



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Potencial de reducción del consumo energético e
impacto ambiental del sector vitivinícola en Europa

Autor/es

María Dolores Mainar Toledo

Director/es

Ignacio Zabalza Bribian

EINA – Universidad de Zaragoza

2013/2014

POTENCIAL DE REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO E IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR VITIVINÍCOLA EN EUROPA

RESUMEN

- Objetivos y problemas abordados:

Este trabajo pretende suprir la ausencia de una base de datos que cubra el cultivo de la uva y la producción del vino, relativa a consumos de energía, de recursos, etc., además de impactos ambientales de su ciclo de vida, a nivel europeo. Para ello el objetivo general de este trabajo es establecer una metodología de minimización del impacto ambiental de los procesos de elaboración del vino a nivel europeo, consiguiendo además una reducción del coste económico y del uso de recursos.

Los objetivos específicos del presente trabajo que se proponen son:

- Establecimiento de los impactos medioambientales de las bodegas europeas a través de la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) .Obtención de las variables de los procesos del cultivo de la uva y producción del vino más influyentes en los impactos medioambientales desde “la cuna a la puerta”, incluyendo desde el origen de las materias primas hasta la fabricación del vino.
- Establecimiento de valores de referencia en términos de impactos ambientales con los cuales las bodegas europeas interesadas en mejorar sus procesos puedan compararse.
- Obtención del potencial de mejora ambiental de las bodegas europeas.

- Metodología (enfoque y herramientas):

El sistema de cultivo y los procesos de producción del vino de 86 bodegas de toda Europa serán analizados desde la perspectiva de los recursos utilizados (agua, energía, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, vidrio, aditivos, etc.), para ello se parte de un análisis de ciclo de vida (ACV) de cada una de las bodegas analizadas, para establecer un procedimiento de reducción de impactos ambientales a través de un proceso de bajo coste económico y de tiempo. La metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA) se utiliza como una herramienta de gestión ambiental para crear una herramienta de decisión que ofrezca la posibilidad de seleccionar aquellas medidas de mejora en los procesos o fases de la producción del vino que mayor impacto tengan en las bodegas. DEA es una metodología de programación lineal utilizada para cuantificar de manera empírica y comparativa la eficiencia productiva de múltiple entidades similares entre ellas.

Contenido

1. Introducción.....	8
2. Metodología	10
2.1. Muestra	10
2.2. Análisis de ciclo de vida y Análisis Envolvente de Datos	12
2.2.1. Análisis de Ciclo de Vida	13
2.2.2. Análisis Envolvente de Datos.....	18
3. Resultados	20
3.1. Inventario de datos de viñedo y vinificación.....	20
3.2. Análisis de Ciclo de Vida de las Bodegas	21
3.3. Reducción de impactos ambientales con el Análisis Exploratorio de Datos	23
4. Conclusiones	28
5. Referencias.....	30
ANEXOS.....	32

Índice de Figuras

Figura 1 Localización de cada una de las bodegas bajo estudio.	11
Figura 2 Fases del ACV	14
Figura 3 Límites del sistema genéricos para ACV.....	14
Figura 4 Indicador medioambiental agregado de impactos en el AIRE para las bodegas analizadas (adimensional)	22
Figura 5 Indicador medioambiental agregado de impactos en el AGUA para las bodegas analizadas (adimensional)	22
Figura 6 Indicador medioambiental agregado de impactos en el SUELO para las bodegas analizadas (adimensional)	22
Figura 8 Reducción de impactos ambientales en el indicador agregado de AIRE (adimensional)	24
Figura 9 Reducción de impactos ambientales en el indicador agregado de AGUA (adimensional)	25
Figura 10 Reducción de impactos ambientales en el indicador agregado de SUELO (adimensional).....	25

Índice de Tablas

Tabla 1 Número de bodegas analizadas por país	10
Tabla 2 Bodegas incluidas en la muestra definitiva por país	12
Tabla 3 Categorías de impacto del método ReCiPe midpoint, junto con sus unidades y los factores de agregación para categorías aire, agua, suelo y global.....	17
Tabla 4 Estadística descriptiva de los datos del ICV	21
Tabla 5 Resultados del Análisis Exploratorio de Datos para el viñedo de las DMUs ineficientes	24
Tabla 6 Resultados del Análisis Exploratorio de Datos para la bodega de las DMUs ineficientes	24
Tabla 7 Porcentaje de reducción de entradas por DMU para el viñedo	26
Tabla 8 Porcentaje de reducción de entradas por DMU para la bodega.....	26
Tabla 9 Porcentaje de reducción de impactos ambientales por DMU.....	27
Tabla 10 Potencial de reducción de los impactos ambientales de las DMUS ineficientes	28
Tabla 11 inventario de datos de viñedo	51
Tabla 12 inventario de datos de bodega.....	53

Listado de abreviaturas y nomenclaturas

PYMES: Pequeñas y medianas empresas

GEI: Gases de efecto invernadero

ACV: Análisis de ciclo de vida

SFA: Análisis estocástico de frontera

DEA: Análisis envolvente de datos (Data envelopment analysis)

ICV: Inventario de ciclo de vida

SETAC: Society of Environmental Toxicology and Chemistry

RCP: Reglas de Categoría de Producto

DAP: Declaración ambiental de producto

UCSC: Universidad Católica del Sacro Cuore

LP: Programación lineal (linear programming)

DMU: Unidades de toma de decisión (Decision making units)

CC: Categoría de impacto cambio climático

OD: Categoría de impacto de disminución de ozono

HT: Categoría de impacto toxicidad humana

PO: Formación de oxidantes fotoquímicos

IR: Radiación ionizante

TA: Acidificación terrestre

FWE: Eutrofización de agua fresca

ME: Eutrofización marina

TE: Eutrofización terrestre

FWEC: Ecotoxicidad de agua fresca

MEC: Ecotoxicidad marina

ALO: Ocupación de suelo agrícola

ULO: Ocupación de suelo urbano

NLT: Transformación de suelo natural

WD: Disminución de agua

MD: Disminución de metales

FD: Disminución de fósiles

TWC: Consumo total de agua

1. Introducción

La industria del vino, a nivel europeo, se encuentra en un momento de expansión y de alta competitividad y se caracteriza por ser un sector diversificado y dinámico en continua evolución. Su actividad se desarrolla principalmente a través de negocios familiares y cooperativas que corresponden a pequeñas y medianas empresas (PYMES). Esto hace que existan barreras no-tecnológicas para la evaluación y la reducción de sus impactos medioambientales, en términos de consumo y calidad del agua, generación y gestión de residuos orgánicos e inorgánicos, uso de energía y emisiones de gases de efecto invernadero, uso de productos químicos, uso del suelo e impacto en los ecosistemas. Hasta la fecha las propias organizaciones vitivinícolas han realizado ciertos esfuerzos por mejorar medioambientalmente, y aunque esta acción puede verse como un paso positivo, la efectividad de estas acciones está sujeta a debate. [1].

El sector agrícola es considerado, después de los combustibles fósiles, la principal causa de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Según el IPCC, el sector agrícola es el segundo mayor responsable de la producción global de GEI, emitiendo entre 5.1 y 6.2 GTm de CO₂ eq., lo que supone el 10-12 % de las emisiones totales de GEI provocadas por la actividad humana. Esto es debido a emisiones directas de operaciones agrícolas, tales como el uso de combustible en tractores o equipos de riego, etc., pero además hay que tener en cuenta las emisiones indirectas derivadas de este tipo de actividades, tales como el uso de gas natural en la producción de fertilizantes y productos químicos, etc. [2], el sector vitivinícola forma parte de este escenario. Dentro de los países productores, los de mayor producción son europeos (Francia, Italia y España), y Europa representaba en 2009 el 67.8% de la producción mundial [3].

Las investigaciones aplicadas dentro del sector agroalimentario para analizar el desempeño ambiental se basan principalmente en la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) [4-6], de los diferentes procesos analizados [4, 7, 8]. Para el sector vitivinícola europeo y mundial existen estudios y trabajos de evaluación medioambiental que han abordado muestras nacionales, denominaciones de origen, etc.[1, 5, 9]. Es el caso del vino blanco de la Sardinia, en donde se evalúan las emisiones de CO₂ asociadas a la producción del vino [4] o el análisis de ciclo de vida (ACV) del vino Ribeiro[3], del vino del noroeste de España [10] y del vino de la Sardinia para obtener sus impactos ambientales [2] o el vino de la Nueva Escocia (Canadá) [7]; otro estudio de Pizzigallo et all (2008) realiza un análisis de dos bodegas italianas incluyendo una combinación de ACV con un estudio “Energy”, el cual es definido como la cantidad de solar directa o indirectamente necesaria para dar apoyo al sistema dado y su nivel de organización, se calcula en “enjulios” solares, e incluye los inputs gratuitos del medioambiente y los inputs con coste [6], pero hasta la fecha no se ha realizado un estudio global de los impactos ambientales abarcando el sector del vino a nivel europeo. En este sentido, este trabajo pretende cubrir la ausencia de una base de datos que abarque el cultivo de la uva y la producción del vino, relativa a consumos de energía, de recursos, etc., además de impactos ambientales de su ciclo de vida, a nivel europeo.

A pesar de los avances significativos e intereses de la comunidad científica en la reducción del consumo de recursos y la minimización de los impactos ambientales del sector vitivinícola, existe una falta de información para la identificación de las variables que tienen mayor influencia en los impactos ambientales de los procesos de vinificación, rechazando aquellos que no aportan información relevante [2, 4]. Complementando el ACV se pueden obtener potenciales de reducción de impactos medioambientales basándose en la reducción de los recursos, electricidad y agua utilizados en el proceso de producción, para ello existen diferentes técnicas de medición de la eficiencia medioambiental. Por un lado existen los estudios paramétricos basados en los análisis estocásticos de frontera (SFA)[11], en donde se mide el comportamiento a través de la estimación de una producción restrictiva o una función de coste. Las desviaciones en las formas de la función afectan a los resultados en estos métodos. Existen otros métodos no paramétricos, que es el caso del Análisis Envolvente de Datos (DEA) [12], DEA es una metodología de programación lineal utilizada para cuantificar de manera empírica y comparativa la eficiencia productiva de múltiples entidades similares entre ellas [13] construyendo una combinación lineal de los inputs y los outputs observados. La mayor ventaja del DEA es que no impone ninguna forma funcional. Por lo tanto DEA es un método efectivo para evitar la incorrecta especificación de los modelos. Además provee de suficiente información para mejorar la eficiencia de una organización. Por estas diversas razones DEA ha sido extensamente aplicado para evaluar eficiencias medioambientales en los últimos años [14-16].

Diversos estudios han realizado un benchmarking del sector analizado, a través del Análisis Envolvente de Datos (DEA) [13, 17-20], o un análisis a través de algoritmos multiobjetivo [21] o lógica fuzzy [11, 22-24].

En este sentido el presente trabajo pretende, siguiendo las líneas del uso del ACV junto con el DEA, fijar los potenciales de reducción de impactos ambientales del sector del vino a nivel europeo, por lo tanto, el objetivo general de este trabajo es establecer una metodología de minimización del impacto ambiental de los procesos de elaboración del vino a nivel europeo, consiguiendo además una reducción del coste económico y del uso de recursos.

Los objetivos específicos del presente trabajo son:

- Establecimiento de los impactos medioambientales de las bodegas europeas a través del ACV [4-6].
- Obtención de las variables de los procesos del cultivo de la uva y producción del vino más influyentes en los impactos medioambientales desde “la cuna a la puerta”, incluyendo desde el origen de las materias primas hasta la fabricación del vino.
- Establecimiento de valores de referencia en términos de impactos ambientales con los cuales las bodegas europeas interesadas en mejorar sus procesos puedan compararse.
- Obtención del potencial de mejora ambiental de las bodegas europeas.

2. Metodología

El sistema de cultivo y los procesos de producción del vino en las bodegas europeas son analizados desde la perspectiva de los recursos utilizados (agua, energía, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, vidrio, aditivos, etc.), para ello se parte de un ACV de cada una de las bodegas analizadas, para establecer un procedimiento de reducción de impactos ambientales, a través de un proceso de bajo coste económico y de tiempo. Para ello, la metodología del DEA [12], se utilizan como soporte a la gestión ambiental, para crear una herramienta de decisión que ofrezca la posibilidad de seleccionar aquellos recursos o procesos donde aplicar medidas de mejora que conlleven una reducción en los impactos ambientales que produzcan las bodegas.

2.1. Muestra

86 bodegas europeas son analizadas dentro del marco del proyecto ECO-PROWINE, - financiado bajo el programa Eco-innovación de la Comisión Europea, en el cual participo como investigadora y coordinadora. En este proyecto participan 6 países europeos (España, Portugal, Italia, Grecia, Austria y Bulgaria). El número de bodegas participantes, por país, se puede observar en la Tabla 1 Número de bodegas analizadas por país, y su localización en el mapa europeo se puede ver en la Figura 1.

España	21
Alemania	3
Austria	12
Suiza	1
Francia	2
Italia	21
Portugal	12
Grecia	11
Bulgaria	2
Rumania	1

Tabla 1 Número de bodegas analizadas por país

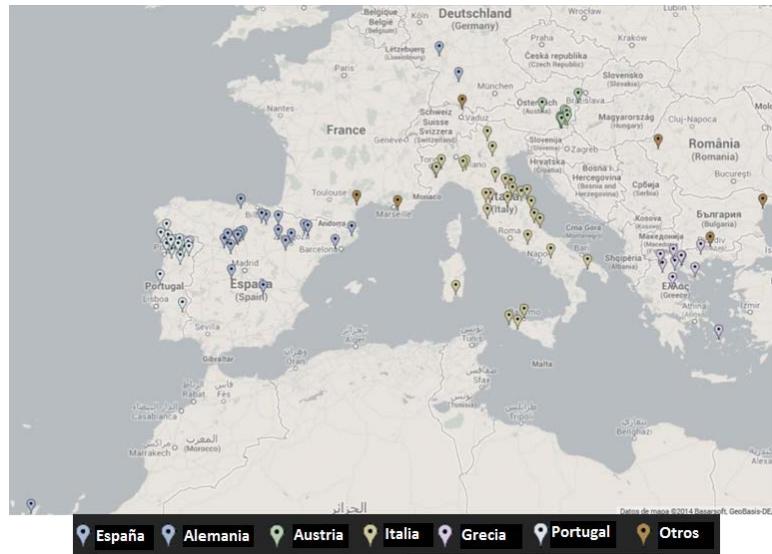


Figura 1 Localización de cada una de las bodegas bajo estudio.

Las bodegas seleccionadas incluyen viñedo y bodega y forman parte de las PYMES.

Para el análisis se han tomado datos en base anual, concretamente dentro del periodo de Mayo 2011 a Abril 2012, que corresponde al ciclo anual de trabajo de las bodegas. La obtención de datos de sus procesos de cultivo y vendimia se ha llevado a cabo siguiendo los siguientes pasos:

- Obtención de datos a través del envío de cuestionarios a través de email, en este caso las bodegas han recopilado datos anuales de sus diferentes consumos, a través de facturas y albaranes.
- Validación de datos de las bodegas y corrección de datos erróneos a través de un segundo contacto con ellas, en este caso a través de teléfono.

La definición del cuestionario es el resultado de las decisiones tomadas para los límites fijados para el sistema tenido en cuenta para el Análisis de Ciclo de Vida, incluyendo desde la gestión del viñedo hasta el empaquetado del vino (sin considerar las inversiones de la maquinaria ni de la infraestructura, la distribución y la publicidad y promoción de los productos).

El cuestionario incluye los principales inputs para la gestión del viñedo y de la producción del vino. El cuestionario fue diseñado con el propósito de que fuese fácil de cumplimentar para los productores de vino desde dos puntos de vista: por una parte para obtener la información necesaria y para evitar que el productor no termine de cumplimentarlo. El cuestionario se ha reducido a 112 preguntas incluyendo los aspectos medioambientales, económicos y sociales de la sostenibilidad (ver Anexo A), las preguntas están estructuradas de acuerdo a la información que se precisa de datos de la empresa, estructura productiva, descripción del proceso de producción, inputs generales, gestión del viñedo, proceso de producción del vino, empaquetado, residuos y datos

socioeconómicos. Para el presente estudio sólo se han considerado las respuestas concernientes a impactos medioambientales.

Una vez obtenidos todos los cuestionarios, con los datos incluidos y revisados, la muestra se ha reducido a 57 bodegas, debido a la ausencia de datos y existencia de errores en los datos de inventario facilitados. La muestra queda de la siguiente manera (ver Tabla 2)

	Nº de bodegas para el análisis	Nº de bodegas eliminadas
España	13	8
Alemania	2	1
Austria	11	1
Suiza	1	0
Francia	2	0
Italia	15	6
Portugal	6	6
Grecia	7	4
Bulgaria	0	2
Rumanía	0	1

Tabla 2 Bodegas incluidas en la muestra definitiva por país

2.2. Análisis de ciclo de vida y Análisis Envolvente de Datos

Para minimizar los impactos medioambientales de un proceso, se debe tener en cuenta una visión global del proceso completo, desde “la cuna a la tumba”, de tal manera que los recursos consumidos y los residuos generados, por unidad de producción, sean conocidos. Este análisis se lleva a cabo a través del ACV, como herramienta de toma de decisión para la gestión medioambiental de las organizaciones, con el objetivo de obtener un alto grado de ecoeficiencia. Por lo anterior, dentro del presente estudio se ha desarrollado un ACV. El ACV considera el análisis del impacto del Inventario de Ciclo de Vida (ICV) desde la cuna hasta la tumba (desde la producción de la botella de vino hasta el final de su vida útil y la gestión de los residuos generados en el sistema). Posteriormente, un modelo de decisión basado en el DEA es implementado para realizar un benchmarking de las bodegas bajo estudio y poder definir ineficiencias y reducción de entradas de proceso con la consecuente reducción de impactos ambientales.

2.2.1. Análisis de Ciclo de Vida

Objeto de Análisis. La metodología del Análisis de Ciclo de Vida ha sido utilizada para evaluar los impactos medioambientales de cada una de las fases bajo consideración. Este provee de un análisis estructurado de inputs y outputs en cada fase del análisis de ciclo de vida de los productos y servicios [25]. La Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)¹ define el ACV como un proceso objetivo para evaluar los límites medioambientales asociados con un producto, proceso o actividad. Esta evaluación se consigue siguiendo los siguientes pasos: (1) identificando la energía, materiales, y todos los tipos de residuos que son liberados o eliminados al medioambiente; (2) determinando los impactos medioambientales del consumo de energía y de los materiales utilizados y eliminados al medioambiente; (3) evaluando e implementando prácticas de mejora medioambiental. El análisis se desarrolla a lo largo de todo el ciclo de vida del proceso o actividad, incluyendo la extracción y el procesado de las materias primas, manufactura, transporte, distribución, uso, reciclado, reutilización, y disposición final [26].

La metodología descrita anteriormente está estandarizada por la ISO 14040:2006 [27, 28]. El desempeño medioambiental está declarado de acuerdo a las Reglas de Categoría de Producto (RCP) del vino, desarrollado dentro del proyecto LIFE HaproWINE². El proceso analizado está dividido en cuatro pasos básicos: (1) definición del objetivo y del alcance del análisis; (2) análisis de inventario; (3) análisis de impacto; e (4) interpretación. La Figura 2 muestra las principales fases del estudio de ACV e ilustra el carácter dinámico y la relación entre las diferentes fases.

Siguiendo las RCP mencionadas anteriormente, este análisis aplica a vino procedente de uvas frescas, en relación a la variedad en color, contenido de azúcar o edad. En este sentido, el vino espumoso no se incluye en este análisis. Dentro del alcance del análisis, se incluyen vinos procedentes de diferentes áreas geográficas dentro de Europa (no sólo los países incluidos en el proyecto), bajo denominaciones de origen o no, utilizando prácticas de agricultura y/o diferentes procesos de producción y presentados con diferentes formatos de embalaje/empaquetado. También, la extensa variedad del alcance del proyecto, se permite evaluar vino tradicional y vino ecológico.

Límites del sistema: La selección de los límites tiene que ver con la disponibilidad de obtener los datos necesarios para el cálculo. Teniendo en cuenta la dificultad de las PYMES para obtener datos de consumo detallado, principalmente, en el consumo de electricidad y de agua, ya que la obtención de estos datos representaría altos costes económicos y humanos para la mayoría de las bodegas analizadas, se han considerado los siguientes límites y simplificaciones:

¹ Society of Environmental Toxicology and Chemistry: www.setac.org

² Life HaproWINE: Integrated waste management and life cycle assessment in the wine industry. From waste to high-value products. LIFE08 EN/E/000143, <http://www.haprowine.eu/>

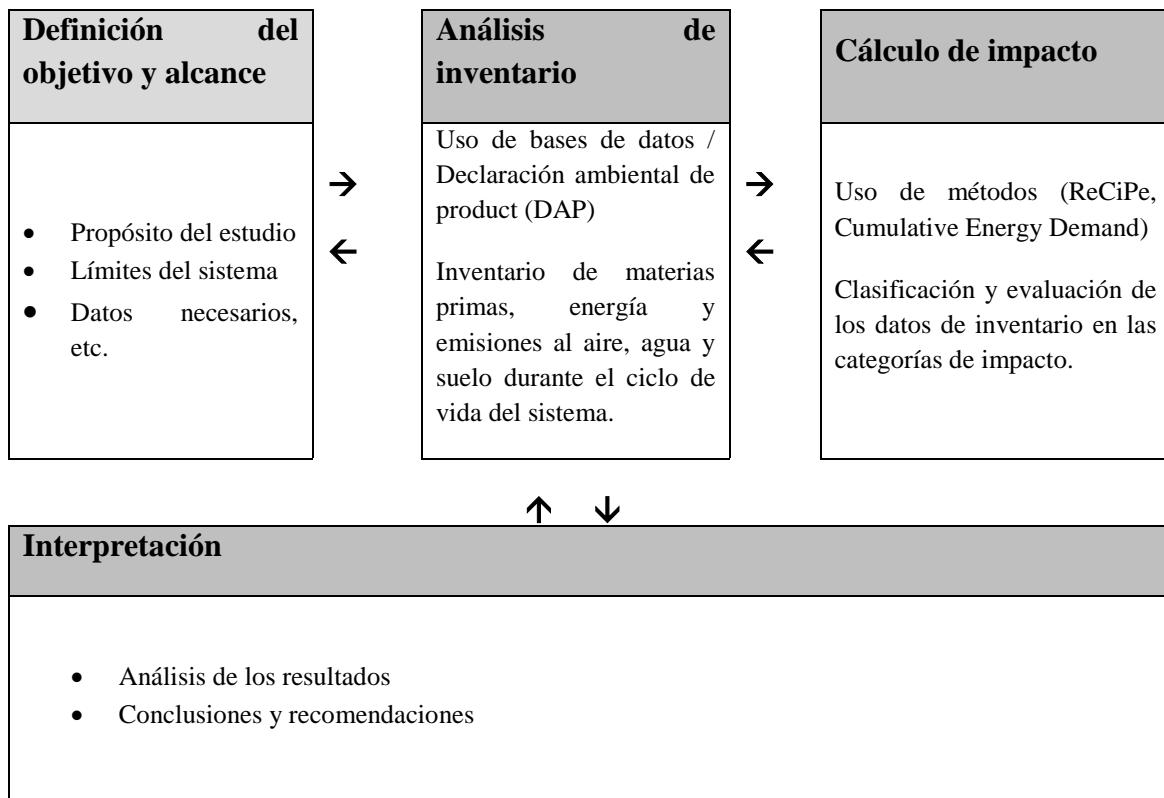


Figura 2 Fases del ACV

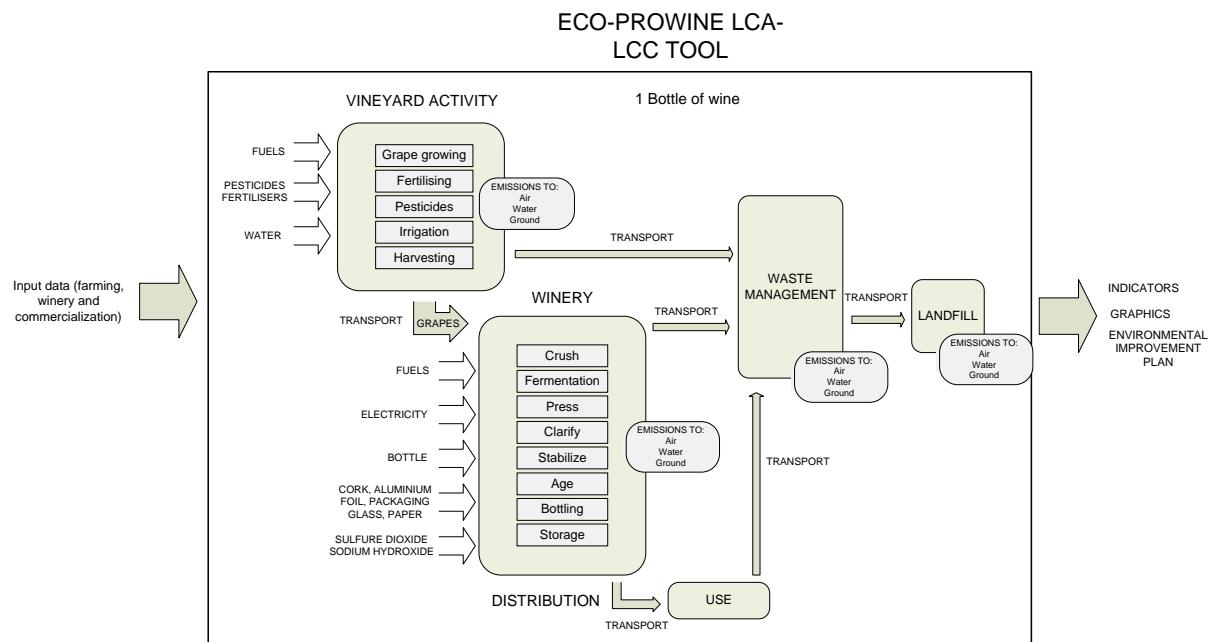


Figura 3 Límites del sistema genéricos para ACV

- El estudio se realiza por bodega y no por tipo de producto (tipo de vino).
- El estudio se realiza a pequeñas y medianas bodegas.
- No se incluye transporte de los residuos a la planta de tratamiento.
- No se incluye distribución.
- No se incluye el uso del vino (consumo).
- No se incluye disposición final de la botella de vidrio, una vez consumido el vino.

Unidad funcional. La unidad funcional es la unidad de referencia de todos los inputs y outputs del sistema para obtener el Análisis de Inventario [29]. En este caso, la unidad funcional es un litro de vino producido durante el periodo considerado. Esto incluye el empaquetado primario (botella y tapón) y empaquetado secundario (p.ej. caja de cartón). Se pueden obtener resultados comparativos también en términos de 1 kg. de uva o una botella de vino de 75 ml.

De acuerdo a las RCP del vino, los sistemas generales para el ACV se definen de acuerdo a los siguientes principios:

- Principio de modularidad: los procesos (incluyendo sus impactos ambientales) se asignan al módulo durante el cual son producidos.
- Principio de “El que contamina paga”: los procesos de tratamiento de residuos se asignan al sistema del proceso que genera el residuo, hasta que la condición final del residuo se alcanza.
- Los procesos de reciclado de residuo se asignan al sistema que usará los productos derivados.
- El residuo del sistema estudiado, que será reciclado, formará parte de un sistema de producto diferente, sin asignar los créditos medioambientales al sistema del producto evaluado. En este sentido, los impactos ambientales relacionados con la generación del residuo consideran sólo los métodos de tratamiento y no los impactos medioambientales evitados por producir posibles materiales reciclados.

Referencia de la vida útil del producto. Puesto que el vino se vende en un periodo de días o de pocos meses, desde un punto de vista temporal, siguiendo las RCP para el vino, se puede considerar un producto con un alto volumen de mercado. Por lo tanto, el efecto que puede tener el almacenaje del vino respecto a otras etapas es insignificante. Por lo tanto, este efecto es excluido desde el enfoque de ACV de la herramienta.

Además, como se menciona en la RCP para el vino: "la fijación del CO₂ en la vid también estará excluida del estudio de ACV debido a la incertidumbre con respecto a su cálculo; todavía no existe un consenso suficiente en la comunidad científica. En futuras revisiones de estas RCP, la posibilidad de incluir este efecto basado en los avances metodológicos debe ser más dirigida". En este sentido la fijación del CO₂ también queda excluida desde el enfoque de ACV de la herramienta.

ICV. La selección de datos se hizo teniendo en cuenta datos específicos del sistema estudiado, especialmente en la fase de producción. También considerando los trabajos

realizados a nivel científico, publicados en revistas especializadas, experiencias propias y proyectos anteriores que los socios han implementado. Una lista completa de entradas fue creada siguiendo los criterios definidos en los criterios de corte y teniendo en cuenta las fases del ciclo de vida explicados anteriormente. Se ha desarrollado una matriz, incluyendo las entradas principales de la gestión de viñedo y producción del vino.

Por otro lado, se han utilizado datos genéricos del software SimaPro v.7.3 y las bases de datos comerciales y gratuitas, p. ej. Ecoinvent y ELCD. Estas bases de datos incluyen un detallado ICV de cada entrada incluida en el proceso de bodega. Por ejemplo, cuando nos referimos al consumo de electricidad de 1kWh, se utiliza el mix energético según el país en donde se encuentra, en términos de los impactos ambientales a nivel de caracterización (18 indicadores de punto medio).

Las bases de datos utilizadas para este estudio de ACV en particular son:

- EUs ELCD 3.0. base de datos (<http://lca.jrc.ec.europa.eu/ELCD/index.vm>): se compone de datos ICV de asociaciones empresariales europeas y otras fuentes de materiales clave, los suministradores de energía, transporte y gestión de residuos. Se centra en la calidad de los datos, consistencia y aplicabilidad.
- Ecoinvent v2.0 (<http://www.ecoinvent.ch>): la base de datos Ecoinvent v2.0 contiene datos ICV industriales internacionales sobre suministro de energía, extracción de recursos, suministro de materiales, productos químicos, metales, materiales de construcción, servicios de gestión de residuos y servicios de transporte.
- También es posible obtener los datos de inventario de DAP, que son las declaraciones de tipo III (control de terceros, ISO 14025). Más información sobre DAPs puede encontrarse en el sitio web del sistema EPD International ® (<http://www.environdec.com>) y el sitio web de GEDnet (<http://www.gednet.org>).

Evaluación de impacto ambiental. En esta investigación se ha aplicado el método midpoint para evaluar los impactos ambientales, en este caso las categorías de impacto se pueden definir como los impactos sobre el medio ambiente causados por los flujos energéticos y materiales del ICV, el resultado final es un inventario agrupado y simplificado donde solo aparecerán aquellos flujos energéticos y materiales que afecten a las categorías de impacto seleccionadas[26]. Puesto que ReCiPe es una de las metodologías más recientes y armonizadas [30], ha sido seleccionada para la cuantificación de los indicadores de categoría de impacto de ciclo de vida utilizando SIMAPRO v7.3 [31] como aplicación de software. En este sentido, los resultados son clasificados en dieciocho categorías diferentes según el método midpoint ReCiPe [30, 32], tales como el cambio climático, toxicidad humana, formación de partículas, acidificación terrestre, eutrofización del agua dulce y marina, eco-toxicidad y agotamiento de fósiles.

También se ha tenido en cuenta el consumo total de agua dulce como indicador en relación a la reducción del recurso.

Además de las 19 categorías de impacto incluidas anteriormente, se han incluido 3 indicadores agregados de impacto ambiental en el AIRE, AGUA y SUELO, para facilitar la lectura de los impactos ambientales a las bodegas participantes, ya que no están familiarizadas con los términos del ACV.

El indicador de AIRE engloba las categorías de impacto relacionadas con el cambio climático, contaminación del aire y toxicidad en relación a la salud humana, las cuales se han incluido ponderadas de acuerdo a criterios establecidos por la Universidad Católica del Sacro Cuore (UCSC) y AEIFORIA (spin off de UCSC), las cuales son entidades especializadas en el cálculo de impactos ambientales en el sector agroalimentario.

El indicador de AGUA engloba las categorías de impacto de eutrofización, ecotoxicidad y reducción del recurso.

El indicador agregado SUELO incluye las categorías relacionadas a la ocupación, ecotoxicidad, transformación y reducción de recursos del suelo.

El indicador agregado GLOBAL incluye a los tres anteriores.

Los factores de agregación se incluyen en la siguiente tabla:

Indicadores midpoint	Peso	Area	GLOBAL
Cambio climático (kg CO ₂ eq)	0.40	aire	0.65
Disminución de ozono (kg CFC -11 eq)	0.20	aire	
Formación de oxidantes fotoquímicos (NMVOC kg)	0.10	aire	
Toxicidad humana (kg 1,4-DCB eq.)	0.10	aire	
Formación de partículas (kg PM10 eq)	0.10	aire	
Radiación ionizante (Kg U235 eq)	0.10	aire	
Eutrofización de agua fresca (Kg P eq)	0.20	agua	0.20
Eutrofización marina (kg N eq)	0.20	agua	
Ecotoxicidad de agua fresca (kg 1,4-DB eq)	0.20	agua	
Ecotoxicidad marina (kg 1,4-DB eq)	0.20	agua	
Disminución de agua (m ³)	0.20	agua	
Ocupación de suelo agrícola (m ² × year)	0.30	suelo	0.15
Ocupación de suelo urbano (m ² × year)	0.10	suelo	
Transformación del suelo natural (m ²)	0.10	suelo	
Ecotoxicidad terrestre (kg 1,4-DB eq)	0.20	suelo	
Acidificación terrestre (kg SO ₂ -eq)	0.10	suelo	
Disminución de metales (kg Fe eq)	0.10	suelo	
Disminución de combustibles fósiles (Kg oil eq)	0.10	suelo	

Tabla 3 Categorías de impacto del método ReCiPe midpoint, junto con sus unidades y los factores de agregación para categorías aire, agua, suelo y global.

Criterios de corte. Para evaluar las implicaciones ambientales de cada una de las etapas consideradas, se han seleccionado los siguientes límites del sistema:

- Se consideran flujos de energía y material que representan más de 1% del total de energía o masa, respectivamente que entren o salgan de cada uno de los módulos.
- -No se consideran etapas que contribuyen menos del 1% en el análisis de inventario o menos del 1% del impacto medioambiental total.
- -La suma de los flujos excluidos no puede exceder más del 5% de la energía y los materiales totales utilizados en todo el ciclo de vida del producto.
- -Se incluyen las entradas o salidas de flujos que son peligrosos para la salud humana o los ecosistemas, según las legislaciones, reglamentos, evidencias científicas y los impactos ambientales relevantes.
- -Los límites de segundo orden están definidos teniendo en cuenta las fases de producción y la producción de energía y materias primas para cada componente.
- - Se excluye el transporte interno, con la excepción de los relacionados con el consumo de combustible en las operaciones de cultivo y labranza.
- - Se excluye el transporte de las materias primas a la bodega, incluyendo los materiales de embalaje.
- -Se excluye el transporte de los residuos generados en la bodega hasta la planta de tratamiento.
- -Se excluye la producción de la infraestructura, que incluye: la construcción de la bodega, maquinaria usada, plantaciones y equipos.
- - Las emisiones de CO₂ de fuentes biológicas son consideradas neutrales. En este caso el enfoque de la herramienta sigue este criterio como se explica en el ejemplo presentado en la RCP de vino: "El C³ atmosférico que se fija durante el crecimiento de la uva (mediante la fotosíntesis) o las emisiones de CO₂ de fermentación o descomposición biológica de residuos orgánicos, no están incluidos en el inventario". En cambio, las emisiones de CO₂ de los combustibles fósiles están incluidas en el inventario.

2.2.2. Análisis Envolvente de Datos

El Análisis Envolvente de Datos (DEA) es un procedimiento matemático basado en programación lineal (LP) para estudiar la eficiencia energética o medioambiental de diferentes organizaciones, entidades. Dentro de este análisis son llamadas Unidades de

³ C=Carbono

Toma de Decisión (Decision Making Units, DMUs) o unidades de cálculo. DEA permite estudiar diferentes DMUs que operan en diferentes escalas.

Cuando el objetivo del análisis es incorporar numerosas entidades existe el problema de tener que tratar con valores promedio de múltiples sets de datos, que usualmente representan grandes desviaciones estándar que pueden impedir una adecuada interpretación de los datos [19].

El uso conjunto del DEA con el ACV es una metodología que evita las mal interpretaciones causadas por las altas desviaciones estándar de la población estudiada, y facilita una información detallada de la operación y del análisis medioambiental de la muestra bajo estudio.

Este estudio se basa en la metodología de la combinación de ACV con DEA en cinco pasos [33]. Donde el primer paso (paso A) consiste en recopilar los datos del ICV de cada bodega. Posteriormente se realiza el ACV de cada una de las bodegas, basado en el ICV obtenido en el paso A, de esta manera se caracteriza medioambientalmente cada una de las bodegas para las categorías de impacto estudiadas en este análisis (paso B). El tercer paso (paso C) tiene que ver con el DEA del ICV obtenido en el paso A, pero para una base temporal de cálculo de 1 año. En este caso se obtiene el benchmarking de las bodegas analizadas, en donde se detectan las bodegas eficientes e ineficientes desde el punto de vista de uso de recursos. El ACV+DEA en cinco pasos incluye un subpaso C.2. que tiene que ver con la expectativa de obtener gran número de DMUs eficientes, para ello se realiza un segundo benchmarking basado en análisis llamado de “super-eficiencia” para asignar un coeficiente mayor a 1 a las DMUs eficientes y detectar dentro de las DMUs eficientes DMUs ineficientes y así obtener menor número de DMUs ineficientes. En el presente estudio no se incluye este paso C.2. debido a que las bodegas que se analizan son PYMES y debido a su contexto económico el realizar un análisis de “super-eficiencia” les crearía más dificultades a la hora de obtener la eficiencia requerida del proceso. El cuarto paso (D) corresponde a la caracterización medioambiental de las bodegas ineficientes con los nuevos inputs obtenidos del DEA (a través de nuevas DMU virtuales) y así poder comparar en un quinto paso (E) el potencial de reducción de impactos ambientales [19].

El ratio de eficiencia se obtiene comparando los outputs producidos con los inputs utilizados.

DEA mide la eficiencia de una unidad (DMU) usando el ratio siguiente:

Ratio eficiencia=Output virtual/Input virtual

Para ello cada output virtual está formado por la suma de los vectores de salida considerados por unas ponderaciones para cada uno de los outputs y lo mismo para los inputs virtuales. El ratio considera todos los inputs y todos los outputs. Este tipo de medida es llamada Factor de Productividad Total. Los pesos asignados a cada input y output son variables utilizadas en el proceso de optimización del DEA.

El modelo DEA para este estudio está orientado a la reducción de las entradas de los procesos)[18]. El programa utilizado es el software libre OpenDEA [24]

3. Resultados

3.1. Inventario de datos de viñedo y vinificación

La cantidad y calidad de datos, tanto para un estudio de ACV como para un DEA, es una parte fundamental para poder realizar un estudio riguroso y preciso científicamente. Para el presente estudio, como se ha comentado anteriormente, se han analizado 57 bodegas localizadas a lo largo de Europa. Las bodegas analizadas además de incluir el proceso de producción del vino cubren la gestión del viñedo, para el caso del ACV se han incluido ambos procesos para obtener el impacto medioambiental global, en cambio para el estudio DEA el inventario se ha dividido en viñedo y bodega, los cuales se incluyen en las Tabla 11 y Tabla 12, en el Anexo B.

Un resumen con parámetros estadísticos descriptivos se incluye en la Tabla 4, en donde se incluyen los valores medios, junto con la desviación estándar de cada dato.

Muestra los valores medios de los resultados obtenidos de los cuestionarios enviados, en donde se incluyen todos los datos solicitados, que forman parte del ICV para el ACV.

INPUT	Valor medio	Mediana	Desviación estándar	Unidades
Superficie neta	121.00	14.00	518.00	Ha
Uvas producidas	6.00	6.00	4.00	Ton/Ha
Vino producido	6.00	7.00	1.00	hl/Ton uva
Vino procesado	9357.00	710.00	30906.00	hl
Vino embotellado	1230840.00	93333.00	4098014.00	Número botellas equivalente de 0.75 l
Fuel consumido viñedo	193.00	128.00	230.00	kg/Ha
Fuel consumido bodega	39.00	25.00	40.00	g/botella
Fertilizantes	15.00	0.00	39.00	g/botella
Fertilizantes orgánicos	12.21	0.00	25.04	g/botella
Fertilizantes inorgánicos	9.33	0.00	19.53	g/botella
Pesticidas	0.07	0.04	0.11	g/botella
Cobre (por ha)	2.40	1.20	3.20	kg/ha
Cobre (por botella)	0.70	0.20	1.50	g/botella
Azufre	10.80	3.50	27.30	g/botella
Electricidad	0.05	0.03	0.04	wh/botella
Agua	4.00	3.00	4.00	l/botella

Sales de amonio	0.13	0.11	0.22	g/botella
Proteínas	0.16	0.04	0.36	g/botella
Bentonita	0.42	0.19	0.48	g/botella
Aditivos producción vino	0.24	0.17	0.38	g/botella
Barricas	0.10	0.02	0.21	Nº barricas/hl vino procesado
Cápsulas de plástico	3.60	0.02	12.08	g/botella
Corcho	2.89	2.72	2.59	g/botella
Cápsulas de metal	1.67	0.83	3.01	g/botella
Cartón	37.00	33.00	18.00	g/botella
Vidrio	487.00	495.00	144.00	g/botella

*El mix energético de cada país es tenido en cuenta para el ACV

Tabla 4 Estadística descriptiva de los datos del ICV

Como se puede observar la dispersión de datos es muy alta, desde la superficie cultivada en la bodega con un rango de 0.5 a 4272.0 Ha, a la producción de vino embotellado con un rango de 8 a 210493.2 Hl.

3.2. Análisis de Ciclo de Vida de las Bodegas

Los resultados del análisis para las bodegas (incluyendo viñedo) se incluyen en las Figura 4, Figura 5 y Figura 6, de forma agregada en tres indicadores de impacto, indicador de impacto en aire, agua y suelo, de forma que, globalmente se puede ver el conjunto de impactos ambientales que cada bodega supone.

Como se puede observar, la bodega 17 impacta de forma sobresaliente sobre el resto de bodegas, y principalmente en el término del aire y del suelo. Este resultado nos lleva a, posteriormente, analizar las entradas que provocan tal impacto. Los impactos obtenidos por bodega se encuentran en el Anexo C, para más información. De los datos de inventario, junto con los resultados de los impactos ambientales se puede observar que el uso de gasoil y el uso de fertilizantes en la bodega son las principales causas que provocan impacto ambiental en el indicador de impacto “Cambio Climático”, por otro lado el uso de materiales para el embotellado y empaquetado son los que provocan un alto impacto en el indicador de “Ocupación de suelo agrícola” y el uso del agua de riego sobre el indicador de “Reducción de Agua”.

Indicador agregado AIRE

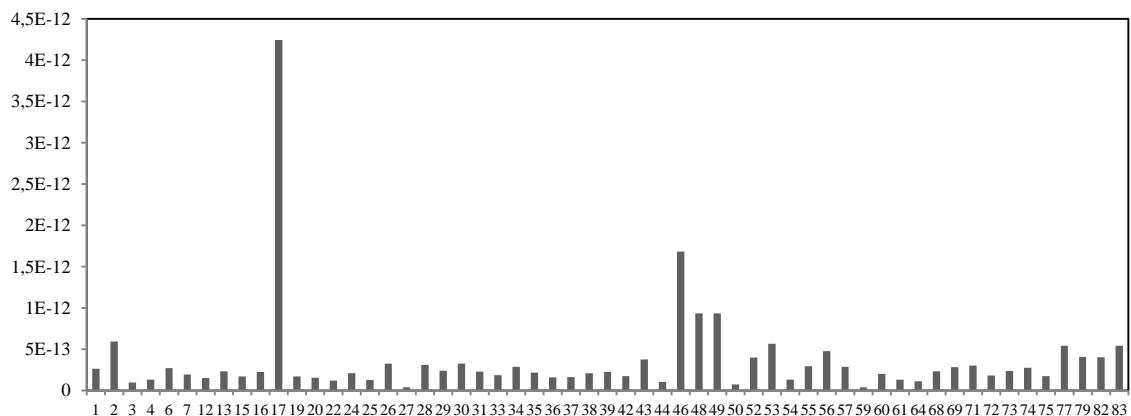


Figura 4 Indicador medioambiental agregado de impactos en el AIRE para las bodegas analizadas (adimensional)

Indicador agregado AGUA

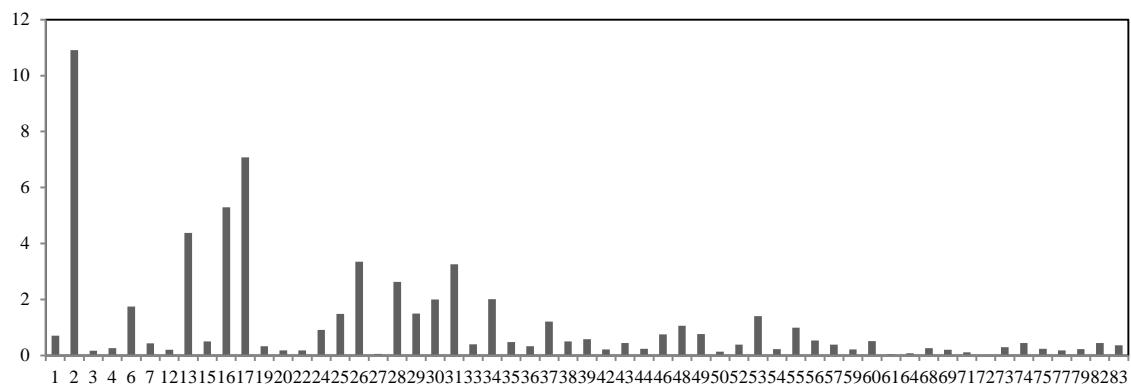


Figura 5 Indicador medioambiental agregado de impactos en el AGUA para las bodegas analizadas (adimensional)

Indicador agregado SUELO

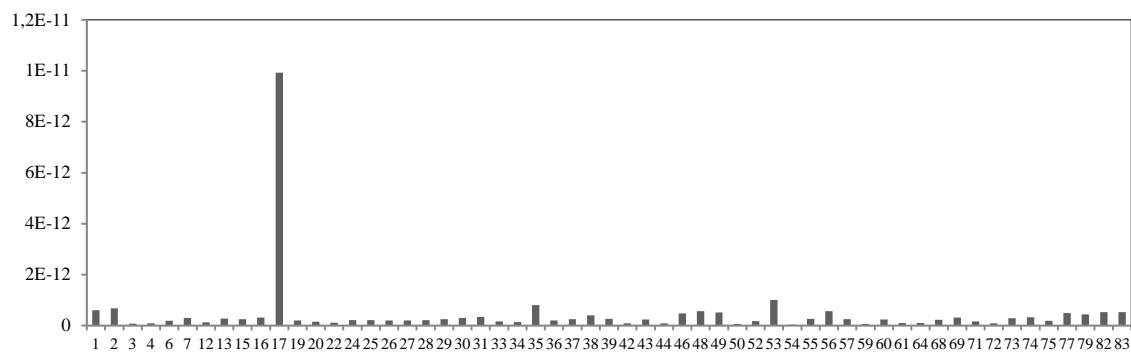


Figura 6 Indicador medioambiental agregado de impactos en el SUELO para las bodegas analizadas (adimensional)

3.3. Reducción de impactos ambientales con el Análisis Exploratorio de Datos

Una vez obtenidos los resultados de los impactos ambientales de las bodegas se va a realizar el Análisis Exploratorio de Datos del viñedo y de la bodega por separado, el DEA da como resultado una reducción de las entradas en ambos procesos respecto a la obtención de los mismos outputs del proceso. Debido a lo anterior se ha procedido a diferenciar bodega de viñedo debido a los diferentes salidas objetivo para cada proceso, para el caso del viñedo la salida corresponde a cantidad de uva producida, para el caso de la bodega la salida es la cantidad de vino producido y embotellado.

En la Tabla 4 se incluyen los resultados del DEA para viñedo para las DMU ineficientes donde “ φ ” representa el factor de eficiencia de cada DMU, en las siguientes columnas se incluyen las nuevas entradas con las que se obtendrían las actuales salidas para las DMU virtuales.

Con el resultado obtenido del DEA, se procede a introducir las nuevas entradas de las DMUs virtuales en un nuevo ACV, para así poder obtener el potencial de reducción de impactos ambientales susceptible de obtenerse respecto a las bodegas más eficientes analizadas.

En la Figura 8, Figura 9 y Figura 10 se pueden observar los potenciales de reducción para cada una de las bodegas (incluyendo viñedo y bodega) obtenidos del DEA.

Los porcentajes de reducción más altos corresponden a la reducción de entradas respecto a los indicadores de impacto sobre el AIRE y el AGUA. Volviendo a la definición de estos indicadores podemos ver que las reducciones tienen que ver con las categorías de impacto relacionadas con el cambio climático, la formación de subproductos contaminantes y el efecto de la contaminación sobre la salud humana, para el caso del AIRE, para el caso del AGUA correspondería a las categorías de impacto relacionadas con el empeoramiento de la calidad del agua de río y marina y con la reducción del recurso en sí, y por último, para el caso del indicador del SUELO la reducción se relaciona con los impactos relativos a la contaminación del suelo, ocupación del suelo y reducción de recursos terrestres.

Código DMU	φ	Uso del tractor (veces/año)	Fuel viñedo (kg/año)	Fertilizantes inorgánicos (kg/año)	Fertilizantes orgánicos (kg/año)	Insecticidas (kg/año)	Fungicidas (kg/año)	Herbicidas (kg/año)	Cobre (kg/año)	Azufre (kg/año)
6	0.25	0.54	107.14	357.14	2976.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.50	3.90	14016.96	0.00	34102.00	0.00	0.45	0.00	250.02	4500.00
24	0.41	12.24	293.65	0.00	0.00	0.61	0.61	3.06	1.84	39.76
26	0.33	0.06	135.63	7.88	0.00	0.00	1.92	2.26	0.00	7.59
28	0.64	3.08	161.51	0.00	0.00	0.00	12.97	0.00	0.00	24.16
31	0.58	22.00	3700.00	0.00	2030.69	0.00	54.27	0.00	55.21	571.53
33	0.84	3.99	1253.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.78	205.06
34	0.11	3.52	7911.96	459.50	0.00	0.00	111.84	131.79	0.00	442.68
36	0.51	4.49	5500.00	268.42	0.00	0.00	28.01	2.77	0.00	168.20
37	0.50	1.30	2587.47	86.39	0.00	0.00	10.80	0.00	0.00	25.92
43	0.09	0.75	1695.42	98.46	0.00	0.00	23.97	28.24	0.00	94.86

46	0.76	4.43	1392.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.32	227.85
49	0.32	1.80	30.00	0.00	1200.00	0.00	0.00	0.00	10.80	14.00
52	0.73	2.13	668.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.15	109.37
53	0.32	14.40	1755.00	720.00	0.00	0.00	46.80	21.60	0.00	900.00
54	0.43	25.00	1117.43	0.40	2704.97	1.32	3.76	8.00	8.67	93.45
56	0.17	1.78	1005.34	0.00	0.00	0.00	86.83	0.00	8.72	64.06
57	0.43	1.64	1157.93	91.24	0.00	0.00	34.29	15.00	1.99	115.00
68	0.62	5.91	309.57	0.00	0.00	0.00	24.86	0.00	0.00	46.31
71	0.66	5.33	42.67	0.00	3333.33	0.00	1.33	0.00	0.00	0.00
72	0.65	12.80	1772.40	0.00	0.00	1.50	105.07	30.00	45.92	193.83
74	0.31	14.48	1764.29	723.81	0.00	0.00	47.05	21.71	0.00	904.76
82	0.77	5.65	296.11	0.00	0.00	0.00	23.78	0.00	0.00	44.30

Tabla 5 Resultados del Análisis Exploratorio de Datos para el viñedo de las DMUs ineficientes

En la Tabla 6 se incluyen los resultados del DEA para la bodega.

Código DMU	⋮	Trasiego (veces/año)	Fuel bodega (kg/año)	Electricidad (kWh/año)	Agua de red (m ³ /año)	Dióxido de azufre (kg/año)	Sales de amonio (kg/año)	Bentonita (kg/año)	Aditivos proceso (kg/año)	Levaduras (kg/año)	Detergente (kg/año)	Vidrio (kg/año)	Cartón (kg/año)
2	0.62	7.00	0.00	6713.56	301.67	13.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32700.00	2262.44
12	0.72	4.00	0.00	26578.56	178.89	30.21	25.00	18.13	4.00	12.40	4.00	34433.33	2340.37
26	0.19	1.04	7.68	2651.23	0.00	0.54	0.86	0.57	0.00	0.34	0.17	663.57	57.57
31	0.49	4.00	0.00	23840.00	0.00	8.00	30.00	20.00	0.00	12.00	6.00	20000.00	1800.00
37	0.49	5.80	0.00	36404.18	0.00	14.57	42.00	28.00	6.73	24.37	8.40	43602.43	4812.74
38	0.48	0.30	0.00	1795.95	0.00	0.60	2.26	1.51	0.00	0.90	0.45	1506.67	135.60
46	0.29	1.29	2.68	1169.17	41.93	0.90	0.04	0.22	0.01	0.07	0.00	4465.07	335.26
49	0.29	0.31	16.06	849.62	0.00	0.57	1.00	1.83	0.05	0.72	0.15	862.91	68.03
55	0.48	6.00	2400.49	36865.55	1911.13	215.98	23.82	439.50	0.00	23.65	287.17	269313.31	15780.00
57	0.62	4.03	0.00	15334.00	134.92	7.47	6.02	0.00	0.00	7.23	1.45	33936.12	2482.54
83	0.63	3.04	0.00	3116.22	100.00	3.50	0.00	1.87	0.00	2.19	0.61	12993.32	903.28

Tabla 6 Resultados del Análisis Exploratorio de Datos para la bodega de las DMUs ineficientes

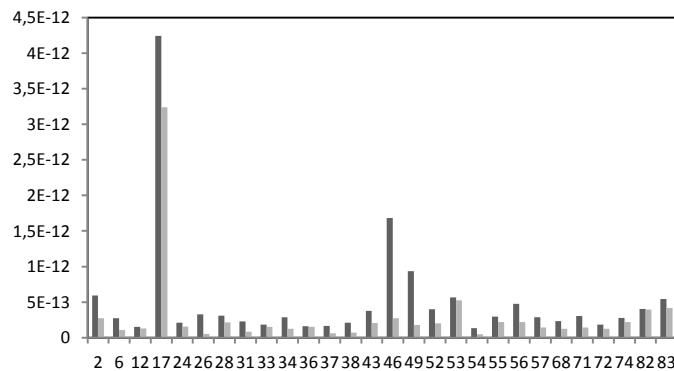


Figura 7 Reducción de impactos ambientales en el indicador agregado de AIRE (adimensional)

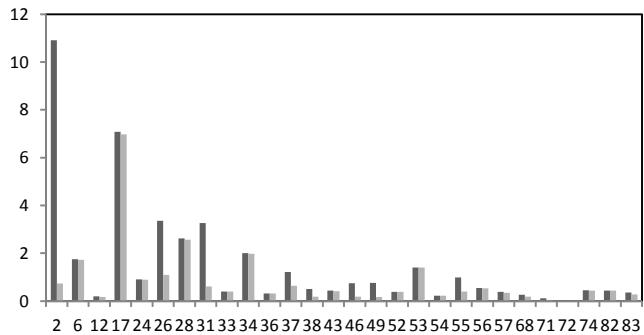


Figura 8 Reducción de impactos ambientales en el indicador agregado de AGUA (adimensional)

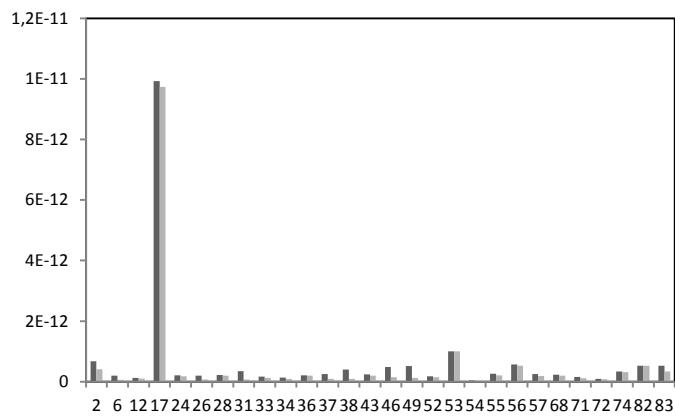


Figura 9 Reducción de impactos ambientales en el indicador agregado de SUELO (adimensional)

Por último, se va a analizar la reducción de las entradas para cada una de las bodegas respecto a la situación actual, comparándolas con la reducción de los impactos ambientales, de esta manera se puede concluir que resultados serían más óptimos para el caso de obtener mayor reducción de impacto con menor esfuerzo económico y de recursos. La reducción de entradas (%) para ambos procesos, viñedo y bodega, se puede ver en la Tabla 7 y Tabla 8 por entrada y por DMU.

Código DMU	Uso del tractor (veces/año)	Fuel viñedo (kg/año)	Fertilizantes inorgánicos (kg/año)	Fertilizantes orgánicos (kg/año)	Insecticidas (kg/año)	Fungicidas (kg/año)	Herbicidas (kg/año)	Cobre (kg/año)	Azufre (kg/año)
6	92	52	91	40	100	100	100	100	-
17	65	69	100	66	-	100	-	50	0
24	42	78	-	100	54	99	34	87	48
26	100	66	96	-	100	77	77	-	81
28	78	1	-	-	-	89	-	100	52
31	0	0	100	90	100	43	-	8	40
33	34	40	-	-	-	-	-	23	43
34	75	73	99	100	100	90	68	100	92
36	75	0	76	-	100	83	78	-	32
37	91	63	89	-	100	71	-	-	35
43	96	76	98	100	100	80	72	100	96
46	72	42	-	-	-	-	-	50	49

49	87	92	-	67	100	100	-	82	83
52	86	33	-	-	-	-	-	62	62
53	37	88	71	100	100	93	17	100	6
54	0	60	99	75	74	83	0	85	38
56	92	80	100	100	100	90	-	89	92
57	91	41	98	-	100	89	0	96	0
68	58	31	-	-	-	90		100	67
71	41	95	-	83	-	87	-	-	
72	9	65	-	-	80	29	0	62	72
74	28	78	88	100	-	70	80	100	82
82	62	15	-	-	-	47	-	-	82

Tabla 7 Porcentaje de reducción de entradas por DMU para el viñedo

Código DMU	Trasiego (veces/año)	Fuel bodega (kg/año)	Electricidad (kWh/año)	Agua de red (m ³ /año)	Dióxido de azufre (kg/año)	Sales de amonio (kg/año)	Bentonita (kg/año)	Aditivos proceso (kg/año)	Levaduras (kg/año)	Detergente (kg/año)	Vidrio (kg/año)	Cartón (kg/año)
2	0	-	95	17	8	100	-	100	-	100	30	10
12	0	-	5	61	25	0	39	94	50	0	35	23
26	74	-	67	100	73	57	96	100	83	98	85	42
31	0	-	82	100	73	0	92	-	20	90	75	85
37	3	-	44	100	44	0	91	88	28	86	64	64
38	94	-	40	-	83	44	25	-	70	99	83	85
46	57	100	87	50	93	99	96	99	98	-	20	48
49	92	60	82	100	0	0	63	90	88	97	73	55
55	0	25	92	48	40	88	37	100	84	94	13	0
57	50	-	0	41	85	80	-	-	71	94	15	16
83	24	-	65	0	30	-	93	-	73	96	13	44

Tabla 8 Porcentaje de reducción de entradas por DMU para la bodega

Y el porcentaje de reducción por impactos medioambientales y por DMU se incluye en la Tabla 9.

Código DMU	CC	OD	HT	PO	IR	TA	FWE	ME	TE	FWEC	MEC	ALO	ULO	NLT	WD	MD	FD	TWC	AIRE	AGUA	SUELO	GLOBAL
2	63	65	41	33	85	48	81	48	76	31	39	20	23	23	93	65	89	77	54	93	39	93
6	17	44	95	25	9	26	58	44	53	97	94	1	27	90	2	83	5	93	61	2	71	2
12	18	12	10	20	15	23	15	13	25	4	5	22	21	17	17	10	3	3	14	17	17	17
17	21	19	23	36	2	23	7	24	3	39	31	0	0	0	1	24	8	51	24	1	2	1
24	19	22	30	34	5	21	11	32	7	57	44	0	2	24	1	33	6	87	25	1	15	1
26	84	82	77	89	74	87	72	82	74	75	76	49	59	59	68	77	72	81	84	68	66	68
28	9	35	52	5	14	8	22	49	26	76	62	0	5	3	2	58	3	88	30	2	11	2
31	72	70	53	55	79	67	77	69	78	39	45	81	77	77	81	58	81	57	63	81	78	81
33	18	20	17	29	4	20	9	21	4	21	20	0	2	43	1	17	12	6	19	1	24	1
34	66	39	35	61	11	60	11	63	12	60	50	0	3	2	1	38	67	84	56	1	34	1
36	9	11	3	3	4	5	5	14	7	19	4	0	0	0	2	12	21	78	6	2	2	2
37	62	61	63	63	60	63	58	62	58	60	62	61	60	62	48	60	55	67	62	48	61	48

38	71	68	62	64	57	70	73	68	80	39	51	73	74	81	63	60	51	10	66	63	76	63
43	42	24	53	43	11	47	22	52	10	73	65	0	2	2	8	56	52	69	45	8	17	8
46	90	91	55	93	68	90	60	90	64	69	69	41	46	45	76	50	77	79	84	76	70	76
49	77	81	81	79	76	77	80	80	79	82	82	43	59	83	78	82	80	99	81	78	76	78
52	21	21	60	31	6	29	46	32	22	59	58	4	3	3	1	59	13	3	49	1	17	1
53	5	6	8	12	1	6	2	10	2	24	13	0	0	0	1	10	2	64	7	1	1	1
54	37	31	79	52	11	48	49	53	18	77	76	2	17	18	3	76	6	64	62	3	37	3
55	41	42	12	20	50	28	36	22	38	8	13	4	16	13	60	20	78	65	25	60	20	60
56	37	33	65	57	4	41	32	45	10	72	72	0	2	1	2	65	26	3	54	2	8	2
57	53	30	56	42	19	44	32	54	31	75	64	14	15	14	14	61	59	86	51	14	25	14
68	26	61	61	23	34	21	46	63	56	75	63	0	5	3	32	76	12	90	46	32	13	32
71	70	65	4	80	47	70	8	58	6	11	12	0	1	0	50	26	23	81	54	50	28	50
72	27	31	29	46	26	28	19	16	10	23	23	1	7	1	38	43	4	30	30	38	10	38
74	30	22	7	33	4	26	4	26	4	12	10	0	0	0	3	11	41	58	20	3	5	3
82	3	9	1	5	3	3	2	7	5	4	1	0	0	0	2	6	7	44	2	2	1	2
83	29	27	21	26	23	28	30	43	31	28	27	37	28	40	22	11	55	36	23	22	37	22

Tabla 9 Porcentaje de reducción de impactos ambientales por DMU

De la tabla 8 cabe destacar la reducción en el indicador agregado global de las bodegas 2, 26, 31, 38, 46, 49 y 55, la cual es mayor al 50 % para cada DMU. Para el caso de la bodegas 2 y 55 es debido, en su mayor parte, a la reducción del indicador agregado AGUA, que es debido a la reducción del consumo de vidrio, de agua de red y del consumo de electricidad, principalmente. El resto de bodegas reducen sus impactos ambientales representados en los indicadores agregados de forma más equitativa.

Finalmente se incluye la Tabla 10 con el resumen del potencial de ahorro en porcentaje (en promedio) por categoría de impacto, y por indicadores agregados para el total de DMUs detectadas como ineficientes con el DEA, basado en las medias de los valores observados en la Tabla 9.

Categoría de impacto	Unidades	Promedio de reducción
Climate change	kg CO ₂ eq.	40
Ozone depletion	kg CFC-11 eq.	40
Human toxicity	kg 1,4-DB eq.	41
Photochemical oxidant formation	kg NMVOC	41
Ionising radiation	kg PM10 eq.	29
Terrestrial acidification	kg U235 eq.	40
Freshwater eutrophication	kg SO ₂ eq.	35
Marine eutrophication	kg P eq.	44
Terrestrial ecotoxicity	kg N eq.	32
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DB eq.	47
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DB eq.	44
Agricultural land occupation	m ² a	16
Urban land occupation	m ² a	20
Natural land transformation	m ²	25

Water depletion	m^3	28
Metal depletion	kg Fe eq.	45
Fossil depletion	kg oil eq.	36
Total Water consumption	m^3	59
AIR aggregated indicator	Adimensional	43
WATER aggregated indicator	Adimensional	28
SOIL aggregated indicator	Adimensional	31
GLOBAL indicator	Adimensional	28

Tabla 10 Potencial de reducción de los impactos ambientales de las DMUS ineficientes

El mayor potencial de reducción se conseguiría en el indicador agregado de AIRE, seguido del indicador agregado de SUELO.

Es necesario destacar que la reducción en algunos casos de bodegas no será posible debido a factores no modificables que influyen en los inputs tenidos en cuenta, tales como el clima de la región donde la bodega se encuentra, además de los suelos donde el viñedo se encuentra. No tanto en la bodega donde la localización no puede tener tanta influencia como es en el caso del viñedo.

4. Conclusiones

Como se ha podido comprobar, las metodologías de ACV complementadas con DEA, representan una potente herramienta para mejorar el desempeño ambiental del sector del vino, que corresponde al sector estudiado, además de poder ser aplicable a cualquier sector de actividad. Representan un apoyo a la toma de decisiones en la gestión medioambiental de una organización.

El ACV, ampliamente aplicado y conocido, por sí solo, ayuda a la caracterización medioambiental de sectores, organizaciones, etc., pero no detecta inputs en los que se pueda mejorar, inequívocamente, para reducir los impactos medioambientales respecto al desempeño del resto del sector, en este caso el DEA tiene un papel importante, ya que pudiéndose aplicar a muestras con grandes desviaciones estándar y de cualquier naturaleza, facilita una comparativa del sector respecto a organizaciones eficientes. Y fija las entradas que pueden ser optimizadas, reduciendo, de esta manera, tanto impactos ambientales como costes económicos. Es necesario tener en cuenta para cada una de las bodegas los factores no modificables e influyentes en las entradas a los procesos, como son la climatología, la localización, el tipo de suelo, principalmente.

Una base de datos a nivel europeo ha sido obtenida en el marco del estudio, con el fin de poder crear un benchmarking que represente el marco de referencia para el sector vitivinícola, con el que poder compararse de manera cualitativa. Un análisis más exhaustivo relacionado con los contextos nacionales sería necesario, para incluir restricciones al problema lineal con el fin de crear un benchmarking más preciso. Aspectos como las diferencias climáticas, diferencias de terreno y de especies deberá tenerse en cuenta, de tal forma que el potencial de reducción de los impactos

ambientales consiga ser cuantitativo al comparar situaciones actuales con situaciones futuras después de optimizar los inputs del proceso.

Dentro del marco de este estudio, acciones futuras a realizar son la detección de las entradas que consiguen mayor reducción de impactos ambientales, facilitando así a las bodegas, y en especial a las PYMES, que son el objeto de este estudio, la selección de las medidas de reducción de impactos más efectiva, actuando de tal manera, en acciones concretas que desemboquen en éxito.

Las herramientas estadísticas no paramétricas representan la solución a este tipo de problema, junto con otro tipo de métodos, tales como clúster de variables, análisis de componentes principales, además de otras técnicas en donde no existen tanto número de restricciones como pueden representar las anteriormente mencionadas técnicas estadísticas.

5. Referencias

1. Christ, K.L. and R.L. Burritt, *Critical environmental concerns in wine production: an integrative review*. Journal of Cleaner Production, 2013. **53**(0): p. 232-242.
2. Fusi, A., R. Guidetti, and G. Benedetto, *Delving into the environmental aspect of a Sardinian white wine: From partial to total life cycle assessment*. Science of The Total Environment, 2014. **472**(0): p. 989-1000.
3. Vázquez-Rowe, I., et al., *Environmental analysis of Ribeiro wine from a timeline perspective: Harvest year matters when reporting environmental impacts*. Journal of Environmental Management, 2012. **98**(0): p. 73-83.
4. Benedetto, G., *The environmental impact of a Sardinian wine by partial Life Cycle Assessment*. Wine Economics and Policy, 2013. **2**(1): p. 33-41.
5. Notarnicola, B., G. Tassielli, and G.M. Nicoletti, *17 - Life cycle assessment (LCA) of wine production*, in *Environmentally-Friendly Food Processing*, B. Mattsson and U. Sonesson, Editors. 2003, Woodhead Publishing. p. 306-326.
6. Pizzigallo, A.C.I., C. Granai, and S. Borsa, *The joint use of LCA and emergency evaluation for the analysis of two Italian wine farms*. Journal of Environmental Management, 2008. **86**(2): p. 396-406.
7. Point, E., P. Tyedmers, and C. Naugler, *Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada*. Journal of Cleaner Production, 2012. **27**(0): p. 11-20.
8. Asselin-Balençon, A.C. and O. Jolliet, *Metrics and indices to assess the life cycle costs and greenhouse gas impacts of a dairy digester*. Journal of Cleaner Production, 2014. **79**(0): p. 98-107.
9. Rugani, B., et al., *A comprehensive review of carbon footprint analysis as an extended environmental indicator in the wine sector*. Journal of Cleaner Production, 2013. **54**(0): p. 61-77.
10. Villanueva-Rey, P., et al., *Comparative life cycle assessment in the wine sector: biodynamic vs. conventional viticulture activities in NW Spain*. Journal of Cleaner Production, 2014. **65**(0): p. 330-341.
11. Lampe, H.W. and D. Hilgers, *Trajectories of efficiency measurement: A bibliometric analysis of DEA and SFA*. European Journal of Operational Research, 2015. **240**(1): p. 1-21.
12. Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes, *Measuring the efficiency of decision making units*. European Journal of Operational Research, 1978. **2**(6): p. 429-444.
13. Iribarren, D., et al., *Benchmarking environmental and operational parameters through eco-efficiency criteria for dairy farms*. Science of The Total Environment, 2011. **409**(10): p. 1786-1798.
14. Bian, Y., P. He, and H. Xu, *Estimation of potential energy saving and carbon dioxide emission reduction in China based on an extended non-radial DEA approach*. Energy Policy, 2013. **63**(0): p. 962-971.
15. Azizi, H. and Y.-M. Wang, *Improved DEA models for measuring interval efficiencies of decision-making units*. Measurement, 2013. **46**(3): p. 1325-1332.
16. Samoilenco, S. and K.-M. Osei-Bryson, *Using Data Envelopment Analysis (DEA) for monitoring efficiency-based performance of productivity-driven organizations: Design and implementation of a decision support system*. Omega, 2013. **41**(1): p. 131-142.

17. Mohammadi, A., et al., *Potential greenhouse gas emission reductions in soybean farming: a combined use of Life Cycle Assessment and Data Envelopment Analysis*. Journal of Cleaner Production, 2013. **54**(0): p. 89-100.
18. Mohammadi, A., et al., *Joint Life Cycle Assessment and Data Envelopment Analysis for the benchmarking of environmental impacts in rice paddy production*. Journal of Cleaner Production, (0). In Press, Corrected Proof.
19. Vázquez-Rowe, I., et al., *Joint life cycle assessment and data envelopment analysis of grape production for vinification in the Rías Baixas appellation (NW Spain)*. Journal of Cleaner Production, 2012. **27**(0): p. 92-102.
20. Aparicio, J., et al., *Accounting for slacks to measure and decompose revenue efficiency in the Spanish Designation of Origin wines with DEA*. European Journal of Operational Research, 2013. **231**(2): p. 443-451.
21. Khoshnevisan, B., et al., *Decreasing environmental impacts of cropping systems using life cycle assessment (LCA) and multi-objective genetic algorithm*. Journal of Cleaner Production, (0), In Press, Corrected Proof.
22. Khoshnevisan, B., et al., *Environmental impact assessment of tomato and cucumber cultivation in greenhouses using life cycle assessment and adaptive neuro-fuzzy inference system*. Journal of Cleaner Production, 2014. **73**(0): p. 183-192.
23. Wang, X., et al., *Emergy analysis of grain production systems on large-scale farms in the North China Plain based on LCA*. Agricultural Systems, 2014. **128**(0): p. 66-78.
24. DEA, O.S.; Available from: <http://www.opensourcedea.org>.
25. Tukker, A., *Life cycle assessment as a tool in environmental impact assessment*. Environmental Impact Assessment Review, 2000. **20**(4): p. 435-456.
26. Aranda Usón, A. and I. Zabalza Bribián, *Ecodiseño y Análisis de Ciclo de Vida2010*: Prensas Universitarias de Zaragoza.
27. Guinee, J., et al., *Life cycle assessment - an operational guide to the ISO standards*, 2001, Centre of Environmental Sciences (CML): Leiden University
28. International Organization for Standardization, *ISO 14040:2006, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework*, in *International Organization for Standardization2006*: Geneva, Switzerland
29. Rebitzer, G., et al., *Life cycle assessment: Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications*. Environment International, 2004. **30**(5): p. 701-720.
30. Goedkoop, M.J., et al., *ReCiPe 2008, A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. Report I: Characterisation*, 2009, Ministry of housing, spatial planning and the environment (VROM): The Netherlands.
31. PRé Consultants, *SimaPro 7 LCA software*. , 2007: The Netherlands.
32. Recipe. *Recipe Website*. 2011; Available from: www.lcia-recipe.net.
33. Iribarren, D., et al., *Further potentials in the joint implementation of life cycle assessment and data envelopment analysis*. Science of The Total Environment, 2010. **408**(22): p. 5265-5272.

ANEXOS

ANEXO A. Cuestionario enviado a las bodegas participantes

Bienvenido al cuestionario completo de ECO-PROWINE:

Completando y enviando el cuestionario, su empresa será calificada como bodega piloto del proyecto.

Este cuestionario está compuesto por 9 secciones, las cuales responden a:

1. **ENCUESTADO:** identificar la empresa y la persona que responda el cuestionario
2. **ESTRUCTURA PRODUCTIVA:** cuestiones para la definición del tamaño de la bodega.
3. **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN:** preguntas para cuantificar la incidencia de las etapas de producción con un mayor potencial de impacto ambiental.
4. **INPUTS GENERALES:** en este apartado se realizan preguntas orientadas a cuantificar el combustible, electricidad, agua de boca y otros recursos utilizados en el proceso productivo, y para reportar el coste de estos recursos.
5. **GESTIÓN DEL VIÑEDO:** preguntas relacionadas con los input utilizados en el viñedo (agua de riego, pesticidas, fertilizantes, etc.)
6. **ELEBORACIÓN DEL VINO:** en este apartado se preguntará sobre la cantidad de aditivos, auxiliares tecnológicos y detergentes utilizados en el proceso.
7. **EMPAQUETADO:** focalizado en el uso de botellas de vidrio, esta sección explora la cantidad de vidrio, papel, plástico y corcho utilizado en la fase final de la producción de vino.
8. **RESIDUOS:** basado en el enfoque de ACV, la cantidad de residuo sólido generado por el proceso y los sistemas de tratamiento.
9. **DATOS SOCIO-ECONOMICOS:** esta sección del cuestionario se centra en cuestiones sobre sostenibilidad, es decir, sobre la atención a los aspectos medioambientales, que supondrán además una fortaleza económica y corporativa frente a sus trabajadores, el territorio y la comunidad

Para completar el cuestionario o para la comprobación de facturas y cuentas, por favor, haga referencia a un periodo de 12 meses, entre el **1 de mayo de 2011 y el 30 de abril del 2012**, el cual incluye la mayoría de las etapas de producción relacionadas con la producción de uva y el vino de la añada de 2011.

Se ha realizado un importante esfuerzo para reducir, en la medida de lo posible, el número de preguntas así como teniendo en cuenta solicitar datos de fácil localización, siempre respetando los principios de Análisis de Ciclo de Vida. Sin embargo, hay que tener en cuenta que responder al cuestionario completo puede requerir un importante esfuerzo. A pesar de ello, por favor, responda a todas las preguntas que sea posible, pero, si alguna de ellas supone un esfuerzo para usted, óbviela y pase a la siguiente etapa. Incluso una contribución parcial será muy apreciada y útil para el objetivo del proyecto.

Por favor, complete este cuestionario **antes del 30 de Noviembre 2013**, envíe el documento completo a la siguiente dirección de e-mail info@ecoprowine.eu.

Si encuentra dificultades al completar el cuestionario, o si tiene dudas en alguna de las preguntas, por favor, no dude en solicitar asistencia enviado un correo electrónico a la dirección de contacto del proyecto info@ecoprowine.eu, el coordinador hará llegar sus dudas a su socio tutor.

DATOS DEL ENCUESTADO

Por favor, identifíquese respondiendo a las siguientes preguntas tal y como lo hizo en la encuesta on-line para relacionar sus respuestas con el perfil ECO-PROWINE en la base de datos.

IMPORTANTE: *la identidad de la persona que responda el cuestionario no será asociada en documentos públicos, con los datos del proceso productivo y los consumos de recursos. Se mantendrá la confidencialidad de los datos.*

1. Nombre de la empresa / propiedad
2. Nombre y apellidos de la persona que completa el cuestionario
3. Cargo en la empresa propietario empleado consultor
4. Número de teléfono
5. Dirección e-mail que pueda utilizarse para más información

ESTRUCTURA PRODUCTIVA

Por favor, responda a las siguientes preguntas considerando el periodo de 01/05/2011 a 30/04/2012

6. **Superficie total** de terreno de la propiedad ha

7. **Superficie de viñedo** productiva neta ha

8. ¿Produce la empresa otros cultivos además de vino? si no

9. Producción total de **uva** en 2011 t

10. Cantidad de **uva comprada** en 2011 t

Si no se ha comprado uva, por favor, indique 0 en el campo señalado

11. Cantidad de **vino producido** en la vendimia de 2011 hl

12. Volumen de **vino comprado** en 2011 hl

13. Cantidad total de vino **embotellado** botellas equivalentes de 750ml

14. Volumen total de vino empaquetado en **otros formatos** hl

(ej.: tetrapak, bag-in-box, kegs etc.)

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

Por favor, responda a las siguientes preguntas considerando el periodo de 01/05/2011 a 30/04/2012

15. ¿Qué porcentaje de su viñedo se labra durante la estación vegetativa? %

16. ¿En qué porcentaje de su viñedo practica un cultivo de cobertura permanente?
%
%

17. ¿Qué porcentaje de su viñedo tiene una situación mixta? %

(por ejemplo: cubierta vegetal en el periodo siguiente a la labranza, cubierta vegetal entre filas, labranza bajo filas o cubierta vegetal en filas alternas)

18. ¿Cuántas veces ha entrado en el viñedo con tractor durante el periodo en estudio

(incluyendo fertilización, aplicación de pesticidas, labranza, vendimia, operaciones de invierno, etc.)

19. ¿Qué porcentaje de su viñedo se vendimia de forma mecanizada? %

20. ¿Qué porcentaje de uva para vinificación es refrigerada antes de ser procesada?
%
%

Por favor, detalle su producción en porcentajes (en volumen) por tipo de vino:

21. Porcentaje de vino tinto %

22. Porcentaje de vino blanco %

23. Porcentaje de vino rosado %

24. Porcentaje de vino de postre %

25. Porcentaje de vino espumoso o de aguja %

26. ¿En qué proporción de su producción global refrigerera el zumo antes de la fermentación alcohólica? %

27. ¿En qué proporción de su producción global la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura de fermentación controlada es mayor de 10°C? %

(por ejemplo, vinos blancos producidos a 16°C cuando la temperatura ambiente es superior a 26°C)

28. ¿Calienta el vino durante alguna etapa de producción? Por ejemplo, al comenzar la fermentación maloláctica si no

29. En caso afirmativo, por favor, estime la proporción sobre su producción total de vino que es calentado %

30. ¿Cuál es el número medio de trasiegos que sufre cada lote de vino durante su producción?

(incluyendo clarificación con bentonita y proteínas, estabilización tartárica, filtración, mezclado, etc.)

31. ¿Qué porcentaje de su vino es filtrado por diatomita (keiselgur)? %

32. ¿Qué proporción de su vino envejece en barricas de madera? %

33. ¿Qué porcentaje de su vino se estabiliza por frío frente a la inestabilidad tartárica? %

DATOS DE ENTRADA GENERALES

Por favor, responda a las siguientes preguntas considerando el periodo de 01/05/2011 a 30/04/2012

34. **Gasoleo** consumido en el periodo kg

35. y su coste (incluyendo IVA) €

36. En el caso en el que su empresa produzca diferentes cultivos, ¿qué proporción de combustible se ha consumido para el cultivo vinícola? Por favor, realice una estimación %

37. **Gas natural** consumido en el periodo m3

38. y su coste (incluyendo impuestos) €

39. ¿Está utilizando **otros recursos de energía fósil** para las operaciones de la bodega, como carbón, gasolina, etc.? si no

40. En caso afirmativo, especifique el tipo

41. la cantidad consumido en el periodo kg

42. y su coste (incluyendo IVA) €

43. ¿Está utilizando **biomasa** (ej. madera) como fuente de energía para las operaciones de la bodega? si no

44. En caso afirmativo, especifique el tipo

45. la cantidad consumida en el periodo kg

46. y su coste (incluyendo IVA) €

47. **Electricidad** consumida en el periodo KWh

48. y su coste (incluyendo impuestos) €

49. **Agua de boca** de la red municipal m3

50. y su coste (incluyendo impuestos) €

51. ¿Alguna de las fuentes anteriormente referidas tienen uso mixto, ej, industrial, para la producción de uva y vino, y doméstico, para las familias del propietario o de los empleados?

si no

52. En caso afirmativo, ¿cuál es la combinación del recurso/uso?

- combustible para calentamiento de la vivienda
- gas para el calentamiento de la vivienda
- gas para agua de uso doméstico
- electricidad para uso doméstico
- agua para uso doméstico
- otras combinaciones

En caso afirmativo, complete la siguiente información para permitir la estimación del uso de los recursos en el ámbito doméstico:

53. ¿Cuál es la superficie doméstica total calentada? m²

54. ¿Cuántas personas habitan la vivienda que utiliza los recursos anteriores? personas

GESTIÓN DEL VIÑEDO

Por favor, responda a las siguientes preguntas considerando el periodo de 01/05/2011 a 30/04/2012

55. Volumen total de **agua** subterránea y /o superficial utilizada en la irrigación del viñedo

Si no hay irrigación, indicar cero m^3

56. Cantidad total de **fertilizantes inorgánicos** aplicados en el viñedo
kg

Suma de las cantidades de todos fertilizantes químicos (*N, K, P, otros*) aplicados a la superficie total del viñedo en el periodo en estudio

57. y su coste (incluyendo IVA) €

58. Cantidad total de **fertilizantes orgánicos** aplicados en el viñedo kg

Suma de las cantidades de estiércol y/ o compost aplicado a la superficie total del viñedo en el periodo en estudio

59. y su coste (incluyendo IVA) €

60. Cantidad total de **insecticidas** aplicados en el viñedo kg

La cantidad de insecticida expresada en kg de molécula activa. Para obtener este dato, multiplicar la cantidad de producto utilizado por la concentración de molécula activa en el producto, según las especificaciones de la ficha técnica. Ej. 10 litros de producto X al 2% de molécula activa A + 10kg de producto Y al 10% de molécula activa B y 1% de molécula activa C) = 0.2kg A + 1kg B + 0.1C= 1.3 kgs de insecticida.

61. y su coste (incluyendo IVA) €

62. Cantidad total de **fungicidas** aplicados en el viñedo kg

La cantidad de fungicida se expresa en kg de molécula activa y se calcula como los insecticidas.

63. y su coste (incluyendo IVA) €

64. Cantidad total de **herbicidas** aplicados en el viñedo kg

La cantidad de herbicida se expresa en kg de molécula activa y se calcula como los insecticidas

65. y su coste (incluyendo IVA) €

66. Cantidad total de **cobre** aplicado en el viñedo kg

La cantidad de cobre se expresa en kg de Cu.

67. y su coste (incluyendo IVA) €

68. Cantidad total de **azufre** aplicado en el viñedo kg

La cantidad de azufre se expresa en kg de S.

69. y su coste (incluyendo IVA) €

VINIFICACIÓN

Por favor, responda a las siguientes preguntas considerando el periodo de 01/05/2011 a 30/04/2012

70. Cantidad total **de dióxido de azufre** utilizado en la vinificación kg

71. y su coste (incluyendo IVA) €

La cantidad se expresa en SO₂. Utilizar directamente el peso del SO₂ gaseoso comprado y utilizado durante la vinificación de las uvas de la añada de 2011. Si se han utilizado disoluciones de SO₂, multiplicar los litros por la concentración de sulfito. Si la elección es metabisulfito de potasio, sumar el 50% del peso del polvo utilizado.

72. Cantidad total **de sales amónicas** utilizadas en la vinificación kg

73. y su coste (incluyendo IVA) €

74. Cantidad total **de bentonita** utilizada en la vinificación kg

75. y su coste (incluyendo IVA) €

76. Cantidad total de **proteína** utilizada basada en procesos auxiliares (gelatina, caseína, albúmina, cola de pescado, proteína de plantas, etc) kg

Si se han utilizado mezclas, por favor calcular la proporción de proteína.

77. y su coste (incluyendo IVA) €

78. Cantidad total **levadura seca** utilizada en la vinificación kg

Por favor, incluir en este dato los nutrientes complejos derivados de la levadura que se hayan añadido al mosto o zumo.

79. y su coste (incluyendo IVA) €

80. Número de **barricas nuevas de roble** compradas en el periodo

El número se expresa en barricas equivalentes de 225 litros. Cuando los barriles o toneles tengan una capacidad mayor, multiplicar el número por el ratio de volumen.

81. y su coste (incluyendo IVA) €

82. Cantidad total **detergente** utilizado en la vinificación kg

La cantidad se expresa en kg de detergente. Cuando se utilicen disoluciones, calcular la concentración y la cantidad real de químico utilizado.

83. y su coste (incluyendo IVA) €

EMBALAJE

Por favor, responda a las siguientes preguntas considerando el periodo de 01/05/2011 a 30/04/2012

84. Peso total de **vidrio** para embotellar utilizado en el periodo kg

Para obtener el dato solicitado, cuando no esté especificado en las facturas, sumar el peso total de cada lote de botellas comprado, obtenido al multiplicar el número de botellas por el peso de la unidad.

85. y su coste (incluyendo IVA) €

86. Peso total de los **tapones de plástico** utilizados en el periodo kg

Tener en cuenta que se solicita el peso total y no el número. Multiplicar este dato por el peso de un tapón individual según la ficha técnica del producto, si el dato no se encuentra en la factura.

87. y su coste (incluyendo IVA) €

88. Peso total de los **tapones de corcho** utilizados en el periodo kg

Tener en cuenta que se solicita el peso total y no el número. Multiplicar este dato por el peso de un tapón individual según la ficha técnica del producto, si el dato no se encuentra en la factura

89. y su coste (incluyendo IVA) €

90. Peso total de las **cápsulas de plástico** utilizadas en el periodo

kg

Tener en cuenta que se solicita el peso total y no el número. Multiplicar este dato por el peso de una cápsula individual según la ficha técnica del producto, si el dato no se encuentra en la factura

91. y su coste (incluyendo IVA) €

92. Peso total de las **cápsulas metálicas** utilizadas en el periodo kg

Tener en cuenta que se solicita el peso total y no el número. Multiplicar este dato por el peso de una cápsula individual según la ficha técnica del producto, si el dato no se encuentra en la factura

93. y su coste (incluyendo IVA) €

94. Peso total del **cartón** utilizado en el periodo kg

Tener en cuenta que se solicita el peso total. Incluir las cajas y los separadores.

95. y su coste (incluyendo IVA) €

RESIDUOS

96. . ¿Se recoge selectivamente en la empresa **residuo de papel**? si no
97. En caso afirmativo, por favor, indicar la cantidad de papel reciclada en el periodo
kg
98. ¿Se recoge selectivamente en la empresa **residuo de vidrio**? si no
99. En caso afirmativo, por favor, indicar la cantidad de vidrio reciclada en el periodo
kg
100. ¿Se recoge selectivamente en la empresa **residuo de plástico**? si no
101. En caso afirmativo, por favor, indicar la cantidad de plástico reciclada en el periodo
kg
102. ¿Dispone la empresa de un servicio especializado para la recogida de **residuos tóxicos y especiales**? (ej, aceite usado, pilas, recipientes de químicos) si
 no
103. En caso afirmativo, indicar la cantidad de residuo tóxico y especial producido en el periodo
kg

DATOS SOCIO – ECONÓMICOS

104. ¿Cuál es el volumen de negocios anual de la empresa? .000 €

105. Número de trabajadores AWU

La cifra se expresa en AWU (Unidades anuales de trabajo). Cada trabajador a tiempo parcial o temporal contribuye con una fracción de AWU. Por ejemplo, un trabajador temporal de vendimia durante un mes, representa 1/12AWU. 6 trabajadores durante 1 mes representan 0,5 AWU.

106. Porcentaje de mujeres empleadas %

107. Número de mujeres en puestos de dirección

108. ¿Está la empresa involucrada en iniciativas para la promoción del territorio donde está ubicada o para apoyar a la comunidad? si no

109. En caso afirmativo, estimar el valor anual de caridad o esponsorización (en efectivo y/o en especie) €

110. ¿Son relevantes para la empresa los aspectos de seguridad y salud de los habitantes en la gestión de la explotación? ¿Se han implementado acciones específicas? si no

111. ¿Son la seguridad y salud de los consumidores una cuestión importante para la empresa? ¿Se ha desarrollado una estrategia específica? si no

112. ¿Se ha implementado una actividad de formación específica en el concepto de sostenibilidad y best practices (mejores prácticas) para sus empleados? si
 no

Comentarios y sugerencias

Gracias por haber dedicado un tiempo al cuestionario.

Agradecemos su esfuerzo.

Por favor envie este archivo a info@ecoprowine.eu.

Los socios de ECO-PROWINE contactarán con usted para comunicarle el estado de avance del proyecto y para tutorar a su empresa hacia la adquisición .de la etiqueta UE

Saludos cordiales

ANEXO B. Inventario de ciclo de vida (ICV)

Bodega	Uvas producidas (tons/año)	Superficie neta productiva (ha/año)	Uso del tractor (veces/año)	Fuel viñedo (kg/año)	Agua de pozo (m ³ /año)	Fertilizantes inorgánicos (kg/año)	Fertilizantes orgánicos (kg/año)	Insecticidas (kg/año)	Fungicidas (kg/año)	Herbicidas (kg/año)	Cobre (kg/año)	Azufre (kg/año)
1	1.00	1.00	0.00	2.00	50.00	0.00	50.00	0.00	0.00	2000.00	0.00	0.00
2	25.00	25.00	0.00	12.00	7893.00	0.00	7893.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	20.00	20.00	0.00	7.00	1500.00	14.00	1200.00	2000.00	0.00	105000.00	0.40	23.00
4	145.00	87.00	0.00	12.00	22744.00	145.00	18195.20	565.00	27.00	20000.00	5.80	169.70
6	2.48	0.00	2.48	7.00	250.00	1.49	225.00	9000.00	4000.00	5000.00	2.88	13.00
7	66.25	0.00	0.00	10.00	13350.00	0.00	13350.00	0.00	0.00	185000.00	0.00	6.80
12	60.02	60.02	60.02	9.00	150.00	60.02	150.00	10.00	500.00	0.00	0.00	144.00
13	192.08	192.08	0.00	9.00	20232.00	163.27	20232.00	200000.00	1175.00	0.00	0.00	285.66
15	90.00	90.00	0.00	11.00	4815.00	90.00	4815.00	17300.00	7500.00	300000.00	7.03	327.60
16	150.00	75.00	75.00	10.00	5650.00	150.00	5650.00	10000.00	0.00	0.00	0.00	488.00
17	120.00	120.00	6.00	11.00	45000.00	0.00	45000.00	35000.00	3000.00	100000.00	0.00	120.00
19	35.00	35.00	10.50	7.00	6000.00	0.00	4800.00	0.00	0.00	30000.00	0.00	350.00
20	58.70	58.70	0.00	7.00	8083.00	58.70	8083.00	971.00	0.00	75000.00	0.00	1.00
22	10.50	10.50	10.50	14.00	800.00	10.50	800.00	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00
27	2.00	2.00	0.00	8.00	85.00	0.00	63.75	0.00	0.00	5000.00	0.00	2.00
24	8.24	8.24	8.24	21.00	1328.00	0.00	1328.00	0.00	0.00	5000.00	1.32	40.67
25	8.43	8.43	8.43	19.00	996.00	0.00	996.00	33.00	0.00	0.00	0.00	80.34
26	1.68	1.68	1.68	19.00	1600.00	0.00	400.00	0.00	200.00	0.00	0.55	8.50
28	4.50	4.50	4.50	14.00	232.40	0.00	162.68	0.00	0.00	0.00	0.00	120.00
29	100.00	100.00	100.00	15.00	73893.00	0.00	73893.00	0.00	20000.00	0.00	47.65	693.00
30	25.00	25.00	25.00	16.00	14457.00	0.00	13734.15	0.00	0.00	0.00	12.50	420.00
31	30.00	30.00	30.00	22.00	3700.00	0.00	3700.00	0.00	220.00	20000.00	7.50	96.00
33	25.00	25.00	25.00	6.00	2075.00	0.00	2075.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	110.00	110.00	110.00	14.00	29138.00	0.00	29138.00	0.00	51780.00	163680.00	27.00	1139.00
36	14.00	14.00	14.00	18.00	5500.00	0.00	5500.00	0.00	1100.00	0.00	9.80	165.40
37	4.20	0.00	4.20	15.00	7055.00	0.00	7055.00	0.00	800.00	0.00	0.79	37.00
35	0.50	0.00	0.00	0.00	40.00	0.00	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

38	4.00	4.00	0.00	9.00	160.00	0.80	160.00	0.00	0.00	1500.00	10.00	0.00
39	36.00	36.00	0.00	9.00	1800.00	18.00	1800.00	0.00	6000.00	50000.00	0.00	0.00
42	14.00	7.00	0.00	14.00	2800.00	7.00	2520.00	0.00	0.00	0.00	2.70	83.00
43	25.00	0.00	25.00	20.00	9000.00	0.00	7200.00	0.00	4000.00	150000.00	1.50	120.00
44	12.00	4.80	3.60	14.00	4400.00	0.00	4400.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	11.31	2.83	11.31	16.00	24000.00	0.00	2400.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48	19.50	0.00	19.50	11.00	10000.00	0.00	9000.00	0.00	1000.00	0.00	0.68	21.43
49	3.80	0.00	3.80	14.00	400.00	0.00	360.00	0.00	0.00	3600.00	1.00	20.00
50	15.00	1.50	13.50	4.00	1500.00	7.50	1500.00	0.00	2000.00	1000.00	0.35	12.00
52	7.50	7.50	7.50	15.00	1000.00	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
53	45.00	4.50	31.50	23.00	14700.00	31.50	14700.00	20000.00	2525.50	3000.00	15.05	703.00
54	6.79	0.00	6.79	25.00	2885.00	0.00	2798.45	0.00	69.00	11000.00	5.00	22.50
55	150.00	60.00	30.00	2.00	32000.00	135.00	28800.00	57000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	10.00	3.00	7.00	22.00	5000.00	0.00	5000.00	0.00	63.00	800.00	0.60	890.52
57	14.00	0.00	14.00	19.00	1950.00	3.92	1950.00	0.00	5700.00	0.00	2.66	309.00
59	6.00	5.70	0.30	20.00	800.00	0.00	480.00	5000.00	0.00	0.00	1.00	1.00
60	443.42	399.08	44.34	10.00	86881.00	133.03	73848.85	13940.00	44000.00	0.00	108.00	1626.00
61	30.00	30.00	30.00	0.00	4247.50	0.00	3398.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00
64	11.60	11.60	2.90	8.00	880.00	0.00	880.00	0.00	0.00	0.00	0.98	44.00
68	3.50	1.75	3.50	14.00	450.00	0.00	450.00	0.00	0.00	0.00	0.00	253.00
69	148.00	0.00	74.00	13.00	33610.00	145.04	33610.00	200.00	11354.00	520000.00	10.24	868.00
71	3.00	0.00	0.00	9.00	845.00	0.00	845.00	0.00	0.00	20000.00	0.00	10.00
72	39.00	39.00	23.40	14.00	5000.00	0.00	5000.00	0.00	0.00	0.00	7.36	148.00
73	26.00	0.00	0.00	8.00	975.00	0.00	975.00	0.00	400.00	0.00	0.00	25.57
74	56.00	5.60	0.00	20.00	8000.00	0.00	8000.00	25000.00	6000.00	65000.00	0.00	155.00
75	40.00	0.00	0.00	12.00	9024.00	0.00	9024.00	16000.00	7235.00	7.00	8.80	214.70
77	71.00	21.30	49.70	15.00	29950.00	0.00	29950.00	3000.00	1000.00	0.00	0.00	125.00
79	8.90	0.00	8.90	15.00	1500.00	0.00	1500.00	400.00	80.00	0.00	0.00	0.00
82	3.50	0.18	0.88	15.00	350.00	0.00	350.00	350.00	0.00	0.00	0.00	45.00
83	5.40	5.40	5.40	9.00	150.00	0.00	150.00	216.00	0.00	6000.00	0.00	0.00

Tabla 11 Inventario de datos de viñedo

Bodega	Vino producido 2011 (hl/año)	Vino empaquetado/embotellado (hl/año)	Trasiego (veces/año)	Fuel bodega (kg/año)	Electricidad (KWh/año)	Aqua de red (m ³ /año)	Dióxido de azufre (kg/año)	Sales de amonio (kg/año)	Bentonita (kg/año)	Aditivos proceso (kg/año)	Levaduras (kg/año)	Detergente (kg/año)	Vidrio (kg/año)	Cartón (kg/año)
1	25.00	19.50	4.00	0.00	0.00	1500.00	3.00	0.25	0.00	2.00	0.50	0.00	1.00	0.00
2	570.00	568.50	7.00	0.00	0.00	146002.00	364.00	15.00	5.00	0.00	108.00	0.00	132.00	10.00
3	700.00	605.00	4.00	300.00	0.00	5000.00	0.00	7.00	5.00	25.00	1.00	8.00	0.00	0.00
4	7340.00	4366.70	6.00	4548.80	4022.00	155350.00	1565.00	100.00	290.00	150.00	20.00	230.00	106.00	522.00
6	107.00	20.00	3.00	25.00	0.00	6416.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
7	7942.00	7941.75	8.00	0.00	0.00	227185.00	1953.00	150.00	0.00	50.00	0.00	52.00	120.00	560.00
12	1965.60	1207.79	4.00	0.00	0.00	27829.00	453.00	40.40	25.00	29.50	72.00	25.00	0.00	4.00
13	10584.00	9328.17	6.00	0.00	0.00	993851.00	0.00	228.67	403.30	590.00	56.69	312.00	82.00	1400.00
15	15338.00	18210.16	4.00	0.00	0.00	658062.00	0.00	231.50	600.00	1576.00	506.00	400.00	419.00	589.00
16	3503.64	4583.95	9.00	0.00	4540.00	494406.00	3049.00	187.00	65.00	95.00	0.00	235.00	0.00	0.00
17	7748.00	6685.81	6.00	0.00	0.00	89984.32	0.00	100.00	0.00	0.00	200.00	225.00	1000.00	0.00
19	650.00	300.00	9.00	1200.00	0.00	21000.00	100.00	15.00	0.00	16.00	0.00	0.00	15.00	0.00
20	2466.20	916.66	8.00	0.00	0.00	7231.45	0.00	92.95	41.40	16.85	14.45	65.80	34.00	138.00
22	650.00	262.50	3.00	0.00	0.00	1000.00	150.00	10.00	10.00	100.00	5.00	10.00	1.00	25.00
27	120.00	120.00	4.00	21.25	0.00	0.00	50.00	1.00	5.00	10.00	0.00	5.00	4.00	0.00
24	396.00	390.00	5.00	0.00	0.00	7480.00	0.00	12.00	0.00	100.00	40.00	34.00	0.00	12.25
25	525.00	375.00	6.00	0.00	0.00	19289.00	0.00	5.25	0.00	100.00	1.50	12.00	0.00	30.00
26	90.00	48.75	4.00	1200.00	0.00	8000.00	200.00	2.00	2.00	15.00	2.00	2.00	0.00	10.00
28	100.00	97.50	5.00	69.72	0.00	6500.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	1.00
29	10000.00	9975.00	7.00	0.00	0.00	350528.00	12795.00	120.00	0.00	700.00	0.00	140.00	20.00	50.00
30	900.00	751.00	5.00	722.85	0.00	0.00	0.00	70.00	0.00	100.00	0.00	15.00	0.00	100.00
31	1550.00	1500.00	4.00	0.00	0.00	130750.00	1083.00	30.00	30.00	240.00	0.00	15.00	10.00	60.00
33	350.00	196.88	3.00	0.00	0.00	2682.00	100.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00
34	5000.00	4500.00	3.00	0.00	0.00	261000.00	4666.00	100.00	100.00	700.00	100.00	50.00	5.00	0.00
36	1260.00	975.00	5.00	0.00	0.00	4060.00	336.00	12.60	25.00	150.00	30.00	8.00	2.00	140.00
37	2350.00	2325.00	6.00	0.00	0.00	65000.00	50.00	25.90	42.00	300.00	55.00	34.00	3.00	60.00
35	24.00	24.00	0.00	0.00	0.00	100.00	15.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.10	2.00	0.10
38	137.00	112.50	5.00	0.00	0.00	3000.00	0.00	3.60	4.00	2.00	0.00	3.00	0.00	40.00

39	1300.00	1350.00	2.00	0.00	0.00	50000.00	0.00	12.00	25.00	0.00	0.00	30.00	35.00	6.00
42	469.00	48.75	3.00	280.00	0.00	10515.00	550.00	10.00	10.00	1.00	0.00	25.00	0.00	60.00
43	1330.00	2075.00	8.00	1800.00	12000.00	27850.00	650.00	19.00	50.00	40.00	20.00	100.00	24.00	150.00
44	1665.00	310.78	4.00	0.00	0.00	39400.00	750.00	15.00	30.00	25.00	10.00	50.00	0.00	400.00
46	153.00	87.50	3.00	21600.00	0.00	9119.00	83.00	12.00	6.00	5.00	1.00	4.00	0.00	0.00
48	158.00	196.38	5.00	1000.00	0.00	16405.00	440.00	1.25	5.00	2.00	3.00	2.00	0.00	100.00
49	65.00	68.50	4.00	40.00	0.00	4638.00	130.00	0.50	1.00	5.00	0.50	6.00	0.00	5.00
50	1000.00	750.00	2.00	0.00	0.00	11920.00	0.00	3.50	15.00	10.00	0.00	6.00	0.00	3.00
52	90.00	67.50	3.00	0.00	0.00	4490.00	90.00	9.00	4.00	0.00	0.00	3.00	12.00	10.00
53	57000.00	18727.62	7.00	0.00	15584.00	357663.00	7683.50	220.00	275.00	137.00	54.00	126.85	182.40	1074.00
54	680.00	0.00	3.00	86.55	0.00	19600.00	510.00	20.00	0.00	0.00	100.00	11.00	0.00	25.00
55	5800.00	6525.00	6.00	3200.00	0.00	485000.00	3700.00	360.00	200.00	700.00	50.00	143.00	87.00	4542.00
56	330.00	262.50	7.00	0.00	0.00	8900.00	460.00	3.00	6.00	3.00	1.50	6.00	0.00	10.00
57	754.30	585.00	8.00	0.00	1313.00	15334.00	230.00	50.00	30.00	0.00	0.00	25.00	4.00	25.00
59	720.00	72.00	4.00	320.00	0.00	5500.00	180.00	2.00	5.00	1.00	2.00	1.50	0.00	0.00
60	29278.00	23021.34	6.00	13032.15	70.80	1127156.15	0.00	650.00	900.00	939.00	20.70	529.00	315.00	11684.00
61	1000.00	997.50	1.00	849.50	0.00	2640.00	120.00	0.00	0.00	150.00	0.00	5.00	0.00	100.00
64	1000.00	325.00	3.00	0.00	0.00	12841.00	240.00	25.00	0.00	20.00	12.00	30.00	0.00	10.00
68	150.00	135.00	3.00	0.00	0.00	900.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
69	57125.00	103218.75	8.00	0.00	25972.00	2902914.00	0.00	4925.00	1025.00	6000.00	6184.00	890.00	48.00	15518.00
71	75.00	40.00	2.00	0.00	0.00	2265.00	440.00	14.00	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00	0.00
72	1500.00	937.50	3.00	0.00	0.00	45000.00	0.00	19.00	25.00	24.00	20.00	22.00	0.00	0.00
73	1328.00	1702.50	3.00	0.00	0.00	22000.00	1500.00	8.00	15.00	70.00	20.00	26.50	15.00	10.00
74	2500.00	2250.00	8.00	0.00	0.00	34520.00	0.00	3.00	100.00	300.00	0.00	25.00	200.00	100.00
75	6500.00	6000.00	6.00	0.00	0.00	63545.00	0.00	220.00	0.00	274.28	0.00	319.70	127.00	89.40
77	3861.00	3712.50	2.00	0.00	0.00	486400.00	0.00	50.00	12.00	400.00	0.00	188.00	0.00	100.00
79	380.00	375.00	5.00	0.00	0.00	25000.00	0.00	0.00	2.00	5.00	3.00	23.00	55.00	0.00
82	120.00	120.00	5.50	0.00	0.00	6000.00	0.00	4.00	0.00	3.00	0.00	2.00	7.00	5.00
83	200.00	237.50	4.00	0.00	0.00	9000.00	100.00	5.00	0.00	25.00	0.00	8.00	12.00	15.00

Tabla 12 Inventario de datos de bodega

ANEXO C. Impactos medioambientales de las bodegas analizadas.

Bodega	Indicadores Midpoint-valores normalizados																		
	Cambio climático	Disminución ozono	Toxicidad humana	Formación de oxidantes fotoquímicos	Formación de partículas	Radiación ionizante	Acidificación terrestre	Eutrofización de agua fresca	Eutrofización marina	Ecotoxicidad terrestre	Ecotoxicidad de agua fresca	Ecotoxicidad marina	Ocupación de suelo agrícola	Ocupación de suelo urbano	Transformación del suelo natural	Disminución de agua	Disminución de metales	Disminución de fósiles	Consumo total de agua
	kg CO2 eq	kg CFC-11 eq	kg 1,4-DB eq	kg NMVOC	kg PM10 eq	kg U235 eq	kg SO2 eq	kg P eq	kg N eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	kg 1,4-DB eq	m2a	m2a	m2	m3	kg Fe eq	kg oil eq	m3
1	3709	0.000	234	16	8	767	26	0.69	1.22	0.54	0.84	1.84	2854	40	0.7	8784	68	344	105
2	206804	0.026	8365	971	403	55757	1099	60.10	58.14	43.06	49.81	86.38	47350	1840	13.1	3110299	3570	39743	6939
3	51180	0.002	940	200	94	3589	407	2.66	19.43	2.06	5.74	9.75	7613	102	1.7	56406	485	2117	501
4	481140	0.062	37259	2918	1234	86940	3545	77.02	145.30	79.07	185.58	296.06	100169	2724	20.6	957547	9749	25752	44160
6	11161	0.001	1999	38	17	1841	59	1.99	3.16	0.64	19.81	23.34	362	21	1.0	93582	704	1433	3194
7	759435	0.079	69071	3556	1691	151750	5296	159.51	260.64	131.03	344.65	580.74	692777	9182	70.9	1721884	18360	62431	23796
12	99574	0.017	20970	395	188	21428	598	27.33	41.62	17.17	219.73	251.74	55207	768	7.1	198177	5287	20631	28463
13	1505522	0.194	72229	5533	2618	417674	7777	468.31	415.97	342.85	325.11	608.05	628017	10115	76.6	23194810	30738	272992	104355
15	1423106	0.152	103144	5520	2817	323619	9299	282.41	441.54	235.82	437.72	806.54	1026197	16010	118.6	3846848	27644	158325	97845
16	448440	0.055	31032	1604	742	80315	2152	182.42	144.37	138.70	205.99	287.51	277195	3640	31.9	9267641	12133	67653	13732
17	893743	0.095	104840	5554	2276	131479	6325	187.53	364.39	143.37	719.00	1032.47	895099	30970	218.6	1737344	28655	54031	38898
19	63665	0.009	2186	479	172	9288	460	7.95	35.96	7.54	33.72	28.94	28021	449	4.2	107847	1034	4769	57604
20	146038	0.016	22978	902	365	20067	1087	27.71	58.18	17.52	210.82	262.47	88751	1345	12.7	213630	6156	12213	2865
22	35626	0.003	4199	167	75	3911	233	6.40	10.37	5.71	26.97	38.05	17549	239	2.6	57620	1131	1942	739
24	36164	0.004	4284	201	89	5089	263	8.80	13.60	8.07	26.80	37.09	18929	255	2.7	179542	1270	1484	7655
25	35804	0.005	2603	173	77	5897	218	11.31	15.41	9.74	14.29	20.15	29892	359	3.5	389130	941	3253	13758

26	16382	0.002	719	125	44	1523	106	3.20	6.44	2.71	7.52	8.92	3091	52	0.4	150770	236	1186	2145
27	3073	0.000	113	13	6	298	22	0.47	1.56	0.42	0.93	1.37	3299	65	1.3	3331	44	197	431
28	12060	0.002	1902	54	25	2059	76	4.30	7.29	4.23	18.58	17.72	4212	68	0.5	131049	720	847	19567
29	1309488	0.136	78138	7937	3120	148390	8486	259.98	469.29	231.87	471.50	690.91	680539	8720	64.2	7482817	22788	84869	158616
30	149776	0.026	8890	1189	424	17090	1040	30.84	76.77	27.33	97.50	105.97	66530	830	7.3	898876	2900	12057	76187
31	177343	0.020	16411	751	343	29560	999	63.42	67.69	48.33	108.94	152.53	153522	1899	14.9	2526035	5649	21100	22391
33	21577	0.003	4012	177	66	2284	165	4.89	8.90	3.45	34.52	44.18	10960	171	2.1	69109	1122	953	460
34	971641	0.071	40203	3902	1558	59794	5078	122.51	272.74	111.50	346.24	391.80	63211	1446	11.9	5016722	14589	90843	211290
35	2245	0.000	265	11	6	389	17	0.60	0.81	0.51	1.38	2.21	1706	38	1.1	5718	77	58	218
36	103022	0.012	7509	644	261	12540	717	18.93	42.81	20.08	41.80	60.43	77186	923	7.0	202601	2062	4518	31293
37	201233	0.022	14662	1074	464	29746	1307	52.05	74.33	44.70	62.55	113.97	176327	2091	16.0	1417940	4300	14214	10515
38	12238	0.002	1452	58	28	4447	88	3.11	4.41	2.52	6.99	12.12	13160	156	2.1	34074	403	764	2520
39	170208	0.015	9774	640	304	56559	1043	21.98	47.73	21.62	33.83	70.47	87677	1324	10.5	378270	2762	11341	2776
42	22995	0.003	5715	201	69	2165	159	5.03	11.65	2.88	62.34	70.17	4161	80	1.4	49376	1766	2283	15002
43	266417	0.026	21883	1192	500	21120	1649	30.87	79.89	25.90	171.04	221.59	63504	1081	8.4	292414	6661	14104	25707
44	66422	0.008	10360	425	162	8655	422	13.23	20.37	8.62	94.20	119.86	33281	459	5.2	194621	3057	8742	2535
46	117587	0.015	6336	1496	463	3228	963	6.15	56.76	3.98	85.17	106.43	8865	125	0.9	56963	1602	2441	820
48	71700	0.008	4635	683	221	3892	499	6.34	29.38	4.15	53.60	66.71	15793	207	2.4	83964	1317	4837	4944
49	9427	0.001	5979	48	22	1247	66	4.10	3.98	1.75	58.22	68.56	3407	60	1.3	24780	1780	1086	3815
50	43961	0.003	2919	194	77	3289	233	4.85	11.35	3.87	23.67	31.82	13140	175	2.1	66133	860	4862	2642
52	7391	0.001	3031	68	23	549	52	1.90	2.95	0.62	31.13	37.12	44	98	0.7	17086	892	1085	235
53	1640851	0.185	142433	7022	3416	268239	10396	377.23	562.43	329.95	630.93	1114.36	1759257	21824	165.0	4007565	39668	133442	169730
54	29595	0.004	5959	214	75	2461	193	5.01	11.31	3.25	63.20	74.34	316	44	0.3	76201	1822	4069	6035
55	773076	0.091	87828	4074	1698	108380	4730	150.47	216.88	118.86	656.46	925.03	314079	5204	41.9	2862127	27255	108294	25556
56	51509	0.007	9760	430	156	5872	395	10.05	21.44	6.94	94.03	112.09	46258	561	6.6	88645	2794	2446	15873
57	120316	0.010	9832	446	193	10115	630	16.10	38.10	14.81	82.99	95.28	45659	608	4.6	146910	3146	10722	52495
59	14761	0.002	1092	88	35	1951	94	2.83	5.12	2.17	7.46	11.31	9979	126	1.8	75151	363	1449	1073

60	3209611	0.337	228994	15125	6609	423395	19551	562.15	981.32	508.93	1251.03	2009.68	1792048	25106	187.1	7492026	66512	345954	359862
61	28056	0.004	10710	294	98	2047	218	8.24	21.35	3.74	121.29	135.90	22332	259	3.3	22269	3068	1823	24705
64	34060	0.004	8452	179	86	3859	264	10.20	21.54	7.99	95.14	112.16	16829	260	4.2	38728	1765	3575	9046
68	11386	0.003	2354	63	27	1855	78	3.78	12.50	4.17	31.50	25.85	8900	109	0.9	19596	918	624	40981
69	5603658	0.512	1139606	23594	12538	574723	41891	1605.24	3711.52	1261.12	14226.86	16981.00	3209039	47507	697.9	5815982	172808	775856	334981
71	12825	0.001	765	75	30	411	107	0.95	6.59	0.71	11.76	13.73	537	15	0.4	4115	137	713	127
72	56421	0.007	23683	430	171	1364	467	19.47	56.64	10.99	323.53	364.01	649	163	6.4	7843	4715	10779	27929
73	129385	0.014	17886	592	302	18383	964	31.38	55.15	29.63	147.50	194.18	90476	1335	13.7	190776	3602	8239	9482
74	335381	0.032	33124	1602	730	34502	2336	57.58	129.38	55.09	268.10	356.97	158867	3573	30.8	558121	7513	22616	33675
75	521233	0.051	58296	2468	1166	62803	3655	105.12	205.42	100.69	460.47	618.71	276295	4660	42.2	766433	12370	36495	47854
77	656451	0.059	150796	3860	1707	35219	5118	181.74	546.71	131.90	2256.22	2601.41	183644	3651	84.9	342530	18448	116655	42995
79	49480	0.005	10978	268	125	4137	390	12.85	31.34	10.48	135.42	162.87	11145	644	8.4	42071	1781	7929	1466
82	18481	0.002	2979	91	44	2288	137	4.94	11.52	4.42	33.70	39.86	12939	223	2.3	26536	563	1963	7787
83	26993	0.002	9184	115	61	3318	202	9.46	15.78	6.03	95.79	115.35	21935	374	3.8	36233	2143	3039	932

Bodega	Indicador agregado de AIRE	Indicador agregado de AGUA	Indicador agregado de SUELO	Indicador GLOBAL
1	2.64E-13	7.03E-01	6.07E-13	1.41E-01
2	5.92E-13	1.09E+01	6.76E-13	2.18E+00
3	9.65E-14	1.61E-01	7.93E-14	3.22E-02
4	1.33E-13	2.61E-01	9.28E-14	5.22E-02
6	2.72E-13	1.75E+00	1.96E-13	3.50E-01
7	1.95E-13	4.34E-01	3.04E-13	8.67E-02
12	1.50E-13	2.02E-01	1.30E-13	4.03E-02

13	2.32E-13	4.38E+00	2.77E-13	8.77E-01
15	1.71E-13	5.02E-01	2.57E-13	1.00E-01
16	2.25E-13	5.29E+00	3.23E-13	1.06E+00
17	4.24E-12	7.08E+00	9.92E-12	1.42E+00
19	1.70E-13	3.32E-01	2.02E-13	6.64E-02
20	1.57E-13	1.73E-01	1.59E-13	3.46E-02
22	1.21E-13	1.77E-01	1.21E-13	3.55E-02
24	2.11E-13	9.07E-01	2.14E-13	1.81E-01
25	1.29E-13	1.48E+00	2.14E-13	2.96E-01
26	3.26E-13	3.35E+00	2.05E-13	6.70E-01
27	3.82E-14	5.55E-02	2.04E-13	1.11E-02
28	3.10E-13	2.62E+00	2.18E-13	5.24E-01
29	2.39E-13	1.50E+00	2.52E-13	2.99E-01
30	3.28E-13	2.00E+00	3.09E-13	4.00E-01
31	2.28E-13	3.26E+00	3.48E-13	6.52E-01
33	1.85E-13	3.95E-01	1.65E-13	7.90E-02
34	2.89E-13	2.01E+00	1.37E-13	4.01E-01
35	2.18E-13	4.76E-01	8.07E-13	9.53E-02
36	1.61E-13	3.22E-01	2.07E-13	6.43E-02
37	1.64E-13	1.21E+00	2.49E-13	2.41E-01
38	2.09E-13	4.97E-01	4.01E-13	9.95E-02
39	2.26E-13	5.82E-01	2.69E-13	1.16E-01
42	1.73E-13	2.11E-01	8.94E-14	4.21E-02
43	3.76E-13	4.40E-01	2.46E-13	8.79E-02
44	1.05E-13	2.34E-01	9.74E-14	4.68E-02
46	1.68E-12	7.45E-01	4.86E-13	1.49E-01
48	9.35E-13	1.06E+00	5.65E-13	2.13E-01

49	9.33E-13	7.62E-01	5.15E-13	1.52E-01
50	7.58E-14	1.32E-01	6.90E-14	2.65E-02
52	3.98E-13	3.80E-01	1.78E-13	7.59E-02
53	5.66E-13	1.41E+00	1.01E-12	2.81E-01
54	1.32E-13	2.24E-01	3.64E-14	4.48E-02
55	2.97E-13	9.87E-01	2.62E-13	1.97E-01
56	4.76E-13	5.37E-01	5.71E-13	1.07E-01
57	2.89E-13	3.90E-01	2.49E-13	7.79E-02
59	4.01E-14	2.09E-01	6.59E-14	4.18E-02
60	2.02E-13	5.12E-01	2.37E-13	1.02E-01
61	1.32E-13	4.45E-02	1.00E-13	8.91E-03
64	1.14E-13	7.75E-02	1.07E-13	1.55E-02
68	2.32E-13	2.61E-01	2.31E-13	5.23E-02
69	2.84E-13	2.04E-01	3.17E-13	4.07E-02
71	3.04E-13	1.10E-01	1.61E-13	2.19E-02
72	1.82E-13	1.05E-02	9.47E-14	2.09E-03
73	2.35E-13	2.87E-01	2.98E-13	5.75E-02
74	2.77E-13	4.46E-01	3.34E-13	8.93E-02
75	1.75E-13	2.36E-01	1.96E-13	4.72E-02
77	5.43E-13	1.77E-01	4.95E-13	3.55E-02
79	4.06E-13	2.21E-01	4.48E-13	4.43E-02
82	4.03E-13	4.42E-01	5.28E-13	8.85E-02
83	5.41E-13	3.62E-01	5.29E-13	7.25E-02