aquí la viña contribuye en torno al 68-79%,

debido fundamentalmente a los fertilizantes inorgánicos (García García *et al.*, 2021). En el resto de opciones los valores de PU varían entre 34 y 59 mPt y la contribución de la viña entre el 26 y 50%. En cualquier caso, ambientalmente los escenarios más favorables para los tres vinos es la viña ecológica (Figura 6), tanto en secano como en regadío.

En cuanto a la contribución de la gestión de residuos, y dado que domina el reciclaje, este componente adquiere valores negativos que restan al valor absoluto, tanto del PCG como en la PU (Tablas 13 y 14). Evidentemente, los valores que menos repercusión tienen son los procedentes en vinos elaborados con uva de secano en cuanto que los residuos se reducen solo a los envases de fertilizantes y fitosanitarios. En regadío, además, se encuentran los materiales relacionados con el fertirriego y la espaldera. No obstante, la sensibilidad de PCG y PU es diferente (Figuras 5 y 6). Así, en PCG los valores representan del -1 % al -6 %, mientras que en PU varían entre -4% y -13%. Esto es debido a que PCG sólo evalúa la emisión de gases de efecto invernadero, mientras que la PU evalúa múltiples problemas ambientales (apartado 3.3.3.).

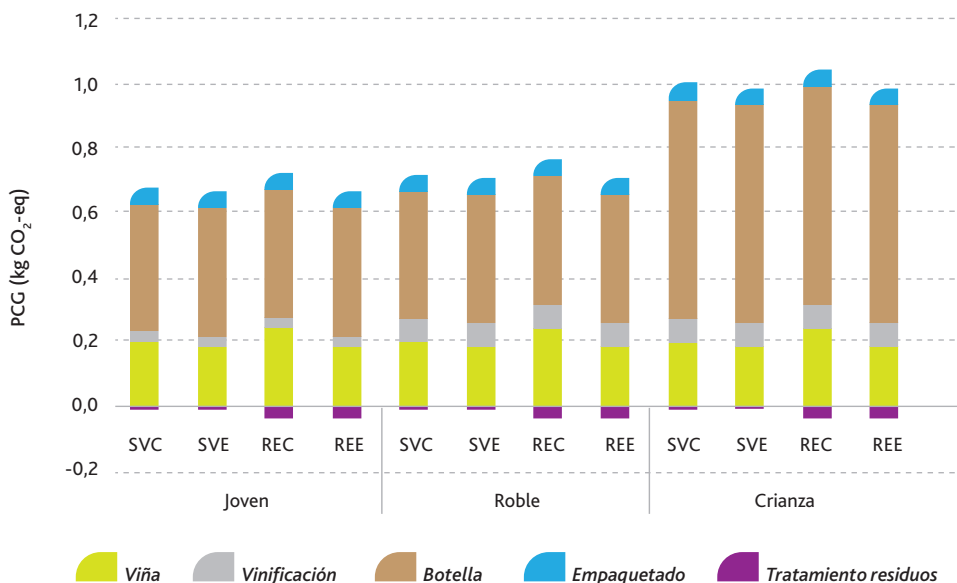


Figura 5. Potencial calentamiento global (PCG) de las distintas fases para la producción de los tres tipos de vino en función del origen de la uva según el tipo de cultivo. Unidad funcional: 1 botella de vino de 0,75 L. SVC: secano en vaso convencional. SVE: secano en vaso ecológico. REC: Regadío en espaldera convencional. REE: Regadío en espaldera ecológico.

Tabla 14. Puntuación única (mPt) y contribución (%) de las distintas fases para la producción de los tres tipos de vino en función del origen de la uva según el tipo de cultivo. Unidad funcional: 1 botella de 0,75 L..

Vino	Cultivo	Viña	Vinificación	Botella	Empaquetado	Tratamiento Residuos	Total
Joven	SVC	21,53	1,85	20,11	3,07	-3,83	42,73
		50	4	47	7-9		
	SVE	13,08	1,85	20,11	3,07	-3,83	34,28
		38	5	59	9-11		
	REC	76,69	1,85	20,11	3,07	-4,84	96,88
		79	2	21	3-5		
	REE	18,80	1,85	20,11	3,07	-4,95	38,88
		48	5	52	8-13		
Roble	SVC	21,53	4,35	20,11	3,07	-3,83	45,22
		48	10	44	7-8		
	SVE	13,08	4,35	20,11	3,07	-3,83	36,77
		36	12	55	8-10		
	REC	76,69	4,35	20,11	3,07	-4,84	99,38
		77	4	20	3-5		
	REE	18,80	4,35	20,11	3,07	-4,95	41,38
		45	11	49	7-12		
Crianza	SVC	21,53	4,40	34,18	3,07	-3,83	59,35
		36	7	58	5-6		
	SVE	13,08	4,40	34,18	3,07	-3,83	50,90
		26	9	67	6-8		
	REC	76,69	4,40	34,18	3,07	-4,84	113,50
		68	4	30	3-4		
	REE	18,80	4,40	34,18	3,07	-4,95	55,50
		34	8	62	6-9		

SVC: secano en vaso convencional. SVE: secano en vaso ecológico. REC: Regadío en espaldera convencional. REE: Regadío en espaldera ecológico.

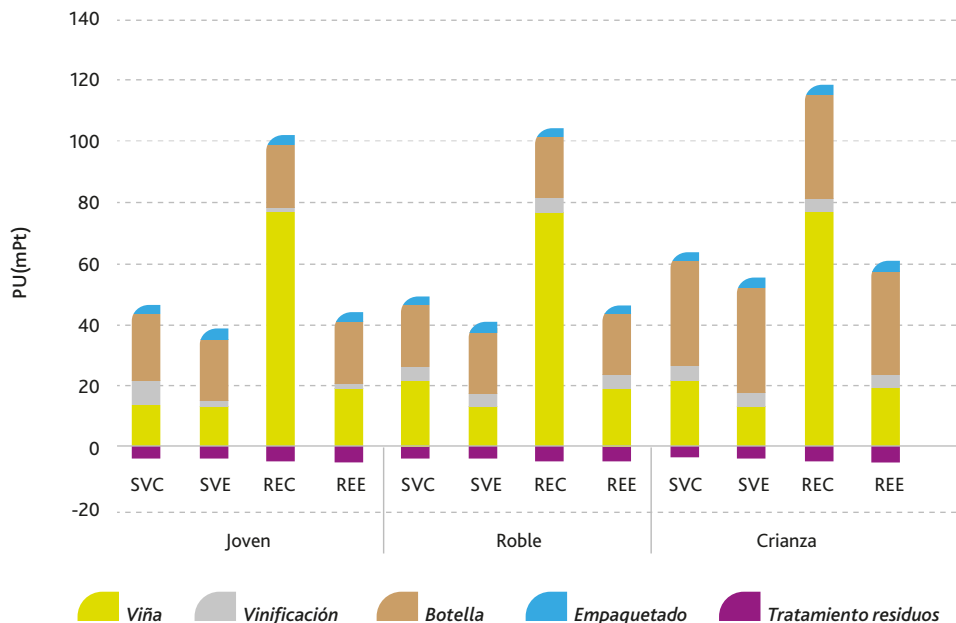


Figura 6. Puntuación única (mPt) de las distintas fases para la producción de los tres tipos de vino en función del origen de la uva según el tipo de cultivo. Unidad funcional: 1 botella de 0,75 L. SVC: secano en vaso convencional. SVE: secano en vaso ecológico. REC: Regadío en espaldera convencional. REE: Regadío en espaldera ecológico.

3.4. DISCUSIÓN GENERAL

La producción de vinos de calidad a partir de una uva Monastrell, característica y diferenciadora de la vitivinicultura regional, es una actividad sostenible en términos globales: económicos, sociales, territoriales y ambientales. En la fase de cultivo los sistemas productivos, tanto en secano como en regadío (RDC), están muy ajustados en costes, debido a la utilización eficiente de recursos (fertilizantes, fitosanitarios, agua en su caso,...) Los programas de fertilización y los tratamientos fitosanitarios, en general, son establecidos en número y dosificación de un modo muy riguroso y eficiente. Son sistemas de producción con bajos impactos ambientales y muy adaptados a los condicionantes edafoclimáticos. La elección de patrones, clones, marcos y otras decisiones relativas a la inversión deben ser establecidos con criterios técnicos que favorezcan una explotación adaptada al territorio y al medio ambiente. No es de extrañar, por consiguiente, que los valores del potencial calentamiento global, o huella de carbono, sean para estos cultivos de los más bajos registrados en relación a los diversos estudios de viñedos de muy distintas áreas geográficas (Bosco *et al.*, 2011; Gazulla *et al.*, 2012; Falcone *et al.*, 2016; Navarro *et al.*, 2016; Rinaldi *et al.*, 2016; Ferrara y De Feo, 2018).

Por otro lado, dos aspectos que deben destacarse, como señala **García Castellanos et al. (2021)**, son el uso del suelo y del agua. En una región semiárida en la que los recursos hídricos son altamente limitantes (**Arcas Lario y Alcón Provencio, 2007; Soto García et al., 2014**), y en claro proceso de desertización (**Fraga et al., 2013; Resco et al., 2016**), debe considerarse el uso del suelo agrícola de secano como un impacto ambiental positivo, ya que es una forma de frenar el avance de las áreas desérticas en el sureste de la Península Ibérica. En este sentido la viña en secano, cuya producción es menor que en regadío y requiere de mayor superficie de cultivo para una misma producción, se podría considerar como ambientalmente más favorable, en cuanto, además, los potenciales impactos ambientales son menores. No obstante, la viña en regadío, y dada las bajas dotaciones de riego, no debe ignorarse, de hecho debería fomentarse frente a otros cultivos que requieren mayores cantidades de agua. En cualquier caso, la opción de cultivo ecológico en ambos sistemas (secano y regadío) debe priorizarse no sólo porque los potenciales impactos ambientales sean menores, con una diferencia de coste de producción mínima, sino porque el consumidor y las políticas agrarias comunitarias están apostando claramente por los productos ecológicos. La importancia socioeconómica de toda la cadena vitivinícola regional es indiscutible, tanto en términos cuantitativos directos como por lo que supone como mecanismo de transmisión de marca para nuestro sector agroalimentario. Las inversiones y el movimiento económico generado por las bodegas han quedado cuantificados y dan muestra de su relevancia sobre el territorio y el medio rural.

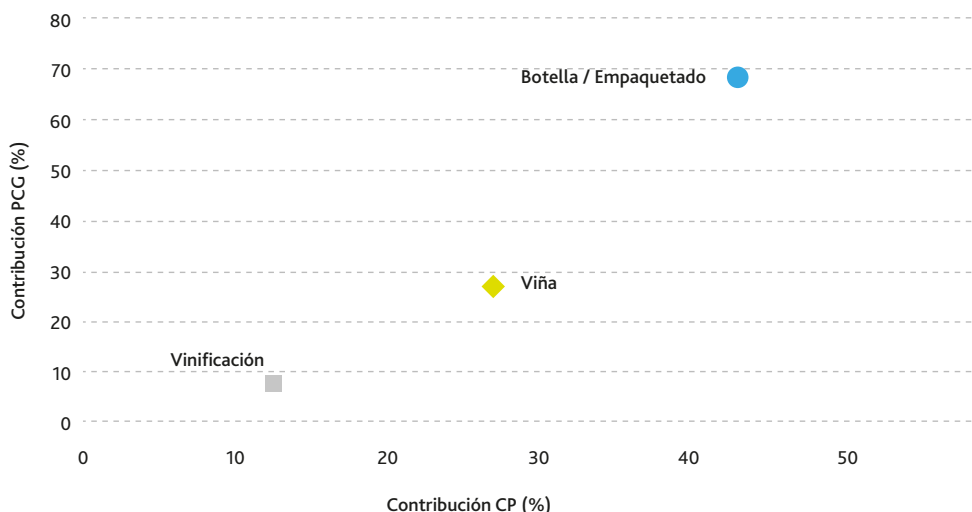


Figura 7. Contribución de los costes de producción (CP) frente al potencial calentamiento global (PCG) de la cadena vitivinícola (datos promedio de las distintas opciones).

En la fase de bodega los procesos están muy tecnificados y, en general, estando bien dimensionados en equipamiento y en proceso, son muy eficientes en relación al consumo de energía y agua. Ahora bien, se debe minimizar en lo posible el peso de la botella, ya que este es un componente con una gran repercusión, tanto sobre los costes ambientales como de producción (Figura 7). Por otro lado, los residuos generados o se han reducido o se les da una utilidad pasando a ser subproductos, aunque no son interesantes desde el punto de vista económico. Ambientalmente aún es necesario aumentar la eficiencia de los procesos e implantar alternativas de valorización. De esta forma los subproductos contribuirían no solo a la rentabilidad del vino, sino también serían una fuente de materias primas que evitarían la utilización de recursos y procesos en la elaboración de otros productos (apartado 5). En definitiva, la valorización contribuiría a mejorar la eficiencia global del sistema productivo.

En relación al empleo generado, la cadena vitivinícola es muy productiva socialmente, en especial en la fase de cultivo; por su parte, la fase de bodega genera un empleo de mayor calidad. Son cultivos con una importante componente social y es de destacar que los sistemas en secano lo son en una mayor cuantía. Del mismo modo, la componente territorial y ambiental es relevante en todos los casos por su componente de conservación del suelo, paisaje y biodiversidad, especialmente en las áreas de secano. Indudablemente todos estos atributos deben ponerse en valor en las estrategias de marketing de las bodegas como elementos diferenciadores.



04

ALGUNAS OPCIONES DE VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DEL VINO

La vinificación genera diferentes residuos que se caracterizan por altos contenidos de compuestos biodegradables y sólidos en suspensión (Asselin y Delteil, 2003; Navarro *et al.*, 2005). Aunque la vinificación se considera un proceso respetuoso con el medio ambiente, durante el proceso de elaboración del vino se generan, en términos generales, entre 1,3 y 1,5 kg de residuos por litro de vino elaborado, el 75% de los cuales son aguas residuales (Ioannou *et al.*, 2015). Los otros grandes residuos de la actividad vitivinícola están representados por: residuos orgánicos (orujo de uva, que contiene semillas, pulpas y hollejos, tallos de uva y hojas de parra), lías de vino, emisión de gases de efecto invernadero (CO₂, compuestos orgánicos volátiles, etc.) y desechos inorgánicos (tierra de diatomeas, arcilla bentonita y perlita, etc.).

Ahora bien, en el momento actual y, al menos en el escenario de la viticultura de la Región de Murcia, esos residuos o se han reducido, o se les da una utilidad de tal manera que se pueden considerar subproductos. Las aguas residuales son tratadas y depuradas en la propia bodega. Tierra de diatomeas, arcilla bentonita y perlita, se ha suprimido su utilización gracias a la incorporación de tecnologías durante los procesos de filtración y clarificación (apartado 2.3). El raspón se transforma en compost que después será utilizado como fertilizante en la producción de uva, o en otros cultivos; alternativamente también se utiliza como forraje. Y orujo y lías se destinan fundamentalmente para la producción de alcoholes.

Aun así, los residuos (o subproductos) no son realmente interesantes desde el punto de vista económico; no generan valor añadido, por lo que la opción es deshacerse de ellos de la forma más eficaz y económicamente viable. Sin embargo, desde la óptica ambiental sigue siendo necesario no solo aumentar la eficacia de los procesos (residuo cero), sino también desarrollar procesos alternativos de valorización para reutilizar los subproductos en otras cadenas de producción (Maicas y Mateo, 2020).

Por un lado, persiguiendo una rentabilidad económica de los subproductos del vino; y por otro, estos pueden convertirse en materias primas que eviten la utilización de recursos y procesos para la elaboración de otros productos, lo cual contribuye a la eficiencia global del sistema productivo. En la situación actual tenemos un ejemplo claro. Es obvio, que la aplicación de compost en los cultivos evita la produc-

ción de fertilizantes inorgánicos que globalmente suponen unos mayores impactos ambientales; pero es que, además, los consumidores cada vez más demandan alimentos ecológicos, en cuya producción está prohibido el uso de fertilizantes inorgánicos. Durante las últimas décadas desde el mundo científico se están realizando un importante esfuerzo en desarrollar procedimientos de valorización de los residuos del vino (Maicas y Mateo, 2020). Así, hay numerosos estudios de identificación, cuantificación y caracterización de los desechos, y, también, de las aplicaciones de los distintos compuestos que puedan suponerles un alto valor añadido. A continuación se comentan algunos de ellos.

El uso más frecuente del raspón es la producción de compuestos nutritivos, bien como un componente más en la elaboración de compost, o, también como forraje para el engorde de animales. En cualquier caso el valor nutritivo y económico de los tallos de uva es bajo. Sin embargo, algunos estudios señalan que dada la composición de los tallos estos pueden ser una fuente de compuestos de interés tales como antioxidantes y fibra dietética (Corrales et al., 2008). En este sentido, se ha demostrado que los compuestos fenólicos de los tallos de uva son aproximadamente del 5,8% en peso seco (Katalinic et al., 2010), en el que destacan flavan-3-oles, ácidos hidroxicinnámicos, flavonoles monoméricos y oligoméricos y estilbeno (Karvela et al., 2009).

En cuanto a la fibra dietética, se ha demostrado su efecto protector sobre la mucosa intestinal mejorando la actividad gastrointestinal (López-Oliva et al., 2006). Por otro lado, la fibra dietética de orujo es rica en proantocianidina que tiene un efecto preventivo con la aparición de cáncer de colon por lo que contribuye a reducir el riesgo (Lizarraga et al., 2011). Además, la fibra insoluble contenida en el orujo tiene la capacidad de absorber los taninos del vino tinto en una tasa de eliminación del 38% (Guerrero et al., 2013) y, por ello, se ha estudiado su papel como agente clarificante alternativo para los vinos tintos.

Asimismo, el orujo de uva dada su composición se caracteriza por su idoneidad para su uso en diferentes procesos industriales, tanto en la extracción de aceite de pepita de uva como en polifenoles (incluyendo antocianinas, flavonoles, ácidos fenólicos y resveratrol), en la producción de ácido cítrico, metanol, etanol y xantano por fermentación y en la generación de energía por metanización.

Teniendo en cuenta su contenido polifenólico, diferentes autores concluyen que este subproducto está dotado de una alta actividad antioxidante, sugiriendo que el orujo de uva producido en bodegas puede ser utilizado en la industria farmacéutica, cosmética y alimenta-

ria como fuente alternativa de antioxidantes naturales (Rockenbach *et al.*, 2011a y 2011b). Por ejemplo, algunos productos cosméticos comerciales incorporan polifenoles de la uva en cremas de día y de noche, cremas matificantes y cremas antiarrugas (Berest *et al.*, 2017). Por otro lado, los taninos que contienen la semilla de la uva se puede recuperar para su utilización en otras industrias. Una de ellas es el curado del cuero que se obtiene tradicionalmente de especies arbóreas como quebracho y castaño. Y una fuente alternativa puede ser la semilla de uva que puede contribuir a reducir la deforestación (LIFE TANNINS, 2021). De hecho, actualmente existen algunas empresas, como Tarac Technology (<https://www.tarac.com.au/>), que recuperan y comercializan los taninos de los residuos vinícolas.

La composición típica de las lías incluye levaduras, ácido tartárico, compuestos fenólicos y otros materiales de naturaleza inorgánica y, también, la presencia de antocianinas y otros compuestos (Pérez-Serradilla y Luque de Castro, 2011). Su alto contenido de moléculas bioactivas que pueden ser explotadas para obtener extractos o productos semiacabados de interés para su uso en la industria alimentaria, nutracéutica y farmacéutica, hace que actualmente estén siendo evaluados desde diferentes puntos de vista (Arboleda Meija *et al.*, 2019).



05

BIBLIOGRAFÍA

Arboleda Meija, J., Parpinello, G., Versari, A., Conidi, C., Cassano, A. 2019. Microwave-assisted extraction and membrane-based separation of biophenols from red wine lees. *Food and Bioproducts Processing*, 117:74–83. doi: 10.1016/j.fbp.2019.06.020

Arcas Larios, N., Alcón Provencio, F. 2007. Contribución de las entidades de "Economía Social" a la gestión eficiente del agua para uso agrícola. *Revista de Estudios Cooperativos* 91: 7-33. Disponible en: <https://revistas.ucm.es/index.php/REVE/article/view/REVE0707130007A>

Asselin, C., Delteil, D. 2003. Vinificaciones: Principales operaciones unitarias comunes. En *Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos*; Flancy, C. (Coord.). Mundi Prensa Libros, Madrid, Spain. pp. 418–442.

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

Beres, C., Costa, G.N.S., Cabezudo, I., da Silva-James N.K., Teles, A.S.C., Cruz, A.P.G., Mellinger-Silva, C., Tonon, R.V., Cabral, L.M.C., Freitas, S.P. 2017. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. *Waste Management*, 68:581–94. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956053X17305093>

Borregaard, N., Medina, J.I., Carretero, E., Klemmer, G., Bordeu, E. 2009. Eficiencia energética y cambio climático en el sector vitivinícola. Santiago de Chile: Innova Chile-CORFO. 44 pp.

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

Cooperativas Agroalimentarias. 2011. PROYECTO CO2OP. Ahorrando energía en la producción de alimentos cooperativos. Madrid: Coopera-

tivas Agroalimentarias. 40 pp.

Corrales, M., Toepfl, S., Butz, P., Knorr, D., Tauscher, B. 2008. Extraction of anthocyanins from grape by-products assisted by ultrasonics, high hydrostatic pressure or pulsed electric fields: A comparison. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9: 85–91. doi: 10.1016/j.ifset.2007.06.002

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. Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/fan/rissri/vhml10.3280-riss2015-001009.html>

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

Fenés Grasa, R.J. 2013. Proyecto de una bodega para la elaboración de vino tinto en Berbegal (Huesca). Huesca: Escuela Politécnica Superior. 478 pp.

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

Figueroa Villota, I. 2004. Bodega de elaboración, crianza y embotellado de vino. Ciudad Real: Universidad de Castilla La Mancha. 498 pp.

Flor, F.J., Leiva, F.J., García, J., Martínez, E., Jiménez, E., Blanco, J. 2017. Environmental impact of oak barrels production in Qualified Designation of Origin of Rioja. *Journal of Cleaner Production*, 167: 208–217. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.08.190

Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Santos, J.A. 2013. An overview of climate change impacts on European viticulture. *Food and Energy Security*, 1: 94–110. doi: 10.1002/fes3.14

García Camacho, M. 2019. Diseño y dimensionamiento de una bodega para la elaboración de 30.000 litros de vino en D.O. Ribeira Sacra. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 310 pp.

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*. Riquelme, F. y Martínez, A. (Eds.). Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia, Murcia. pp. 71-88.

García García, J., García García, B., García Castellanos, B. 2021. Manual de buenas prácticas para el cultivo de la viña en la región de Murcia. Evaluación socioeconómica y ambiental. Grupo Operativo Qvalitas. Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural, Programa Regional de Desarrollo Rural de la Región de Murcia 2014/2020. Murcia. 56 pp.

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

Gil Urabain, E. 2016. Diseño del sistema de proceso de una bodega amparada bajo la denominación de origen de navarra en Lodosa. Pamplona: Universidad Pública de Navarra. 374 pp.

Guerrero, R.F., Smith, P., Bindon, K.A. 2013. Application of Insoluble Fibers in the Fining of Wine Phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(18):4424–32. Disponible en: <http://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf400172f>

Huijbregts, M.A.J., Steinmann, Z.J.N., Elshout P.MF., Stam. G., Verones, F., Vieira, M., Zijp, M., Hollander, A., van Zelm, R. 2016a. *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

Huijbregts, M.A.J., Steinmann, Z.J.N., Elshout P.M.F., Stam, G., Verones, F., Vieira, M.D.M., Hollander, A., M., Zijp, van Zelm, R. 2016B. 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.

Ioannou, L.A., Puma, G.L., Fatta-Kassinos, D. 2015. Treatment of winery wastewater by physicochemical, biological and advanced processes: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 286: 343–368. doi: 10.1016/j.jhazmat.2014.12.043.

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.

Karvela, E., Makris, D., Kalogeropoulos, N., Karathanos, V. 2009. Deployment of response surface methodology to optimise recovery of grape (*Vitis vinifera*) stem polyphenols. *Talanta*, 79: 1311–1321. doi: 10.1016/j.talanta.2009.05.042.

Katalinić, V., Možina, S., Skroza, D., Generalić, I., Abramović, H., Miloš, M., Ljubenković, I., Piskernik, S., Pezo, I., Terpinč, P., Boban, M. 2010. Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia). *Food Chemistry*, 119: 715–723. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.07.019.

LIFE-TANNIS, 2021. Saving of forest exploitation for obtaining of tanning extracts through valorisation of wine waste. European Commission. LIFE04 ENV/ES/000237. Disponible en: https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=2687

Lizarraga, D., Vinardell, M.P., Noé, V., van Delft, J.H., Alcarraz-Vizán, G., van Breda, S.G., Staal, Y., Günther, U.L., Reed, M.A., Ciudad, C.J., Torres, J.L., Cascante, M. 2011. A Lyophilized Red Grape Pomace Containing Proanthocyanidin-Rich Dietary Fiber Induces Genetic and Metabolic Alterations in Colon Mucosa of Female C57BL/6J Mice. *The*

Journal of Nutrition, 141(9):1597–604. Disponible en: <https://academic.oup.com/jn/article/141/9/1597/4743458>

López-Oliva, M.E., Agis-Torres, A., García-Palencia, P., Goñi, I., Muñoz-Martínez, E. 2006. Induction of epithelial hypoplasia in rat cecal and distal colonic mucosa by grape antioxidant dietary fiber.

Nutrition Research, 26(12):651–8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0271531706002235>

Maicas, S., Mateo, J.J. 2020. Sustainability of Wine Production. Sustainability, 12, 559. doi: 10.3390/su12020559.

Meneses, M., Torres, C.M., Castells, F. 2016. Sensitivity analysis in a life cycle assessment of an aged red wine production from Catalonia, Spain. Science of the Total Environment, 562: 571-579. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.04.083.

Navarro, P., Sarasa, J., Sierra, D., Esteban, S., Ovelleiro, J. 2005. Degradation of wine industry wastewaters by photocatalytic advanced oxidation. Water Science & Technology, 51: 113–120. doi: 10.2166/wst.2005.0014.

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

Neto, B., Cláudia Dias, A., Machado, M. 2013. Life cycle assessment of the supply chain of a Portuguese wine: from viticulture to distribution. The International Journal of Life Cycle Assessment, 18: 590-602. doi: 10.1007/s11367-012-0518-4

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

Pérez Guerra, M.E. 2009. Instalación eléctrica de una bodega. Tarragona: Universidad Pública de Tarragona. 856 pp.

Pérez-Serradilla, J., Luque de Castro, M. 2011. Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from wine lees and spray-drying of the extract. Food Chemistry, 124: 1652–1659. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.07.046.

Point, E., Tyedmers, P., Naugler, C. 2012. Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada. *Journal of Cleaner Production*, 27: 11-20. doi: 10.1016/j.jclepro.2011.12.035

Rego García, E. 2008. Diseño del sistema de refrigeración de una bodega de vinificación en tinto. Cádiz: Universidad de Cádiz. 714 pp.

Resco, P., Iglesias, A., Bardají, I., Sotés, V. 2016. Exploring adaptation choices for grapevine regions in Spain. *Regional Environmental Change*, 16: 979–993. doi: 10.1007/s10113-015-0811-4

Rockenbach, I., Gonzaga, L., Rizelio, V., Gonçalves, A., Genovese, M., Fett, R. 2011a. Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking. *Food Research International*, 44: 897–901. doi: 10.1016/j.foodres.2011.01.049.

Rockenbach, I., Rodrigues, E., Gonzaga, L., Caliar, V., Genovese, M., Gonçalves, A., Fett, R. 2011b. Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L.) widely produced in Brazil. *Food Chemistry*, 127: 174–179. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.12.137.

Rodríguez-Tabernero Vidal, M.M. 2018. Anteproyecto de bodega de vino en Ribadavia (Ourense). Sevilla: Universidad de Sevilla. 172 pp.

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

Sagastagoitia Belinchón, A. 2016. Diseño de instalaciones electromecánicas en la Bodega Marqués de Murrieta situada en Logroño. Bilbao: Universidad del País Vasco. 252 pp.

Soto García, M., Martínez Álvarez, V., Martín Górriz, B. 2014. El regadío en la Región de Murcia. Caracterización y análisis mediante indicadores de gestión. Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura. 267 pp.

Strano, A., De Luca, A.I., Falcone, G., Iofrida, N., Stillitano, T., Gulisano, G. 2013. Economic and environmental sustainability assessment of wine grape production scenarios in Southern Italy. *Agricultural Sciences*, 4: 12-20. doi: 10.4236/as.2013.45B003

Trombly, A.J., Fortier, M.O.P. 2019. Carbon Footprint of Wines from the Finger Lakes Region in New York State. *Sustainability*, 11, 2945. doi: 10.3390/su11102945.

UPM (Universidad Politécnica de Madrid) 2014. Proyecto Tesla (Transferring Energy save laid on agroindustry). Madrid: UPM. 36 pp.

Villanueva-Rey, P., Vázquez-Rowe, I., Moreira, M.T., 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

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

• CATÁLOGOS E INFORMACIÓN EMPRESARIAL

Agrovin. Catálogo 2020. Maquinaria vitivinícola. Alcázar de San Juan, Ciudad Real.

Coviman. Catálogo 2016. Maquinaria vinícola. Socuéllamos, Ciudad Real.

INVIA. Catálogo general 2018. Vilafranca del Penedés, Barcelona

Isolcell. Catálogo 2020. Generadores de nitrógeno PSA. Laives, Italia.

Juvasa. Catálogo online 2020. Riba-Roja de Turia, Valencia. <https://www.juvasa.com/es/65/botellas-para-vino>

Magusa. Catálogo general 2016. Maquinaria vinícola. Vilafranca del Penedés, Barcelona

Marzola. Catálogo 2020. Maquinaria vinícola. Navarrete, La Rioja

Polsinelli Enología. Catálogo online 2020. Isola del Liri, Italia. <https://www.polsinelli.it/es/vino-embotellado-A2C2.htm>

Toshiba. Catálogo general 2020. Madrid. <https://www.toshiba-ai-re.es/catalogo-precios/>

ANEXOS

ANEXO I

INVERSIÓN INICIAL DE LA BODEGA MODELO

En este Anexo mostramos la inversión inicial de la bodega modelo dimensionada con los datos de partida expuestos en la Tabla 5. Las cuantías de cada capítulo (obra civil, instalaciones, etc.) se utilizan debidamente desagregadas (proceso general y crianza) en el cálculo de amortizaciones (Tabla 6).



INVERSIÓN: MEDICIÓN Y PRESUPUESTO DE BODEGATIPO

Unidades	Descripción	Valor unidad (€)	Medición	Presupuesto (€)
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
m ²	Desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos hasta una profundidad media 25 cm, incluida carga a camión	1,65	4.500	7.425,00
m ²	Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con tierra seleccionada procedente de la propia excavación, compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con rodillo vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 90% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.	3,50	4.000	14.000,00
CIMENTACIÓN Y SOLERA				
m ²	Excavación en zanjas, zapatas y correas por medios mecánicos, cimentación con hormigón armado HA30/B/20/IIa+Qa y acero corrugado B 400 SD sobre base hormigón limpieza HA15 ligeramente armado (mallazo)	55,00	3.730	205.150,00
m ²	Solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-30/B/12/IIa+Qa vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual	24,00	3.730	89.520,00
ESTRUCTURA METÁLICA				
m ²	Estructura metálica realizada con pórticos adintelados, pilares, cartelas y placas de anclaje en acero laminado S275JR, 20 < L < 30 m, separación de 4-5 m entre pórticos, con pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S en placas, acabado con imprimación antioxidante	70,00	3.730	261.100,00
CUBIERTA				
m ²	Panel sándwich aislante de acero, para cubiertas, de 30 mm de espesor, formado por doble cara de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m ³ , y accesorios	36,00	3.730	134.280,00
CERRAMIENTOS, TABIQUERÍA Y FALSOS TECHOS				
m ²	Cerramiento de fachada formado por placas de hormigón pretensado, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura, con alma poliestireno 40 mm, colocadas verticalmente	32,00	3.730	119.360,00
m ²	Tabiquería en recintos oficina, aseos, vestuarios y salas con mampara 60 mm, chapado de mampara en salas de crianza con placa aislamiento poliuretano interior 30 mm, instaladas con p.p. ventanas y puertas	42,00	3.730	156.660,00
m ²	Falso techo continuo suspendido, liso con estructura metálica (12,5+27+27), formado por una placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 acabado PVC lavable en salas de trabajo y acabado normal decorativo en oficinas.	22,00	3.730	82.060,00
PAVIMENTOS Y SOLADOS				
m ²	Solado de baldosas cerámicas de gres rústico de 30x30 cm, recibidas con mortero de cemento M-5 de 3 cm de espesor y rejuntadas con lechada de cemento blanco para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas	19,00	480	9.120,00
m ²	Pavimento industrial tricapa resina epoxi + sílice de cuarzo, con capa de acabado de resina epoxi de color gris antideslizante, sobre solera definida en capítulo anterior.	29,00	3.250	94.250,00

INVERSIÓN: MEDICIÓN Y PRESUPUESTO DE BODEGA TIPO

Unidades	Descripción	Valor unidad (€)	Medición	Presupuesto (€)
CARPINTERÍA METÁLICA EXTERIOR				
m ²	Carpintería metálica en ventanas y puertas acceso exterior en aluminio termo lacado blanco y doble acristalamiento 4/8/4, puertas acceso zonas trabajo en acero galvanizado, incluida instalación completa	10,00	3.730	37.300,00
URBANIZACIÓN EXTERIOR				
m ²	Acondicionamiento y pavimentación exterior mediante base de zahorra artificial compactada espesor 10 cm + solera ligera HA-25 armado con malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5 mm espesor 10 cm, bordillo ligero hormigón incluido en bordes	40,00	700	28.000,00
m ²	Vallado perimetral malla galvanizada 2,00 m sobre muro bloque hueco hormigón tomado con mortero c.p. hasta altura 1,20 m, incluidas puertas acceso en perflería acero galvanizado	15,00	700	10.500,00
TOTAL OBRA CIVIL				1.234.725
INSTALACIÓN DE AGUA Y SANEAMIENTO				
m ²	Instalación de fontanería: tuberías multicapa Uponor diámetros 32, 26, 20 incluidos accesorios, tubería PE AD 50 mm 16 atm alimentación agua, mecanismos control, fregaderos, grifería y acometida incluida	6,50	3.730	24.245,00
m ²	Instalación de saneamiento y desagües interior y exterior: sanitarios en aseos, entronques a los mismos, tuberías PVC sanitaria serie B diámetros 200, 160, 125, 50 mm, arquetas sifónicas, sumideros con rejilla resina reforzada, incluida acometida general	11,50	3.730	42.895,00
INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y COMUNICACIONES				
m ²	Instalación iluminación y otros usos edificio oficinas: luminarias tipo downlight y tipo led en edificio oficinas, iluminación exterior focos empotrables tipo led 10-15 watos, caja general protección circuitos 8-10, circuitos monofásicos cableado 0,6/1 Kv 3x2,5 hasta 3x35 mm ² , mínimo grado IP55, incluidas bases enchufe monofásica, derivación individual 3x120 + 1x70	36,50	480	17.520,00
m ²	Instalación iluminación y otros usos edificios proceso bodega: tipo led 20-30 watos, caja general protección circuitos 12-16, circuitos monofásicos cableado 0,6/1 Kv 3x4 hasta 3x35 mm ² , mínimo grado IP55, incluidas bases enchufe monofásicas y trifásicas, derivación individual 3x120 + 1x70	21,50	3.250	69.875,00
m ²	Instalación iluminación exterior: luminarias tipo led exterior focos 20-40 watos, caja general protección circuitos 2-4, circuitos monofásicos cableado 0,6/1 Kv 3x2,5 hasta 3x35 mm ² , mínimo grado IP55, caja de protección específica	7,00	700	4.900,00
m ²	Instalación fuerza en edificios proceso bodega: circuitos trifásicos 12-16 cableado 0,6/1 Kv 3x6 hasta 3x35 mm ² , mínimo grado IP55, cajas registro y accesorios, derivación individual 3x120 + 1x70, cuadro general y picas toma a tierra	23,50	3.250	76.375,00
INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS				
m ²	Instalación P.C.I.: hidrante 100 mm E/S, extintores polvo ABC 6 kg, extintores nieve carbónica 5 kg, alumbrado emergencia 6/8 watos, pulsador de alarma rearmable, señalización de equipos y evacuación	5,60	3.730	20.888,00
MOBILIARIO, INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES				
m ²	Mobiliario e instrumental en salas, oficinas, aseos y vestuarios, incluso transporte, montaje y colocación	20,00	480	9.600,00
m ²	Material y equipo informático: ordenadores fijos y portátiles, impresoras, D.D., software de gestión, registradoras, todo instalado	16,00	480	7.680,00
m ²	Equipamiento comunicación interior/externo, teléfono sobremesa, centralita, cableado, conexiones y p.p. accesorios, instalado	4,75	480	2.280,00
TOTAL INSTALACIONES				276.258

INVERSIÓN: MEDICIÓN Y PRESUPUESTO DE BODEGA TIPO

Unidades	Descripción	Valor unidad (€)	Medición	Presupuesto (€)
EQUIPAMIENTO Y MAQUINARIA DE PROCESO				
Ud	Tolva recepción capacidad 20.000 kg, potencia eléctrica 10 Kw, en acero inoxidable con sinfin 500 mm con cajón recogida, variador velocidad, cedula pesadora, impresora, medios auxiliares, instalada	33.575	2	67150
Ud	Evacuador y triturador de raspón acero AISI 304 y banda PVC, variador electrónico de velocidad, espátulas y rodillos de goma alimentaria, potencia 4 Kw trifásico, capacidad 15-20 Tm/h, longitud 15 a 20 m, incluido cuadro eléctrico y control, anclajes e instalación, desmontable	6.550	1	6.550
Ud	Despalladora-estrujadora en acero inoxidable, variador electrónico de velocidad, espátulas y rodillos de goma alimentaria, trifásica, potencia 6,95 Kw, capacidad máxima 23.000 kg/hora, instalada	19.500	2	39.000
Ud	Bombas helicoidales de vendimia con tolva para pasta, trifásica con cuadro protección, acero AISI 304, variador velocidad electrónico, potencia 4,0 Kw y capacidad 15.000 kg/h	7.650	2	15.300
Ud	Bombas rodete flexible para trasiegos, acero inoxidable, motor trifásico 2 Kw y caudal máximo 18.000 kg/h, variador velocidad electrónico, cuadro protección, instalada	1.875	4	7.500
Ud	Equipo de frío por condensación de aire, evaporador de placas en AISI 316, depósito de acumulación de agua glicolada aislado en AISI 304, bomba centrífuga, cuadro de mandos y control con protección IP-55, dotado resistencia para calentamiento, potencia 80,5 Kw, 69.800 fg/hora, incluida batería intercambiadores ITC acero AISI 316, instalada	39.878	2	79.756
Ud	Depósito autovaciante hélice fondo cónico, acero AISI 304 y 316, tubo y bomba remontado rodete flexible, mangueras y accesorios entronques, incluidas válvulas desaire e inertización, cuadro protección IP55, temporizador y automatismos, capacidad 70.000 litros, instalado	70.560	16	1.128.960
Ud	Depósito autovaciante hélice fondo cónico, acero AISI 304 y 316, tubo y bomba remontado rodete flexible, mangueras y accesorios entronques, incluidas válvulas desaire e inertización, cuadro protección IP55, temporizador y automatismos, capacidad 50.000 litros, instalado	51.750	2	103.500
Ud	Prensa Pellenc Smart press de cuba cerrada modelo SPC 65 con 20.000 kg capacidad carga, doble camisa con trama de poliéster de alta densidad recubierta de poliuretano, calidad alimentaria FDA/EEC 1227, potencia con compresor integrado 13,85 Kw en trifásico, temporizador y automatismos, instalada	41.000	1	41.000
Ud	Depósito dosificador de sulfuroso e inyección directa, tipo Marzola, con potencia 0,36 Kw, dosificación automatizada, instalado y conexionado	10.550	1	10.550
Ud	Depósito siempre lleno acero inoxidable AISI 304 y 316, capacidad 15.000 litros con camisa para regulación, clarificación, estabilización	12.600	1	12.600
Ud	Depósito isoterma regulación acero inoxidable AISI 304, capacidad 8.000 litros con aislamiento, área embotellado, instalado	14.510	1	14.510
Ud	Filtro de placas en acero inoxidable AISI 304 capacidad 5.000 litros/hora, 7,84 m2 superficie filtrante,, 0,6 Kw potencia, instalado	10.500	1	10.500
Ud	Bastidor de microfiltración en acero inoxidable AISI 304 con filtros en acero inoxidable AISI 304 5x30'', capacidad 7.500 litros/hora, bomba trifásica, automatismo y panel de control	8.950,00	1	8.950
Ud	Equipo embotellado cuatribloc (lavado, esterilizado, llenado, taponado) capacidad 2.000 botellas/hora, potencia 8 KW, panel control y utomatismos, instalada	56.350	1	56.350
Ud	Etiquetadora acero inoxidable AISI 304 capacidad 3.000 botellas/hora, incluye formador y transportador de cajas, 4+3 Kw potencia, cuadro control y automatismos, instalada	34.500	1	34.500
Ud	Carretilla elevadora eléctrica triciclo de TOYOTA, modelo 2FBE15, capacidad de 1.500 kg, mástil dúplex a 4500 mm, desplazamiento lateral, ruedas neumáticas con transmisión automática y dirección asistida, batería de 24 V.	18.600	1	18.600

INVERSIÓN: MEDICIÓN Y PRESUPUESTO DE BODEGA TIPO

Unidades	Descripción	Valor unidad (€)	Medición	Presupuesto (€)
Ud	Transpaleta eléctrica capacidad 1.200 Kg, batería de litio de 24v / 20 Ah., autonomía 3-4 horas	1.450	2	2.900
Ud	Equipo Calefacción y Aire Acondicionado Inverter 2 compresores + 2 intercambiadores de calor, 75 – 67 Kw capacidad, en nave de crianza, 14-16 unidades interiores, instalado	39.705	1	39.705
Ud	Equipo Calefacción y Aire Acondicionado Inverter 2 compresores + 2 intercambiadores de calor, 31,5 – 28 Kw capacidad, en oficinas, 8-10 unidades interiores, instalado	20.320	1	20.320
Ud	Caldera monobloc de chapa de acero 5 bar presión, 500 litros capacidad ACS, cuadro control digital KSF, quemador 2 etapas, potencia térmica 460 Kw	10.575	1	10.575
Ud	Generador de nitrógeno para inertización tecnología PSA 12 Kw, presión 6-10 bar, con regulación en continuo, automatismos y panel de control	8500	1	8.500
Ud	Equipo recirculación agua con circuito primario y secundario, depósito regulador, bombas de recirculación, conducciones, valvulería, presostatos y manómetros, acero inoxidable AISI 304 y 316, potencia eléctrica 24 Kw	35.390	1	35.390
EQUIPAMIENTO DE CRIANZA				
Ud	Jaulón para crianza en botella, 588 botellas bordelesa, acabado bicromatado, volteable y apilable, 2 rejillas separadoras y 1 de cierre	90	1.564	140.760
Ud	Volteador para jaulones metálicos en acero galvanizado con centrador de jaulón	825	2	1.650
Ud	Durmiente metálico doble para barricas tipo bordelés de 225 litros, apilable	45	1.881	84.645
Ud	Barrica bordelesa de roble francés o americano con 225 litros de capacidad, precio ponderado al 50% cada tipo	415	3.761	1.560.815
Ud	Lavabarricas semi-automático, máquina agua fría/caliente a presión 4 Kw potencia, trifásica, limpiador interior 360º, 10 manguera presión, lanza lavado exterior 1,2 m, instalada	3.250,00	1	3.250,00
EQUIPAMIENTO AUXILIAR				
P.A.	Laboratorio equipado elemental para control de maduración y vinificación, pHmetro, refractómetro, densímetro, medidor de sulfuroso, acidez total, etc.	4.850,00	1	4.850,00
ml	Mangueras Enoflex PVC flexible anillos interiores, presión 7,5 bares, uso alimentario, diámetro interior 60 mm., para trasiegos de mostos y vino	13,00	80	1.040,00
Ud	Evacuador y triturador de raspón potencia 4 Kw trifásico, capacidad 15-20 Tm/h, longitud 15 a 20 m, anclajes e instalación, desmontable	1.850,00	1	1.850,00
Ud	Vehículo industrial tipo furgón 120 CV	21.000	1	21.000
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPAMIENTO				3.592.526
PROYECTO, DIRECCIÓN DE OBRA, CALIFICACIÓN AMBIENTAL Y LICENCIAS				
	Tramitación y ejecución de proyecto de construcción e instalaciones, evaluación de impacto ambiental, dirección de obra y licencias de actividad	229.657	1	229.657
TOTAL INVERSIÓN INICIAL				5.333.167

ANEXO II

DATOS DE PRIMER PLANO DEL INVENTARIO DEL ACV

Valores de los inputs en bodega en relación a la unidad funcional (1 botella de vino de 0,75 L).

		Joven	Roble	Crianza
Insumos de elaboración				
Metabisulfito	g	3,750E-03	3,750E-03	3,750E-03
Sulfuroso	g	2,250E-03	2,250E-03	2,250E-03
Levadura	g	1,500E-02	1,500E-02	1,500E-02
Proteína de guisante	g	1,500E-02	1,500E-02	1,500E-02
Poliaspartato de potasio	g	7,500E-05	7,500E-05	7,500E-05
Agua	L	2,625E+00	2,625E+00	2,625E+00
Energía				
Electricidad	kw-h	1,930E-01	1,930E-01	1,930E-01
Envejecimiento				
Barril	kg		2,323E-01	2,371E-01
Transporte	t-km		1,162E-01	1,186E-01
Botella				
Botella	kg	4,200E-01	4,200E-01	7,200E-01
Transporte	t-km	1,680E-01	1,680E-01	2,880E-01
Palé	g	3,079E+01	3,079E+01	3,079E+01
Plástico	g	9,200E-01	9,200E-01	9,200E-01
Empaquetado				
Tapón	g	4,500E+00	4,500E+00	4,500E+00
Cápsula	g	1,200E+00	1,200E+00	1,200E+00
Etiqueta	g	8,000E-01	8,000E-01	8,000E-01
Caja de cartón	g	3,783E+01	3,783E+01	3,783E+01
Plástico	g	1,000E+00	1,000E+00	1,000E+00







GOVINECOCIR



GO VINECOCIR

**ECONOMÍA CIRCULAR EN LA VITICULTURA
Y ENOLOGÍA MURCIANAS: UN ENFOQUE DE MARKETING
TERRITORIAL Y AMBIENTAL**

SOCIOS



EQUIPO REDACTOR



Instituto Murciano de Investigación y
Desarrollo Agrario y Alimentario

EQUIPO DE BIOECONOMÍA