UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria d'Igualada

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Tesis Doctoral

Programa de doctorado en Ingeniería de Proyectos y Sistemas

El binomio producto/envase para vino y aceite de oliva:algunas cuestiones de ACV y HC a nivel de producto, a nivel corporativo y a nivel nacional.

Autor: **Alejandra Navarro Diarte**

Director(s): **Dra. Rita Puig Vidal, Dr. Pere Fullana-i-Palmer**

Convocatoria: **Mayo 2017**

Agradecimientos

Tarea más difícil que la propia tesis es escribir los "agradecimientos", porque hay muchas personas a las que quiero agradecerles su apoyo, su afecto, su personalidad, paciencia y sapencia en general. A todas ellas que sé y espero lo sepan las llevaré siempre en mi corazón, la verdad que esta experiencia tiene un gran valor personal por lo que ellas me han aportado a nivel humano que realmente es lo que importa.

Está claro que el primer pensamiento que me viene cuando pienso en la tesis tiene rostro y nombre, es con permiso de mi otro director (y su marido), la Dra. Rita Puig Vidal, para mi "Rita mi jefa, mi amiga", una gran mujer, una gran persona, una gran profesional, la persona que me trajo a Igualada para este proyecto, la que con su dulzura me ha ido animando en tantas cosas, la que me ha dirigido con cariño y una eficiencia increíble, ha lidiado con mis miedos, mis incertidumbres, mis pensamientos nada fáciles y tantas cosas, me ha enseñado mucho de la vida y del trabajo, no tengo ni sé como podré agradecérselo, sólo espero esté un poquito orgullosa de mi y mucho más de ella por lo que ha conseguido conmigo. Y…como no, aunque parezca en la sombra, el Dr. Pere Fullana i Palmer, que ha estado ahí como cimiento, base y fin de todo este trabajo y también ha sufrido mis altibajos supongo de partida doble, por mi parte directa y por parte quizás de la preocupación de Rita hacia mi, deseo de verdad esté contento con el trabajo realizado, porque esto es un trabajo de los tres.

No he olvidado a mi familia ni amigos de toda la vida, a Zaragoza y Navarra que me han mandado siempre energía positiva, me han apoyado en la distancia y me han hecho sentir muchas veces como si estuvieran aquí conmigo. Mi familia, sin ellos tampoco estaría aquí, han estado en mi pensamiento y yo se que en el suyo, se que no siempre lo han pasado bien por estar yo involucrada en esta tarea. Alguno de ellos no se aclara mucho lo que he estado haciendo, o no entienden el porqué, la verdad que hasta yo me lo he preguntado muchas veces, lo que si sabemos es que es algo que decidí un día hacer y lo importante al pasar el tiempo es poder llegar al final, aunque la verdadera esencia ha estado en el trayecto, la experiencia y las personas que he conocido, compañeros de la "Escuela" que en tantos cafés me han hecho reir, llorar, soñar,… sentir el calor humano y el afecto.

No dejaría de escribir y me encantaría poner todos los nombres que llevo en mi interior, tanto de aquí como de allá, pero se que me dejaría personas y detalles, y esta memoria de tesis se basa en el trabajo y no en mis sentimientos.

Solo decir que ha sido un privilegio y un placer, os llevaré a todos conmigo vaya donde vaya, este donde este, gracias, gracias y mil gracias. También a la "Escuela" y a Igualada. Y aunque sea de lo más informal querría dejar constancia a todos dos palabras típicas (como sabeis) de esta *"mañica": "mil besicos".*

Resumen

La conciencia social y por tanto empresarial, del cuidado de nuestro entorno (medioambiente), está en alza cada día más. Este interés real se ve reflejado en leyes y normativas medioambientales, buscando una producción y producto más respetuoso con el medio ambiente y a la vez conseguir ahorros económicos de gran importancia. De ahí el aumento de estudios medioambientales de diferente índole que implican utilizar las recientes metodologías de cuantificación de impactos ambientales en la producción de diferentes productos durante su ciclo de vida (total o parcial), en el que sobresale el denominado Análisis de Ciclo de Vida (ACV) por su rigor científico y uso mayoritario. Otra de las metodologías sobresalientes es el cálculo de Huella de Carbono (nivel de producto o corporativo) que entre otras diferencias con el ACV, se centra en un solo indicador medioambiental (cuantificación de Gases de Efecto Invernadero) y así conseguir un estudio ambiental más simplificado que el ACV pero no con menos rigor.

Esta conciencia medioambiental está integrada de manera muy especial en el sector agroalimentario, como en los casos del vino y el aceite de oliva, en los cuales España es el país o uno de los países más representativos de la UE e incluso del mundo.

En la presente tesis se ha utilizado la huella de carbono como indicador para evaluar y reportar las cargas ambientales asociadas con la producción de vino trabajando con un total de 18 bodegas ubicadas en las principales regiones productoras de vino de España y el Sur de Francia gracias a la realización de dos proyectos en el sector del vino, los proyectos CO2 Vino, 2014 y VINECO, 2014. Con ello, se han obtenido datos de inventario sobre los sistemas de producción de estas bodegas, analizado estadísticamente los datos, evaluado las diferencias en usar dos flujos de referencia habituales para la parte agrícola (por ha de viñedo o kg de uva recolectada) y, finalmente, se han identificado las fases de mayor contribución de impacto junto con sus causas y posibles mejoras bajo unos valores promedio calculados.

En la misma línea, y con los datos y resultados anteriores, se han abordado y discutido seis aspectos metodológicos principales a tener en cuenta al recopilar datos de inventario corporativos para luego utilizarlos en los estudios de Huella de Carbono de Producto (que es la forma habitual de proceder): emisiones fugitivas, créditos de reciclado de residuos, uso de "factores equivalentes", definición de flujo de referencia, acumulación y asignación de valores corporativos a productos minoritarios. Estos aspectos metodológicos, pueden influir en los resultados según cómo se traten. El estudio realizado sobre este tema metodológico dentro de este caso del vino es ampliamente aplicable a cualquier otro producto o actividad industrial.

Finalmente, se ha aplicado el ACV en la producción de Aceite de Oliva Virgen (AOV) para ver la influencia del envase en el impacto ambiental del producto, estudiando los 3 tipos principales de envases (vidrio, lata y polietilentereftalato). También se ha hecho una estimación de las consecuencias ambientales (en emisiones de CO_2 equivalentes) de la implantación de una nueva legislación en España sobre el uso de envases irrellenables en el canal HORECA (restauración y catering).

Abstract

Rising public awareness about the care of our environment and, therefore, corporate business awareness also, are notorious day by day. This real interest is reflected in environmental laws and other regulations, seeking at once, a more environmental friendly production and product and economic savings of great importance. Hence, the increase in environmental studies of a different nature that imply the most recent methodologies for quantifying environmental impacts in the production of different products during their the life cycle (total or partial), in which the so-called Life Cycle Assessment (LCA) stands out for its scientific rigor and major use. Another of the outstanding methodologies is the calculation of Carbon Footprint (at product or corporate level) that, among other differences with the LCA, focusses on a single environmental indicator (quantification of Greenhouse Gases) and gets a more simplified environmental study than the LCA but not with fewer rigor.

This environmental awareness is integrated very especially in the agri-food sector, as in wine and olive oil cases, in which Spain is the country or one of the most representative countries of the EU and worldwide.

In this thesis the carbon footprint has been used as an indicator to evaluate and report the environmental burdens associated with wine production, working with a total of 18 wineries located in the main wine-growing regions of Spain and the South of France thanks to the realization of two projects in the wine sector, the projects CO2 Vino, 2014 and VINECO, 2014. The inventory data on the production systems of these wineries have been obtained, have been statistically analyzed, evaluated the differences in use two usual reference flows for the agricultural sector (per ha of vineyard or kg of collected grapes) have been evaluated and, finally, the phases of greatest impact contribution together with their causes and possible improvements under calculated average values have been identified.

In the same line, with the data and the previous results, six main methodological issues to consider when collecting corporate inventory data for later use in the Carbon Footprint of Product studies (which is the usual way of proceeding) have been approached and discussed: fugitive emissions, waste recycling credits, use of "equivalent factors", definition of reference flow, accumulation and assignment of corporate values to minority products. These methodological points, may influence the results according to how they are treated. The study carried out on these methodological issues within this case of wine is widely applicable to any other product or industrial activity.

Finally, the LCA was applied in the production of Virgin Olive Oil (VOO) to see the influence of the packaging on the product's environmental impact, studying the three main types of containers (glass, tin and polyethylene terephthalate). An estimation of the environmental consequences (in equivalent CO_2 emissions) of the implementation of a new legislation in Spain on the use of non-refillable containers in the HORECA channel (restaurants and catering) has also been made.

Índice

AGRADECIMIENTOS **3**

RESUMEN **4**

ABSTRACT **5**

ÍNDICE **6**

GLOSARIO **8**

1 INTRODUCCIÓN **9**

1.1 SECTORES AGROALIMENTARIOS CON IMPORTANCIA EN ESPAÑA 10

1.1.1 Sector vitivinícola en España *11*

1.1.2 Sector del aceite de oliva en España *16*

1.2 MEDIOAMBIENTE: CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS 26

1.2.1 Metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV). *26*

1.2.2 Metodología de Huella de Carbono (HC) *29*

1.3 SOSTENIBILIDAD EN LOS SECTORES VITIVINÍCOLA Y OLEICO: LITERATURA. 35

2 OBJETIVOS **38**

3 ECO-INNOVACIÓN Y EVALUACIÓN DE HUELLA DE CARBONO Y DATOS DE INVENTARIO DE VIÑEDOS-BODEGAS DE ESPAÑA Y FRANCIA. **39**

3.1 METODOLOGÍA 39

3.1.1 Descripción del Sistema *40*

3.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 44

3.2.1 Inventario del subsistema Viñedo *44*

3.2.2 Inventario del subsistema Bodega *45*

3.2.3 Resultados de la Media de Huella de carbono *46*

3.2.4 Resultados del mejor escenario *49*

3.2.5 Recomendaciones para mejora de procesos *50*

3.3 CONCLUSIONES 51

4 HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO FRENTE A CORPORATIVA: ALGUNOS ASPECTOS METODOLÓGICOS. CASO DE ESTUDIO Y REVISIÓN EN EL SECTOR DEL VINO. **53**

4.1 MATERIALES Y MÉTODOS 53

4.1.1 Descripción de la metodología standard para HCC y HCP *53*

4.1.2 Caso de estudio del vino *57*

4.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 59

4.2.1 Resultados medios de HCC: a partir del propio caso de estudio de vino *59*

4.2.2 Discusión de cuestiones metodológicas (diferencias entre HCC y HCP) con ejemplos *59*

4.2.2.1 Emisiones fugitivas 59

4.2.2.2 Créditos Medioambientales del reciclaje de residuos 60

4.2.2.3 La influencia del uso de “factores de equivalencia” 61

4.2.2.4 Importancia de la definición del flujo de referencia 62

4.2.2.5 Acumulación 63

4.2.2.6 Asignación de datos de empresa a productos minoritarios 64

4.2.3 Opciones Metodológicas encontradas de ACV/HC en la literatura sobre el vino *65*

4.2.4 Aplicación de los resultados a otras industrias 68
4.3 CONCLUSIONES 69

5 ENVASES EN LA EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN Y LAS CONSECUENCIAS MEDIOAMBIENTALES DE UNA REGLAMENTACIÓN ESPAÑOLA. 71

5.1 METODOLOGÍA DE ACV 71
5.1.1 Descripción del Sistema de ACV 72
5.1.2 Consecuencias medioambientales de la normativa del uso de aceiteras no rellenables de AOV dentro del canal HORECA 73
5.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 76
5.2.1 ACV del AOV: contribución del envase 76
5.2.1.1 Datos de Inventario 76
5.2.1.2 Evaluación de impacto medioambiental 78
5.2.1.3 Detalles de la evaluación. 82
5.2.1.4 Recomendaciones para mejorar el envase 84
5.2.2 Consecuencias medioambientalesde la normativa española RD 895/2013 85
5.2.2.1 Objetivo y alcance 85
5.2.2.2 Análisis de Inventario 86
5.2.2.3 Resultados de impacto medioambiental 88
5.3 CONCLUSIONES 89

6 CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO. 90

7 CONTRIBUCIONES DE ESTA TESIS. 92

8 REFERENCIAS – BIBLIOGRAFÍA 93

ANEXOS 101

Glosario

AAO: Agencia para el Aceite de Oliva.

ACV: Análisis de Ciclo de Vida.

AEMA: Agencia Europea de Medio Ambiente.

AOV: Aceite de Oliva Virgen.

CEEV: Comité Européen des Entreprises Vins.

CECRV: Conferencia Española de Consejos Reguladores Vitivinícolas.

COI: Consejo Oleícola Internacional.

FEV: Federación Española del Vino.

FIVIN: Fundación para la Investigación del vino y la nutrición.

GEI: Gases de efecto invernadero.

HC: Huella de Carbono.

HCC: Huella de Carbono Corporativa.

HCP: Huella de Carbono de Producto.

HORECA: Hostelería-Restauración-Cátering

ICEX: España Exportación e Inversiones, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

IPCC: Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático.

MAPAMA: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

OECC: Oficina Española de Cambio Climático

OEF: Organisation Environmental Footprint o Huella ambiental de empresa.

PCG: Potencial de calentamiento global.

PEF: Product Environmental Footprint o Huella Ambiental de Producto.

RD: Real Decreto.

SETAC: Society of Environmental Toxicology And Chemistry.

UE: Unión Europea.

1 Introducción

El sector agrícola, un sector antiquísimo y con una importancia vital para la humanidad, sigue evolucionando y luchando por una digna supervivencia dentro de un mundo con grandes cambios sociales, tecnológicos, ideológicos y climáticos. El aumento demográfico, la globalización, las nuevas tecnologías entre otros, hacen que un sector que aun conserva en algunos casos formas de hacer tradicionales, deba incorporarse a esta nueva realidad a la que debe enfrentarse.

Dentro del campo agrícola, hay un sector específico, con especial importancia e interés como es el Agroalimentario. En la actualidad, este sector no sólo cumple con el objetivo de abastecer al hombre del alimento justo para su superviviencia, especialmente en sociedades occidentales como es la Europea, va más allá de este objetivo básico. La creciente corriente de llevar una vida saludable *("mens sana in corpore sano")* con el fin de alargar la vida en unas condiciones de buena calidad de la misma, hace ser exigentes a estos mercados occidentales en cuanto a calidad, variedad y demanda de productos alimenticios denominados saludables. Algunos de estos productos, incluso se han vuelto no de primera ni segunda necesidad, sino en verdaderos productos de lujo, con puestas en escena publicitarias y envases equiparables a productos de alta cosmética (sociedad de la imagen y la pariencia) .

Esta tendencia de alimentación sana está derivando hacia dos grandes alternativas nutricionales: una más novedosa si cabe decir para el ser humano, es la *dieta vegetariana* (y sus vertientes); y otra, especialmente tradicional en los países del sur de Europa, la denominada *"dieta Mediterránea".* De ahí, los productos alimenticios meditarráneos están en auge y con ello dicho sector agroalimentario y más concretamente en paises Mediterráneos como es el caso de España. País éste de tradicción agrícola, siendo el mayor o uno de los mayores productores de algunos productos de este sector como el aceite de oliva y el vino. Además, ambos productos se encuentran dentro del grupo de alimentos beneficiosos para la salud, gozando de fama internacional también por su gran calidad. También, destacar que a estos dos productos incluso se les han otorgado funciones ajenas a la propia alimentaria, como el exportar la "imagen-marca España" (Fig.1.1) y llegar a ser reclamo turístico (oleoturismo y enoturismo).

Fig. 1.1 Logo de Alimentos de España[1]

Por otra parte, de manera a veces conjunta o de forma paralela a la preocupación por una alimentación sana y de calidad, se une la tendencia de producción sostenible. El medio ambiente preocupa, y la información sobre su degradación y su futuro evolutivo, a empeorar debido

[1] MAPAMA-Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. http://www.mapama.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/calidad-diferenciada/default.aspx

especialmente a la acción del hombre, llega de forma cotidiana a la mayoría de la población. El mundo científico expone dicha situación intentando informar, concienciar y poner soluciones, lo cual esta derivando en políticas gubernamentales, avances tecnológicos centrados en reducir impactos medioambientales, etc.

Por ello, la sostenibilidad es uno de los temas de máxima importancia, interés y discusión actualmente, afectando directamente a los productos agroalimentarios, tal como se ve reflejado en las crecientes políticas europeas (ej. Iniciativa para un Mercado Único de Productos Verdes de la Comisión Europea). A raíz de todo esto, muchas empresas y organizaciones están adoptando estrategias sostenibles (principalmente ambientales) tanto por y para el cumplimiento de leyes como por el valor añadido que otorgan a sus productos, diferenciándose así de sus competidores y dando una imagen responsable y de gran calidad. Para adoptar a este tipo de estrategias, soluciones y políticas medioambientales, se debe primero conocer lo mejor posible los problemas concretos existentes y/o que se quieren tratar, dónde se encuentran, su gravedad e importancia y, posteriormente, priorizar y encontrar alternativas de resolución o mejora. Esto implica la necesidad de poder cuantificar impactos ambientales de diferente índole sea cual sea el caso que se tenga que estudiar (proceso, servicio o producto) e identificar los puntos críticos en los que hay que trabajar en su mejora. Con este fin, existen metodologías medioambientales de cuantificación, entre las que destacan por su uso habitual y reconocimiento internacional el *Análisis de Ciclo de Vida (ACV)* y la *Huella de Carbono (HC),* siendo estando esta última relacionada con ACV focalizado en cuantificar sólo un indicador medioambiental, el Potencial de Calentamiento Global, al que se le atribuye una gran importancia especialmente por su implicación directa con el actual, controvertido y sensible tema del Cambio Climático.

A raíz de todo lo comentado, se ha centrado esta tesis en contribuir a la sostenibilidad de los sectores del vino y del aceite de oliva virgen (AOV).

La estructura principal de la memoria se centra en la presentación por capítulos de los trabajos realizados junto con el correspondiente capítulo de Introducción (Capítulo 1), el cual trata de dar una idea general de concretamente los 3 campos fundamentales que se han trabajado e interrelacionado: Aceite de Oliva Virgen (AOV), Vino y Metodologías de cuantificación medioambiental (ACV y HC). Los siguientes capítulos principales (Capítulo 3, 4 y 5) presentan cada uno de los trabajos realizados y que han quedado reflejados en forma de artículos científicos. Los objetivos del conjunto global de dichos trabajos, es decir, de la presente tesis, se recogen en un capítulo anterior (capítulo 2). Por último, se finaliza con un capítulo (6) en el que se expone la discusión y las conclusiones de todo lo realizado.

1.1 Sectores agroalimentarios con importancia en España

Europa, en particular la Unión Europea (EU), tiene una tradición agrícola fuerte y concretamente en los paises Mediterráneos, los cuales por su geografia y climatologia favorecen en especial al cultivo alimentario, es decir, al sector agroalimentario. En dicho sector, como en todos, hay productos más relevantes que otros por diversas causes: producción, demanda, calidad, excasez, etc.

Entre los productos alimenticios relevantes en Europa destacan, entre otros, por producción, demanda y calidad mayor, el vino y el aceite de oliva.

Estos dos productos llevan consigo una contribución y/o aportación a nivel cultural, social y económico al ser muy específicos y fuertemente dependientes de la tierra dónde se cultivan y producen. En estos dos casos, España aparece como uno de los paises europeos, y por tanto también en el mundo, con un importante peso tanto por producción como por calidad y demanda de ambos.

El aceite de oliva y el vino tinto estan dentro de los 5 primeros alimentos de la dispensa culinaria española, se encuentran en los "Top 10" de una encuesta popular llevada a cabo en el 2017 en la conferencia internacional culinaria de Madrid Fashion. Su importancia a nivel nacional y de exportación se ve claramente en el interés de las Instituciones nacionales, autonómicas, locales, etc por su regularización, desarrollo y preservación cualitativo con el objetivo de aumentar las ventas. Con este objetivo de conquistar y/o aumentar – mantener los mercados se han centrado en crear campañas publicitarias junto con una imágen propia de estos alimentos que reflejen sus cualidades y los hagan deseables, como se muestra en la Fig.1.2.

Fig. 1.2. Importancia del vino y AOV en la exportación nacional. (Fuente: elaboración propia a partir del portal "foodswinesfromspain"[2] perteneciente a ICEX[3]).

1.1.1 Sector vitivinícola en España

"A veces vale la pena recordar que el sector vitivinícola europeo es un líder fuerte en todo el mundo, no sólo en términos de producción, sino también en términos de consumo y de exportación.", dice Jean-Marie Barillère , presidente del Comité Européen des Entreprises Vins (CEEV). De hecho, el sector del vino europeo representa alrededor del 63% de la producción mundial de vino, siendo

[2] Portal específico de vino y comida de España a nivel internacional: http://www.foodswinesfromspain.com/spanishfoodwine/index.html
[3] ICEX, España Exportación e Inversiones, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. http://www.spainbusiness.com/icex/cda/controller/pageGen/0,3815,1559872_3109104_132303371_0,00.htm#.

Italia, Francia y España los paises líderes en Europa con un 80% y en el mundo con un 50% (2015), (CEEV, 2015).

En Europa, hay una tradición vitivinícola arraigada a la cultura por años de historia y vinculación muy dependiente con la tierra así como una gran cantidad de empresas del sector, que son y han sido familiares desde sus comienzos (desde el siglo XVI) y que hacen que este sector se caracterice por ser un sector de pequeños productores. Esta localización, tradición y vinculación territorial en Europa, hace que se refleje jurídicamente hasta el punto que los vinos europeos no pueden ser mezclados con vinos que se hayan producido fuera de la Unión Europea, además de crear una calificación (clasificación) de vinos con el objetivo de proteger y dar a conocer su calidad (Tabla 1.1).

La UE exige el cumplimiento de ciertos requisitos, mediante normativa, con un valor de exigencia mayor a los alimentos cuyo rasgo diferenciador del resto sea la calidad, para su propia protección y como medida de garantia, que viene recogida en diferentes denominaciones que se otorgan a los alimentos dependiendo de los requisitos que cumplen (MAPAMA, 2017a).

En general, los vinos denominados de calidad de la UE vienen identificados o calificados como Denominación de Orígen Protegida (DOP, con 1291 DOPs de vino de la UE) e Indicación Geográfica Protegida (IGP, con 459 IGPs de vino de la EU), (CEEV, 2015). Estas denominaciones de calidad de los vinos fueron establecidas en el Reglamento (CE) 479/2008 (DOUE L 148, de 6-06-2008,pg.1). Actualmente, el Reglamento en vigor de los productos vitivinícolas es el Reglamento (UE) 1308/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se crea la organización común de mercados de los productos agrarios (DOUE L 347 de 20.12.2013), donde queda incluida la regulación de los productos vitivinícolas amparados por una figura de calidad (Artículos 92 a 111). La Tabla 1.1 recoge las denominaciones de calidad del vino con sus definiciones (MAPAMA, 2017b).

Tabla 1.1. Clasificación de vinos según Criterios de Calidad: Denominaciones

DENOMINACIONES	TERMINOS TRADICIONALES*	DEFINICIONES
DENOMINACIÓN de ORÍGEN PROTEGIDA (DOP)	Denominación de orígen Denominación de orígen Calificada Vino de calidad con Indicación Geográfica Vino de Pago	- Calidad y características casi todas o todas debidas a su orígen geográfico, con sus factores humanos y culturales inherentes. - 100 % de las uvas proceden sólo de la zona geográfica de producción. - Elaboración dentro de la zona geográfica. - Se obtiene de las variedades vínicas que pertenecen a Vitis vinífera.
INDICACIÓN GEOGRÁFICA PROTEGIDA (IGP)	Vino de la Tierra	- Posee una calidad, reputación u otras características específicas atribuibles a su orígen geográfico. - Al menos el 85 % de las uvas proceden sólo de la zona geográfica. - Elaboración en el área geográfica. - Se obtiene de las variedades vínicas que pertenecen a Vitis vinífera y a otras especies del género Vitis.

* Estos términos vienen regulados por la Ley 6/2015, de 12 Mayo, de Denominaciones de Orígen e Indicaciones Geográficas Protegidas de ámbito territorial supraautonómico (BOE 13-05-2015)

España, como uno de los paises importantes productores de vino de la UE, como hemos visto antes, se encuentra totalmente integrado en las normativas europeas y comprometido con el marco jurídico comunitario, nacional y autonómico relacionado con el vino, tal como quedó reflejado en la participación de la Conferencia Española de Consejos Reguladores Vitivinícolas (CECRV, 2017) en la presentación del Primer Código Legislativo Vitivinícola realizado por un Bufete de abogados español (Antonio Viñal & Co.Abogados-AVCO). La industria del vino en España cuenta con superficie de

cultivo de viñas superior a Francia y a Italia. Esta importancia latente del sector crea la necesidad de promocionar y poder aunar todas las actividades relacionadas con los vinos de España para su venta en mercados exteriores, creando así la marca denominada *"Wines from Spain"* por parte de la entidad empresarial pública nacional *España Exportaciones e Inversiones (ICEX)* (FEV, 2017a).

Es un sector antiguo pero comprometido con los tiempos, evolucionando dentro de sus posibilidades de cambio y con ánimo de continuar mejorando y adaptandose a los nuevos retos y necesidades, como lo constanta el Dr. Ignacio Sánchez Recarte, Secretario General de CEEV con las siguientes palabras: *"Nuestra industria está comprometida a desempeñar un papel clave en la sostenibilidad económica, social y medioambiental de las regiones europeas. Queremos seguir invirtiendo y crear valor añadido para nuestras economías nacionales y de la UE."* (CEEV, 2015).

La importancia del sector se ve aumentada en la actualidad gracias a la *moda* de la nutrición saludable, en la cual, la llamada Dieta Mediterránea (gastronomía francesa, Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO desde 2011, en la que está incluida el consumo moderado del vino) es la estrella y dentro de la cual, el vino es considerado un alimento principal directamente relacionado con el aumento de la longevidad mediante su consumo moderado. Esta interrelación de consumo moderado de vino con salud humana ha ido quedando reflejada no sólo en la experiencia y tradición de las zonas vitivinícolas por excelencia, sino en estudios científicos que abordan los efectos saludables del vino sobre el hombre desde un punto de vista médico. De este hecho surgió en 1992 la Fundación para la Investigación del Vino y la Nutrición (FIVIN).

Fig.1.3. Logo FIVIN (Fuente:FEV)[4]

FIVIN, organizó en el colegio Farmacéuticos de Barcelona un seminario (junio 2016) con el título de "Dieta Mediterránea Vino y Salud" sobre los beneficios del vino (FIVIN, 2017).

A nivel internacional, se llevan realizando diversas reuniones de expertos del tema, siendo la última de este nivel en Logroño (febrero 2017) con el nombre de WineHealth 2017[5].

Como ya se ha ido comentado, el sector del vino está claramente vinculado con la tierra, con su entorno; por lo tanto, afecta al y le afecta el medioambiente. Realmente es un sector altamente sensible a los cambios climáticos, por lo que dicho sector no puede mirar a otro lado con la actualidad mediambiental. Por todo ello, es normal que surgiera un movimiento relacionado con esta interacción vino-medioambiente llamado *"Wineries for Climate Protection"* (declaración de principios) junto con la creación del primer sello de certificación solo para el sector de vino en cuanto sostenibilidad mediambiental se refiere, el WfCP-Certificado Wineries for Climate Protection, llevado a cabo por FEV (FEV, 2017b).

[4] FEV-Federación España del Vino http://www.fev.es/v_portal/apartados/apartado.asp?te=31
[5] Reunión científica Logroño febero-2017: Wine and Health 2017 (dentro de una serie de reuniones internacionales desde 1996 en Italia) sobre consumo moderado de vino y la salud. http://www.winehealth2017.com/

Fig.1.4. Logo certificación WfCP (Fuente :FEV)

A la bodega que cumpla los criterios para obtener dicha certificación se le otorga el sello de certificación, definiéndola como bodega medioambientalmente sostenible. Esta certificación está orientada y fundamentada en: reducción emisiones gases efectos invernadero, gestión del agua, reducción de residuos, eficiencia energética y energías renovables (FEV, 2017c).

La elaboración del vino se realiza en la bodega, pudiendo encontrarnos desde bodegas pequeñas, coperativas y de gran tamaño, muchas de reciente creación y otras con tradición familiar antiquísima. Los procesos de elaboración no van a depender en sí de estas diferencias citadas, y si se pueden encontrar diferencias en su producción por el tipo de vino elaborado (tinto, blanco, espumoso, cava, ...). Especialmente, se puede decir que hay diferencias en la materia prima (tipo de uva), en las fermentaciones y ciertos productos enológicos añadidos. En la Figura 1.5 se muestran de forma esquemática los procesos de elaboración del vino tinto y blanco-rosado, mientras que la figura 1.6 resume los procesos que se llevan a cabo desde la elaboración a la venta.

Tal y como se ve en la figura 1.5, las diferencias a grosso modo más relevantes en las etapas de elaboración del vino tinto frente al resto (blanco y rosado), son la existencia de una etapa de fermentación maloláctica exclusiva de él, además del orden de ciertas etapas como la Clarificación, la cual en el tinto se realiza tras las realización de las dos fermentaciones (alcohólica y maloláctica), mientras que en el resto se realiza entre la etapa de Desfangado (no existente en el tinto) y la Fermentación alcohólica.

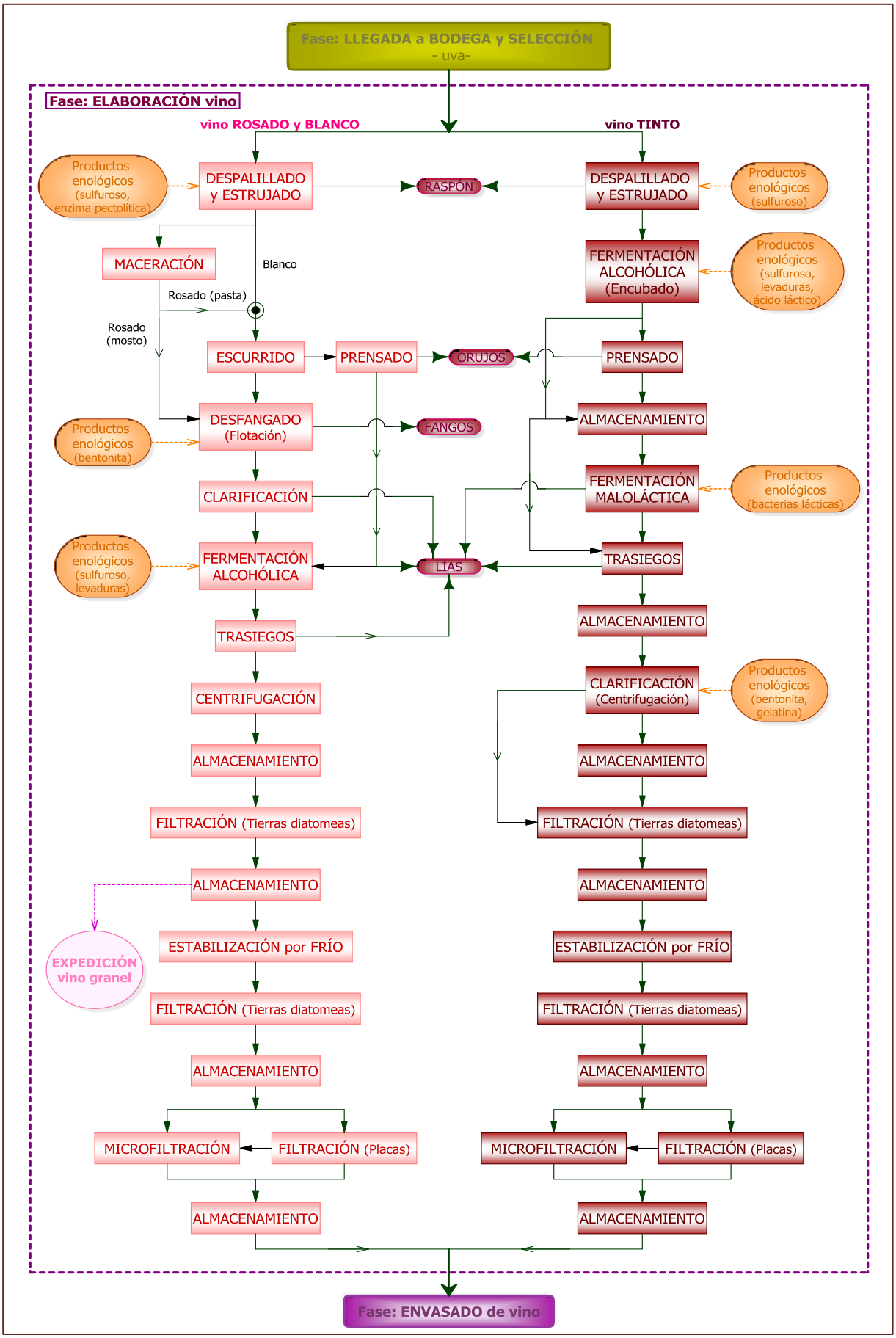

Fig.1.5. Proceso de elaboración del vino blanco, rosado y tinto.

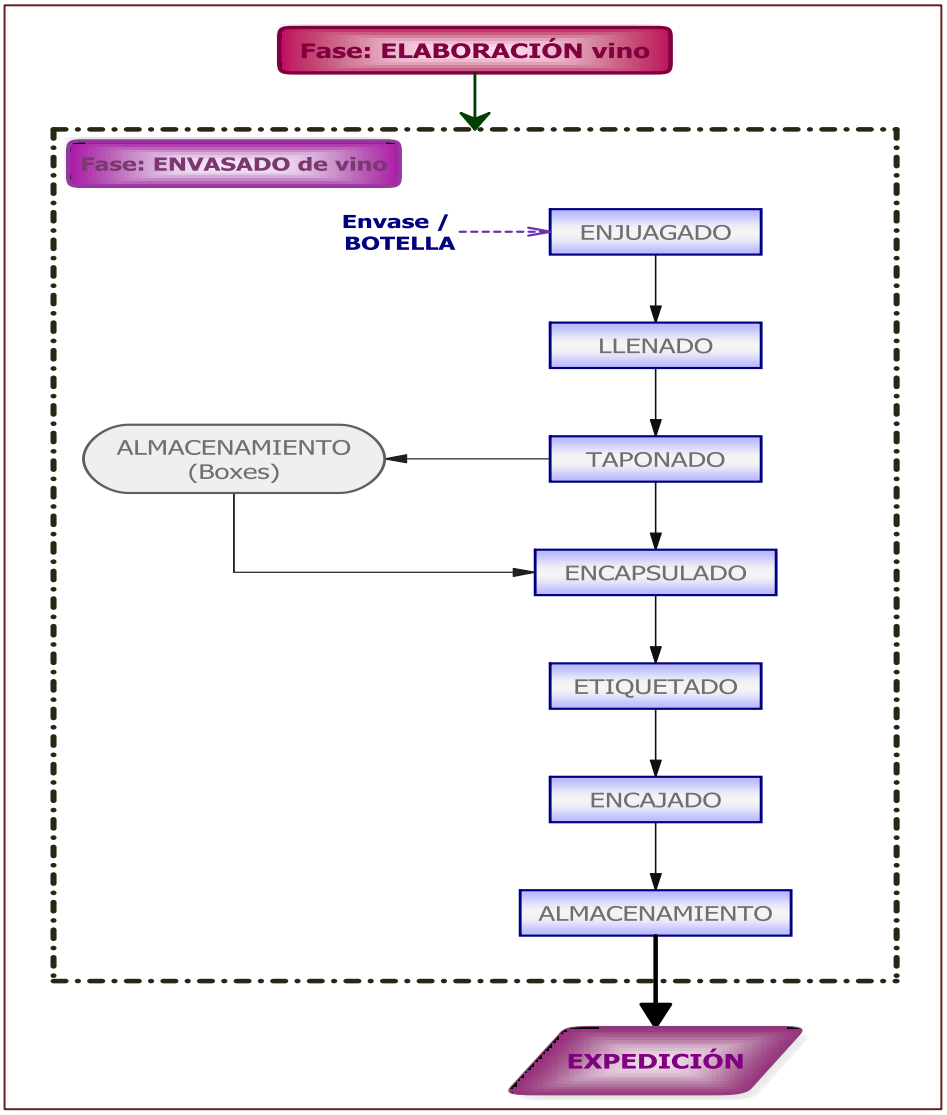

Fig.1.6. Proceso general de envasado del vino.

1.1.2 Sector del aceite de oliva en España

El sector oleícola en España, es uno de los principales sectores del sistema agroalimentario ya que es el 1er productor y exportador mundial de Aceite de Oliva (AO) y de aceitunas de mesa, disponiendo tanto de la mayor superficie de olivar como de número de olivos. Del conjunto de las 50 provincias que conforman el Estado español, 34 cultivan olivo (según la Agencia para el Aceite de Oliva, AAO), variando producción y variedad (Andalucía destaca con diferencia en cultivo y en producción, con un 60% en cultivo y un 80% en producción respecto al total nacional). Fundamentalmente es un país exportador de AO, siendo la UE y concretamente Italia el principal importador. Fuera de la UE, los importadores a destacar son: E.E.U.U, Japón y Australia.

Los aceites de oliva españoles destacan como los de mejor calidad a nivel mundial, con una gran variedad de cultivos de olivo y el empleo de las mejores técnicas y más avanzadas en plantación, recolección y elaboración del mismo.

La calidad del aceite de oliva viene marcada por las características y cualidades del propio aceite. De tal manera que la medición de ciertas características físico-químicas del aceite de oliva hace posible una clasificación del mismo y asegurar que el denominado Aceite de Oliva Virgen Extra (AOVE) es el de máxima calidad (Tabla 1.2).

Tabla 1.2. *Criterios de Calidad: características físico-químicas del aceite de oliva.*

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
ACIDEZ	- Medida de los ácidos grasos libres en el aceite, en % de ácido oleico (estos ácidos se liberan de la aceituna si esta sufre algún tipo de maltrato tanto en cultivo, recolección, transporte, producción). - Indica el deterioro sufrido de la oliva en el proceso producción del aceite de oliva.
ÍNDICE de PERÓXIDO	- Medida de la oxidación inicial del aceite de oliva, es decir, riesgo de oxidación y estado conservación (expresado en miliequivalentes de oxígeno activo/kg de grasa). - Aceituna maltratada o mala conservación frente a la luz solar del aceite de oliva ⇨producción peróxidos (⇨disminución efectos beneficiosos antioxidantes). - Ejemplo: Aceites Vírgenes comestibles ≤ 20.
ABSORBANCIA (Absorción de la radiación ultravioleta)	- Índice K-270, para detección de compuestos insaturados que tiene el aceite, es decir, medida de compuestos de oxidación que no son los peróxidos (producidos por mala conservación del aceite de oliva ⇨disminución efectos beneficiosos antioxidantes). - Aumenta en aceites sometidos a tratamientos industriales (indicativo de "pureza"). - Ejemplos: AOVE ≤ 0,20; AOV Finos y Corriente ≤ 0,25
HUMEDAD y SUSTANCIAS VOLÁTILES	- Bondad del proceso de fabricación, evitar presencia tanto de agua como de sustancias volátiles (rancian el producto). - Admisión de un 0,15% de ambas.
ORGANOLÉPTICAS	- Color, olor y sabor. - Medición mediante catas y por panel analítico reconocido.

Definir de una manera muy concreta la calidad del aceite de oliva es difícil de conseguir por la propia complejidad del producto a definir. Por otra parte, se necesita dicha definición para aunar criterios de calidad a nivel nacional e internacional, especialmente para su comercialización. Por ello se han ido creando una serie de normas que fijan los distintos conceptos de la variedad de calidades del aceite de oliva. La definición de estas calidades marca también la categorización del aceite de oliva en diferentes tipos. La tabla 1.3 se muestra una clasificación específica según el REGLAMENTO (CE) nº 1234/2007, ANEXO XVI.

Tabla 1.3. *Clasificación de Tipos de Aceites de Oliva.*

FAMILIA	ESPECÍFICO	CARACTERÍSTICAS
ACEITE DE OLIVA VIRGEN (AOV)	AOV EXTRA (AOVE)	- Acidez libre: máx. 0,8g/100g *, (0,8%).
	AOV	- Acidez libre: máx. 2,0g/100g *, (2,0%).
	AOV LAMPANTE	- Acidez libre: > 2,0g/100g *, (>2,0%). - NO consumo humano. - SI para refinar y otros usos técnicos.
ACEITE DE OLIVA (AO)	AO REFINADO (AOR)	- Acidez libre: =<0,3g/100g *, (=<0,3%). - Mediante el refino de aceites de oliva vírgenes (refinado del lampante).
	AO "NORMAL" (AO)	- Acidez libre: =<1,0g/100g *, (=<1,0%). - Mezcla de AO refinado + aceites de oliva vírgenes salvo el lampante.
ACEITE DE ORUJO DE OLIVA (AOO)	AOO CRUDO	- A partir de orujo de oliva, con tratamiento con disolvente o medios físicos. No de aceites con reestirificación ni de mezcla de aceites de otra naturaleza.
	AOO REFINADO (AOOR)	- Acidez libre: =<0,3g/100g *, (=<0,3%). - Mediante el refino del AOO crudo.
	AOO	- Acidez libre: =<1,0g/100g *, (=<1,0%). - Mezcla de AOO refinado + aceites de oliva vírgenes salvo el lampante.

* cantidad expresada en ácido oleico

Según NORMATIVA EUROPEA, (REGLAMENTO CE 865/2004, Anexo I), declara como categorías aptas para consumo directo sin pasar por refinado y mezcla, sólo a las denominadas "aceite de oliva virgen extra" y "aceite de oliva virgen".

En la producción de los distintos tipos de aceites de oliva (Tabla 1.3), actúan principalmente las siguientes industrias: *almazara, refinerías* y *extractoras.* La primera se dedica sólo a la obtención de los Aceites de Oliva Vírgenes, es decir, aceites obtenidos sólo mediante procesos mecánicos. Si el aceite de oliva obtenido en la almazara no tiene la suficiente calidad para poder ser apto para el consumo (debido a que procede, por ejemplo, de olivas demasiado maduras o defectuosas) se denomina aceite lampante y debe ser refinado y posteriormente mezclado con aceite de oliva virgen para ser de su consumo alimentario. De uno de los residuos de estos procedimientos, el denominado Orujo, también se puede conseguir aceite, esta extracción de aceite a partir del orujo se realiza en las Extractoras. Tanto en almazaras como extractoras se producen aceites no aptos para el consumo humano (lampante y de orujo crudo) que para poder ser consumibles deben de ser tratados en las Refinerías y luego mezclados con aceite de oliva virgen en un porcentaje concreto o cupaje.

Las etapas básicas del procesado del aceite de oliva se resumen en: recolección de la aceituna, molienda, batido, separación aceite-pulpa, decantación y envasado-almacenamiento.

Tanto la recolección como la elaboración y la conservación del producto, son muy importantes en el resultado final de aceite de oliva de calidad. La recolección de la aceituna tiene que llevarse a cabo con el mayor cuidado posible para no deteriorar dicha aceituna ya que afecta directamente a la calidad del aceite.

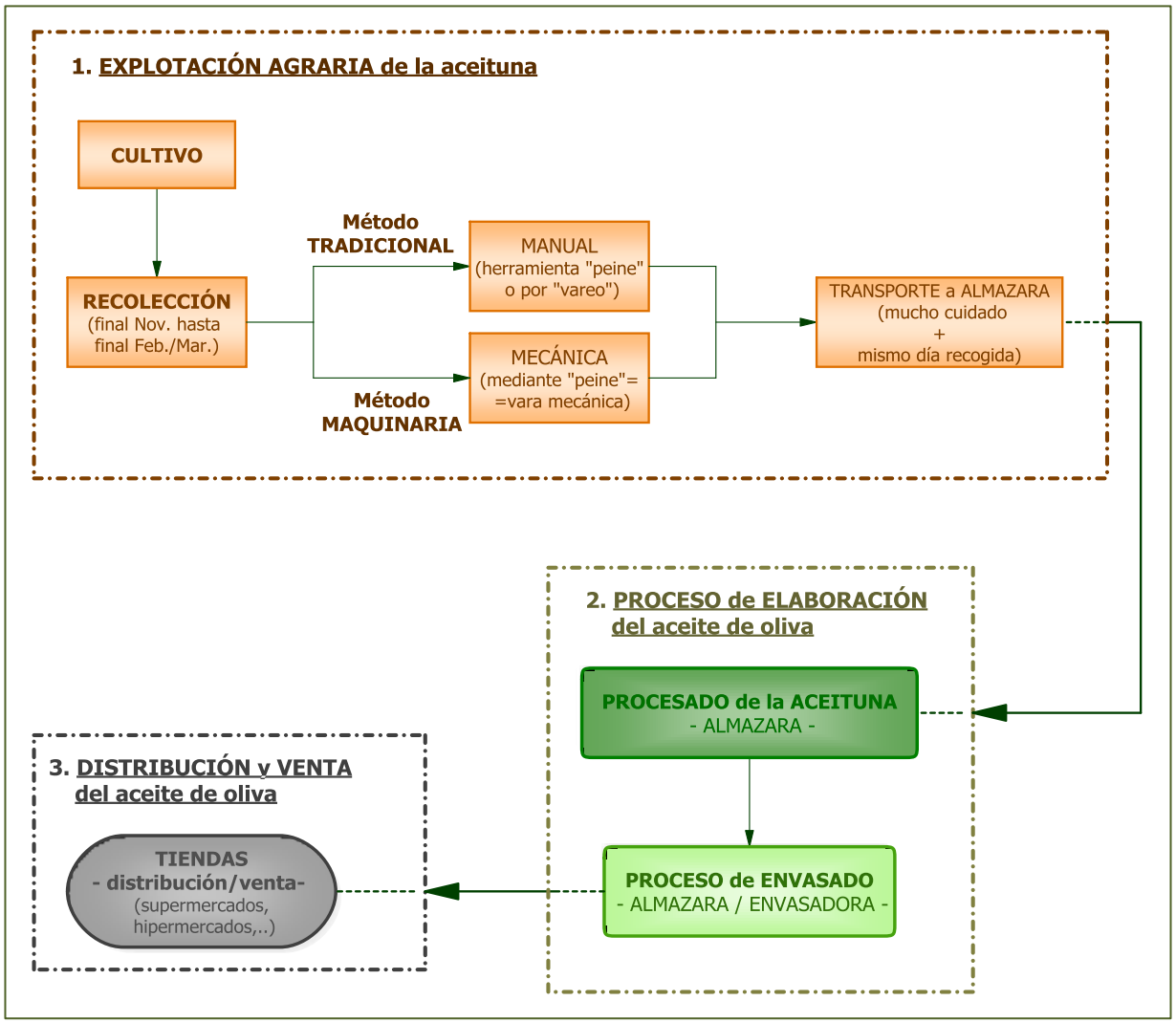

Fig.1.7. Esquema general de procesos desde cultivo del olivo hasta venta de aceite de oliva.

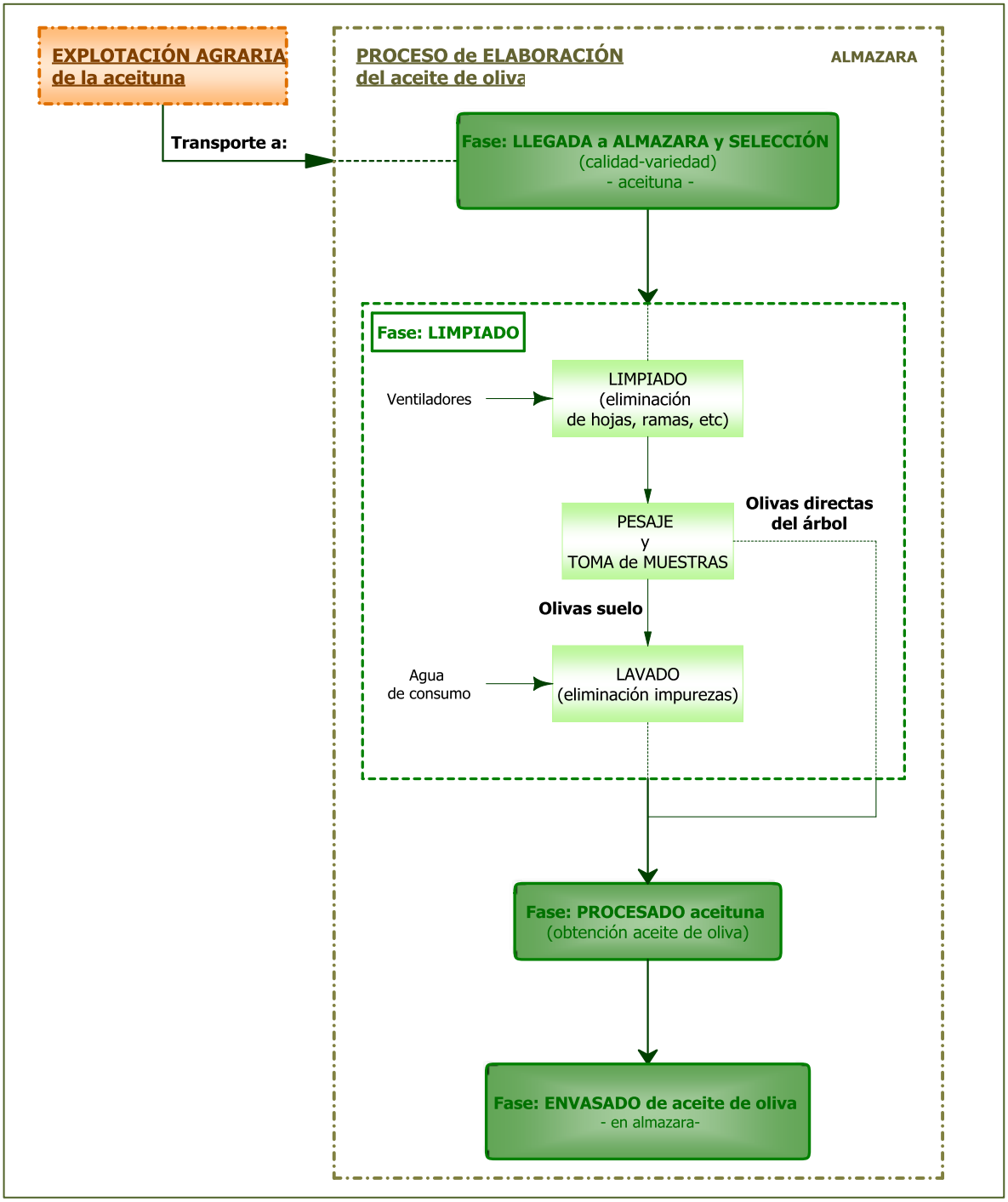

Fig.1.8. Detalle de situación: Toma de muestras en la almazara.

La base del procesado o elaboración de los distintos tipos de aceite de oliva se ha mantenido con el paso del tiempo, los cambios o evolución se han producido esencialmente en aspectos tecnológicos, exigencias de control de calidad para el cumplimiento de normativa y competitividad en el mercado actual.

La elaboración del aceite de oliva se realiza en las *almazaras.* Se suelen diferenciar dos tipos de almazara según el Sistema de Molienda y Extracción utilizado, definiendo a su vez dos metodologías de elaboración de aceite de oliva que a veces se complementan. A continuación, se describe de

forma general ambas metodologías, mediante un cuadro (Tabla 1.4) y un diagrama de flujo (Figura 1.9).

Tabla 1.4. *Métodos de Elaboración del Aceite de Oliva.*

PROCESOS		**SISTEMAS (métodos)**		
		TRADICIONAL (extinción)	**CONTINUO** (actual)	
SELECCIÓN de ACEITUNA		Selección de la aceituna al llegar a la almazara, según calidad y variedad para procesado independiente.		
LIMPIADO-PESADO-LAVADO		1º.- Ventiladores limpian las aceitunas de suciedad (hojas, ramas, etc). 2º.- Pesaje y toma de muestras para análisis de calidad. 3º.- Lavado de aceitunas con agua de consumo si éstas no son de recolección directa del olivo (eliminación barro,…).		
MOLTURACIÓN (molienda)		Molinos de piedra (conos de piedra).	Molinos metálicos: el de martillo el más utilizado (pastillas de acero extraduro al tungsteno).	
EXTRACCIÓN	PRENSADO	Prensa hidráulica (planchas circulares entrelazadas, de esparto).	-	
	BATIDO	-	- Batidora de acero inoxidable con cámara con agua caliente (palas de acero inoxidable con velocidad de giro determinada). - Batido constante a Tª ≤ 30ºC.	
	DECANTACIÓN	Reposo de la pasta para separación fase acuosa (alpechín) y aceite de oliva.	Decantador centrífugo, separación de las distintas fases de la pasta, en dos fases o en tres.	
			a 3 FASES (adición agua) - aceite - alpechín - orujo	**a 2 FASES (*)** (no agua) - aceite - orujo + alpechín = alperujo.
ALMACENAJE		- Depósitos de acero inoxidable (material inerte, impermeable, opaco y no absorbente de olores). - Tª alrededor de los 15ºC.		
ENVASADO		- Realización de la Mezcla o CUPAJE de los aceites de Oliva Vírgenes con los Refinados tanto de Orujo como de Oliva, en un % específico (cupaje) según características del producto a conseguir. - Envasado en recipientes específicos para ser comercializado cumpliendo requisitos de capacidad (≤ 5 L consumo doméstico // 25 L resto) y tipo de material.		

(*) El sistema más moderno y utilizado en España

Según datos publicados por la Agencia para el Aceite de Oliva (AAO) podemos decir que actualmente el método más utilizado y de mayor rendimiento en las almazaras españolas es el Método Continuo de Dos Fases, representando entorno al 80% del total (en Andalucía un 93%).

Una almazara que utilice el método Continuo puede llegar a trabajar con 8000kg oliva/hora, de los cuales se obtendrá un 25% aproximadamente de aceite de oliva[6].

[6] SABOR ARTESANO, empresa agroalimentaria de venta, portal informativo sobre aceite de oliva. http://www.sabor-artesano.com/aceite-oliva.asp

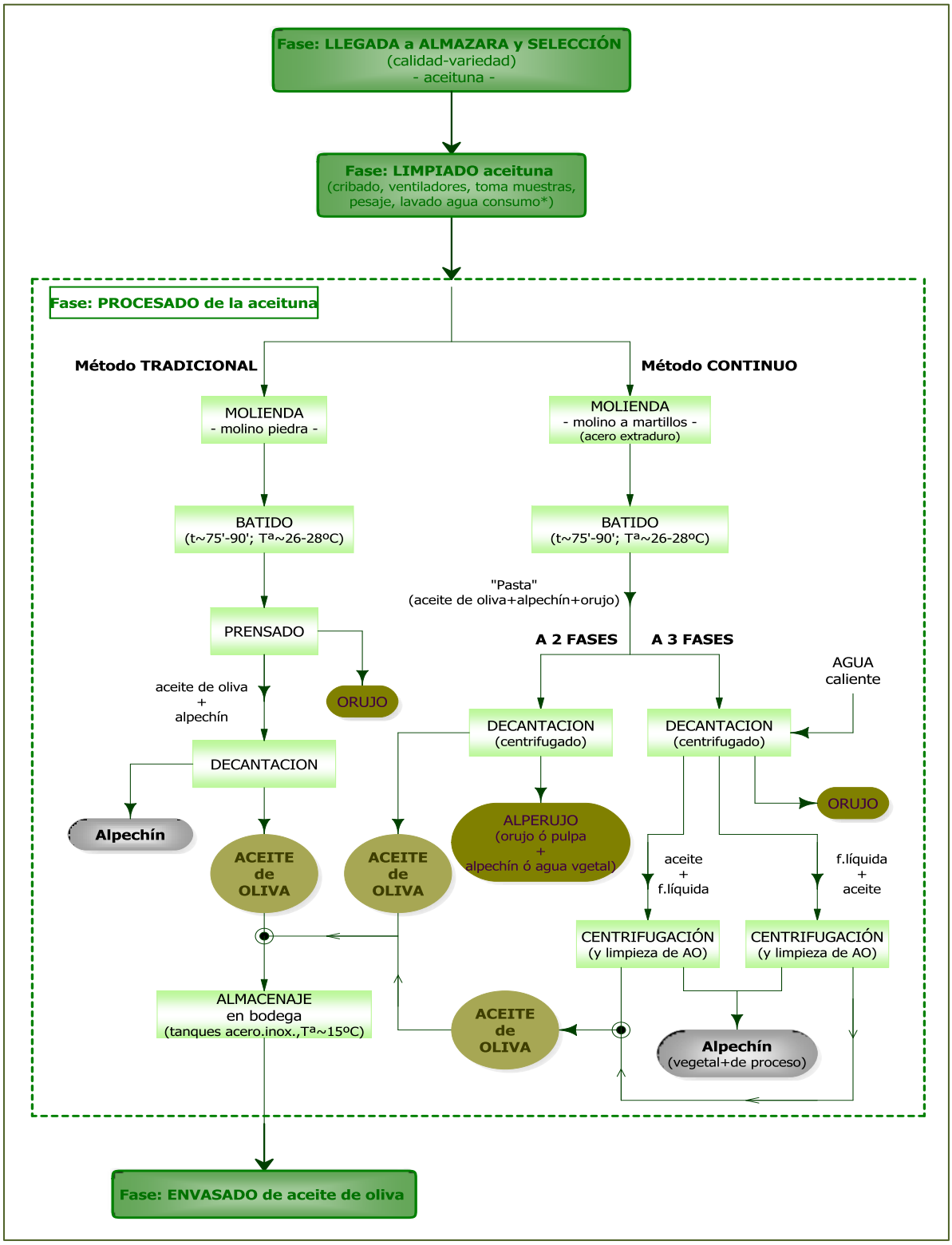

Figura 1.9. Descripción esquemática de las metodologías de Elaboración del aceite de oliva en la almazara descritas.

El envase y envasado en general tienen que cumplir unos propósitos básicos de identificación de producto así como de facilidad de distribución de forma segura. El aceite de oliva, como producto alimenticio, también debe cumplir unos requisitos de higiene, sanitarios y de calidad, sin olvidar las medidas medioambientales.

Los materiales empleados en el envasado de aceite de oliva, en general no han cambiado con el paso del tiempo, pero sí ha evolucionado la tecnología de embotellado así como el diseño del recipiente. Tanto el envasado como el etiquetado del aceite de oliva debe de cumplir unas normas o requisitos marcados por el ***Consejo Oleícola Internacional (COI)***. Las normas y reglamentos que afectan al envasado del aceite de oliva son algunas propias del mismo y otras comunes a otros productos. Las reglas de comercialización implican directamente requisitos en el envasado y etiquetado (este último se incluye dentro del proceso de envasado)**.**

Para el mantenimiento íntegro de las cualidades del aceite de oliva, el envase, embotellado y almacenamiento tienen que dar protección frente a los factores más importantes en el deterioro del aceite de oliva que son: la oxidación, la luz, el aire, la temperatura y la presencia de metales pesados. Estos factores aceleran el proceso de oxidación del aceite reduciendo su calidad. Así mismo, hay que evitar la migración de sustancias del envase al aceite puesto que lo deteriorarían, por lo que la calidad del AOVE es función del tipo de envase (material) y del tiempo de almacenamiento, pudiéndose almacenar un máximo de 6 meses en las mejores condiciones sin perder propiedades. Además, el volumen de espacio libre en la parte superior de la botella de envasado es otro factor influyente también en la calidad, recomendando evitar grandes volúmenes de éste para una conservación más prolongada (Pristouri et al., 2010).

Por lo tanto el envase del AO juega un papel fundamental y las características del material de dicho envase son muy importantes. Los materiales más usados en envases de aceite de oliva son: vidrio, Pet y polietileno, metal (lata) y Tetra Pak. Dichos tipos de envases se muestran en la tabla siguiente (Tabla 1.5).

Tabla 1.5. *Características de los envases del Aceite de Oliva según tipo de material.*

MATERIAL	Características	Imagen (ejemplo)
VIDRIO	- Transparente u opaco. - Muy común. - El más higiénico y fiable. - Precio más elevado. - Posible rotura en transporte.	
PET y POLIETILENO	- Transparente u opaco. - El más usado como envase de aceite de oliva. - Los más afectados por la luz y el aire. - Buen precio.	
METAL (lata)	- Tradicional material de envase para aceite de oliva. - Se compone de estaño recubierto interior de un barniz de resina para alimentos. - Se amolda bien a los requisitos del contenido. - Contenido no visible para el consumidor.	
CARTÓN + Al (Tetra Pak)	- Material novedoso como envase para aceite de oliva. - Se compone de varias láminas finas de plástico (polietileno), papel y aluminio. - Se amolda bien a los requisitos del contenido. - Contenido no visible para el consumidor.	Tetra prisma Tetra Pack

El proceso de envasado de aceite de oliva (Linares et al., 2006 y Pardo et al., 2003) de forma global y esquemática queda reflejado en el siguiente diagrama (Figura 1.10):

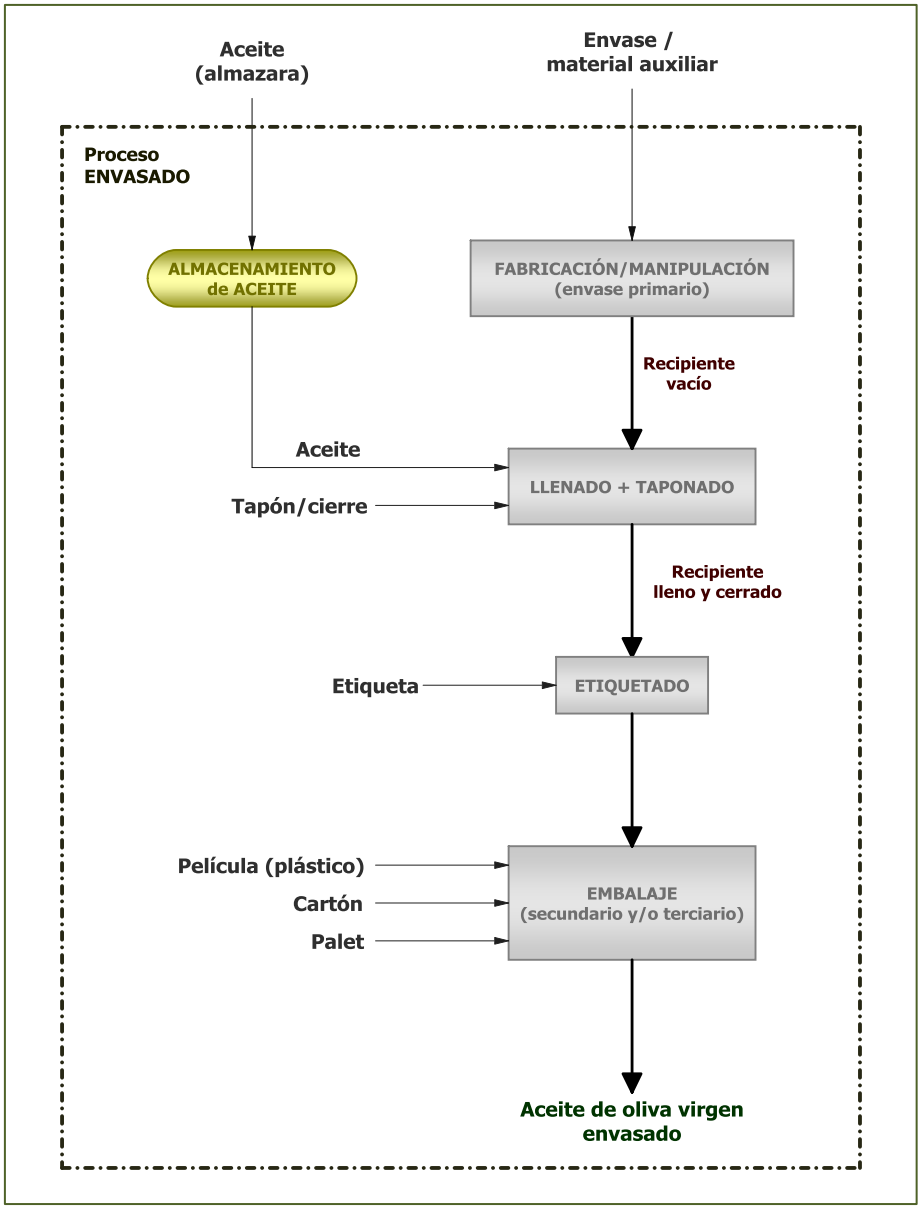

Figura 1.10. Esquema de flujo y procesos de envasado de aceite de oliva

Como muestra el diagrama anterior (Figura 1.10), el proceso de envasado del aceite de oliva se puede agrupar en 4 etapas principales: fabricación/manipulación del recipiente, llenado-taponado, etiquetado y embalaje final. Estas etapas a veces difieren en función del tipo de material del envase primario, incluso si el proceso se realiza en la propia almazara o en una empresa envasadora independiente. La forma de recepción de dicho material (sea propia almazara o no) puede ser como materia auxiliar (materia prima) y se forma el propio recipiente en el proceso de envasado o ya conformado quedando en el proceso de envasado sólo el llenado, taponado y etiquetado del envase (ver figura 1.11).

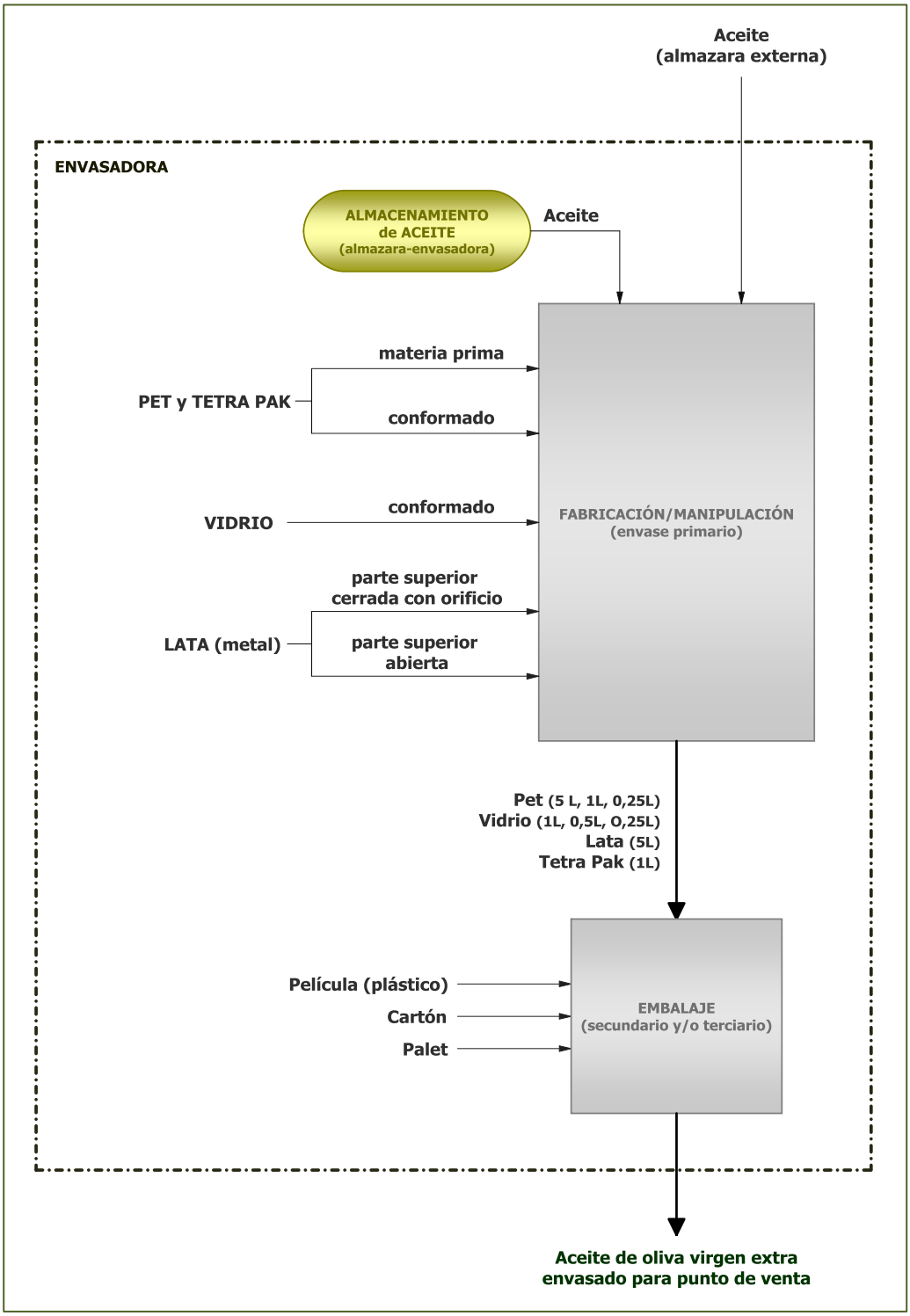

Figura 1.11. Diagrama de flujo de una envasadora atendiendo al tipo de material de envase

Independientemente del material, las fases de llenado y taponado se realizan en una misma máquina, son muy importantes en el proceso de envasado para conseguir que la calidad y cantidad del producto envasado llegue en el estado que el consumidor requiere. Es por ello que se realiza una verificación a tiempo real del llenado del envase para obtener un llenado óptimo y según legislación. El llenado se realizada mediante unas máquinas ***"llenadoras"***, existiendo unas más modernas que integran la limpieza del envase por soplado, el llenado y taponado, son *sistemas* ***tribloque*** (tres bloques) y que su implementación suele estar en las plantas de embotellado de envases de PET y

vidrio. También es importante que el tapón o tapa sea de fácil apertura y vertido, a prueba de goteo, derrames, fugas y manipulaciones, con sellado de seguridad y pestaña de desgarro.

El envase presenta una decoración que aúna dos objetivos: imagen e información, ambos fundamentales para la comercialización del aceite de oliva. Esto se lleva a cabo tanto en el diseño del envase como en su etiquetado.

En el etiquetado aparecerá la calidad y marca del aceite de oliva virgen envasado y su acidez libre en gramos. La fecha límite de consumo preferente es de un año, pasado esta fecha todavía puede ser consumido aunque su calidad ya no será la misma[7].

La información que se da en la etiqueta debe cumplir la legislación vigente, (RD 1334/1999; RE 29/2012). Según dicha normativa existen dos tipos de información a presentar en el etiquetado del aceite de oliva: Información Obligatoria e Información Facultativa.

1.2 Medioambiente: cuantificación de impactos

El Cambio Climático es la mayor amenaza ambiental, social y económica del mundo en la actualidad (según el Observatorio de Sostenibiliad en España-OSE). España no se encuentra ajena a esto, es un país que por sus características dispone de gran sensibilidad para verse afectado por dicho cambio climático. Una herramienta de cuantificación medioambiental muy importante en la lucha contra el Cambio Climático es el cálculo de la huella de carbono, como así lo considera entre otros la Oficina Española de Cambio Climático (OECC).

La Evaluación del Ciclo de Vida (ACV) es una de las metodologías más utilizadas para evaluar la sostenibilidad desde la perspectiva ambiental, siendo ésta una evaluación ambiental de un producto y/o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida (de la cuna a la tumba), que incluye y evalúa muchas categorías de impacto (ISO 14040, 2006; ISO 14044, 2006).

Estas dos metodologías de cuantificación de impactos, interrelacionadas pero diferentes, son las de mayor repercusión, uso y reconocimiento internacional por lo que se han elegido para los estudios realizados y presentados en la presente tesis. A continuación se presenta una descripción general de ambas. En la aplicación directa en casos reales de estudio (como los realizados) es dónde se observan las ventajas /desventajas de cada una, sus diferencias y sus posibles similitudes así como los puntos fuertes/débiles de cada una para tener en cuenta en mejorarlas como en utilizarlas con su debido respeto.

1.2.1 Metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

El Análisis de Ciclo de Vida o ACV, puede adquirir diversas definiciones según en qué aspecto del mismo se referencie, tal y como aparecen reflejadas en la norma **UNE-EN ISO 14040:2006** con el título siguiente: *"Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia."* En esta norma se describen y definen términos, metodología, marco de referencia, aplicación, etc, es decir, todo lo relacionado con ACV. Según esta norma el ACV es: "*una recopilación y evaluación,*

[7] ACEITES DE OLIVAS, portal de información sobre el aceite de oliva. http://aceitedeolivas.com/index.html

conforme a un conjunto sistemático de procedimientos, de las entradas y salidas de materia y energía, y de los impactos ambientales potenciales directamente atribuibles a la función del sistema producto a lo largo de su vida".

Otra de las definiciones conocidas por excelencia del ACV viene de la mano de la *Society of Environmental Toxicology And Chemistry* (SETAC), la primera definición obtenida por consenso (Fullana P. y Puig R., 1997), y dicta así: *"El ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno; para determinar el impacto que ese uso de recursos y esos vertidos producen en el medio ambiente, y para evaluar y llevar a la práctica estrategias para la mejora ambiental. El estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de: extracción y procesado de materias primas; producción, transporte y distribución; uso, reutilización y mantenimiento, y reciclado y disposición del residuo".*

El ACV es una metodología aceptada internacionalmente y relativamente de reciente utilización, en la que además de la propia evaluación ambiental, también se pretende conseguir mejoras medioambientales. Esta metodología se recoge normalizada en las siguientes normas ISO:

- UNE-EN ISO 14.040: 2006 Gestión medioambiental – Análisis de Ciclo de Vida. Principios y estructura (ISO 14040:2006).
- UNE- EN ISO 14.044:2006 Gestión medioambiental – Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y directrices (ISO 14044:2006).

La aplicación de esta metodología requiere seguir una serie de pasos o fases denominados (descritas en la norma citada UNE-EN ISO 14040:2006): Definición de objetivo y alcance, Análisis de inventario, Evaluación del impacto e Interpretación (ver figura 1.12).

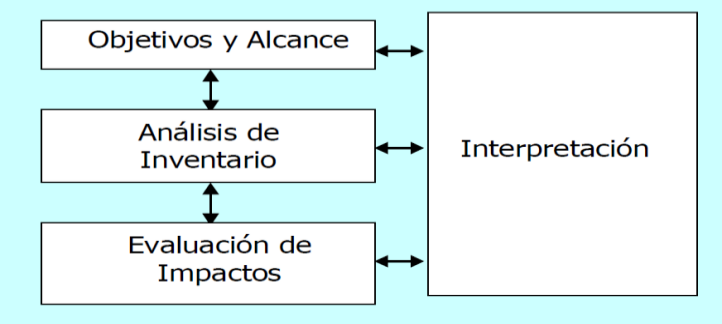

Figura 1.12. Fases de un ACV e interacción entre ellas. (Fuente: Máster Oficial en Gestión del Medio Ambiente en la Empresa. Autor: Pere Fullana i Palmer.)

Por lo tanto, si se quiere realizar un estudio medio ambiental cuantificado en productos y procesos de interés a niveles particulares, locales, regionales, estatales y/o internacionales, la metodología de ACV es la más utilizada. Una de las partes fuertes y que suelen conllevar un arduo trabajo es la fase de Inventario, en la que se recopilan los datos del sistema a estudiar. Los cuales suelen provenir de dos fuentes principales: unos dados por la propia empresa o datos de campo y otros obtenidos de diferentes Bases de Datos (por ejemplo: ELCD, ECOINVENT, GABI DATABASES 2015, etc.). Estos datos de inventario se trabajan mediante una estructura de diagrama de flujos

(entradas/salidas) que contribuyen cualitativa y cuantitativamente en una serie de impactos ambientales (categorías ambientales) tal y como se recoge en la figura 1.13.

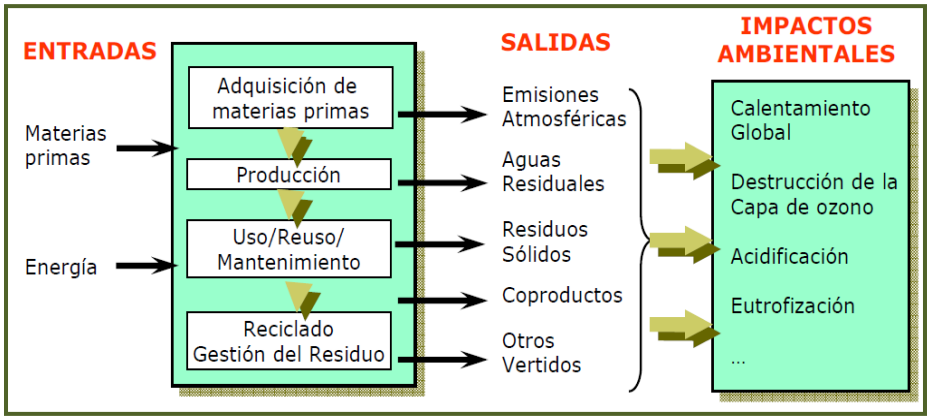

Figura 1.13. Esquematización de flujos de estudio en un ACV. (Fuente: Máster Oficial en Gestión del Medio Ambiente en la Empresa. Autor: Pere Fullana i Palmer.)

En la fase de Evaluación de Impactos de un ACV (ver figura 1.12) hay una serie de elementos obligatorios y otros opcionales (según ISO 14040), siendo los obligatorios: Selección de las categorías de impacto, indicadores de cada categoría y modelos, Clasificación (asignación de datos inventario a cada categoría) y Caracterización (modelizar los datos de inventario con sus factores de caracterización correspondientes para cada categoría). Por otra parte, los elementos opcionales dependerá su uso según el objetivo y alcance del estudio de ACV, siendo dichos elementos los siguientes: Normalización (relación del valor cuantificado para cada categoría de impacto respecto a un valor de referencia), Agrupación (clasificación-catalogación indicadores), Ponderación (definición de factores que otorgan una importancia relativa a cada categoría para poder sumarlas y obtener resultado en un solo índice ambiental) y Análisis de Calidad de Datos (obligatorio en análisis comparativos ayudando a entender fiabilidad de los resultados de ACV).

También existen diversos métodos de evaluación de impactos los cuales definen diferentes categorías de impacto a evaluar. La diferencia esencial entre ellos es la localización dentro del ciclo de vida de los efectos ambientales que se tratan, "endpoint" (efectos últimos, orientados al daño) o "midpoint" (efectos intermedios, orientado al problema ambiental). Normalmente se consideran las categorías en "midpoint" ya que se ajustan sus cálculos más a la intervención ambiental (ECORAEE, 2013).

SETAC define como categorías de impacto principales: salud del ecosistema, salud humana, agotamiento de recursos y bienestar social sin embargo la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) considera las siguientes categorías: recursos abióticos, recursos bióticos, uso de la tierra, calentamiento global, disminución de la capa de ozono, impactos ecotoxicológicos, impactos toxicológicos, oxidantes fotoquímicos, acidificación y eutrofización (Niembro, J. y González, M., 2008)

Dentro de estos métodos de evaluación destacamos por su mayor uso: el Ecoindicador '99 (de "endpoint") y el CML 2001 (de "midpoint"). El primero utiliza 11 categorías de impacto, aunque luego las aúna todas en un solo indicador, introduciendo una parte de subjetividad, mientras que el segundo engloba a 10 categorías, siendo el CML 2001 (actualizada el 2015) el empleado en esta tesis. Sus principales categorías son: Potencial de agotamiento de recursos abióticos (minerales y fósiles),

potencial de acidificación, potencial de eutrofización, potencial de ecotoxicidad acuática en agua dulce y marina, potencial de calentamiento global (100 años), potencial de Toxicidad Humana, potencial de agotamiento de la capa de ozono, potencial de formación de oxidantes fotoquímicos y potencial de Ecotoxicidad Terrestre.

Resaltar que se pueden eliminar categorías que resulten poco significativas en términos de contribución total, además de poder incluir otras o utilizar otras metodologías según interese (el ACV es iterativo).

1.2.2 Metodología de Huella de Carbono (HC)

Partiendo de esta metodología (ACV), que abarca la cuantificación de varias categorías de impacto, puede y es interesante en muchas ocasiones recurrir a un estudio medioambiental más simplificado, siendo la denominada Huella de Carbono (HC) la máxima representación.

De las definiciones de Huella de Carbono publicadas, ***Carbon Trust***, organización sin ánimo de lucro dedicada a la implementación de tecnologías de bajo carbono, ofrece la más general: *"Es la medida de la cantidad de emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) producidas directa o indirectamente por personas, organizaciones, productos o eventos"*[8]

La Huella de Carbono, como dice la definición de *"Carbon Trust",* se basa en la cuantificación de emisiones efecto invernadero (GEI) debidas a cualquier actividad humana, pudiendo establecer objetivos y medidas de mejora dirigidas a la reducción de estas emisiones en dichas actividades. Para cuantificar dichas emisiones, se recopilan especialmente datos sobre consumos directos/indirectos energéticos y de materiales bien relativo a la actividad de una empresa ***(corporativo)*** o a la producción de un producto ***(producto)*** puesto que se puede realizar dicho cálculo atendiendo a uno de estos dos enfoques. Estos datos recopilados *se traducen a emisiones de CO_2 equivalentes* para poder evaluarlos, es decir, se toma como:

- *Sustancia de referencia:* dióxido de carbono (CO_2)
- *Unidad de referencia:* kg(CO_2)-equivalente
- *Fuente:* IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change)

Realmente, si sólo nos centramos en el aspecto medioambiental del Potencial del Calentamiento Global, significa aplicar la metodología de cálculo de Huella de Carbono, ya que es la que contabiliza los GEI (que retienen parte de la energía solar) que provocan el aumento de temperatura troposférico (Calentamiento global).

[8] Carbon Trust, *"socio independiente y experto de organizaciones líderes de todo el mundo, ayudándoles a contribuir y beneficiarse de un futuro más sostenible a través de estrategias de reducción de carbono, eficiencia de recursos y comercialización de tecnologías de baja emisión de carbono".* https://www.carbontrust.com/home/

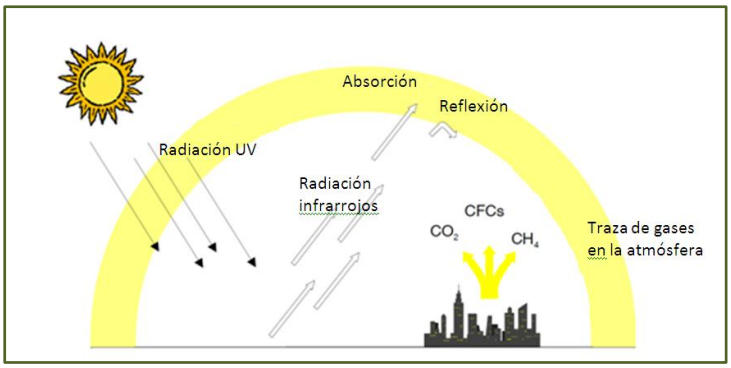

Figura 1. 14. Proceso de calentamiento global. (Fuente: Máster Oficial en Gestión del Medio Ambiente en la Empresa. Autor: Pere Fullana i Palmer.)

Los GEI considerados según el Protocolo de Kyoto son:

- *Dióxido de carbono (CO_2).*
- *Metano (CH_4).*
- *Óxido nitroso (N_2O).*
- *Hidrocarburos halogenados: clorofluorocarbonos (CFC), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), etc.*
- *Hexafluoruro de azufre (SF_6), etc.*

El cálculo de la Huella de Carbono puede tomar dos enfoques, tal y como se ha mencionado con anterioridad; uno a *nivel corporativo* y otro a *nivel de producto* o servicio. Dependiendo de uno u otro enfoque se siguen protocolos (referenciales, guías…) diferentes.

a) ***Huella de Carbono a nivel corporativo (HCC):*** contabiliza emisiones directas (generadas por fuentes propiedad o controladas por la empresa) e indirectas (generadas por fuentes con un control indirecto por parte de la empresa de las que depende su actividad normal) de la empresa estudiada debido a sus actividades, procesos y servicios (Figura 1.15).

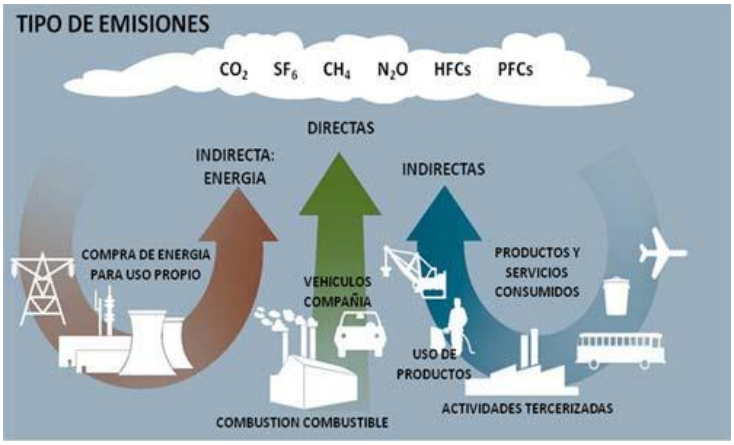

Figura 1.15. Tipos de emisiones a tener en cuenta. Directas e indirectas. (Fuente: GHG Protocol)

Tomando la guía (referencial) más utilizado internacionalmente: ***"Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)"*** para el cálculo de HCC, nos encontramos que la cuantificación de las emisiones GEI se agrupan en tres grupos diferentes llamados alcances descritos en las tablas siguientes (Tabla 1.6 y 1.7).

Tabla 1.6: Alcances para cálculo Huella de Carbono corporativa según GHG Protocol.

ALCANCE 1	ALCANCE 2	ALCANCE 3
Comprende cálculo de emisiones directas de GEI, tales como: - Combustión en: calderas, hornos, vehículos, etc., de propiedad o controlados por la empresa. - Emisiones (principalmente CO, CO2, CH4 y N2O) de la producción química en equipos de procesos propios o controlados (como balsas o digestores). - Uso *in situ* de combustible proveniente de tractores, carretillas elevadoras, automóviles de trabajadores, etc. - Recarga de gas de los sistemas de enfriamiento (refrigeración, aparatos de aire acondicionado, etc.).	Comprende el cálculo de las emisiones indirectas de GEI debidas: - al consumo de electricidad, no perteneciendo a la empresa la producción de la misma.	Comprende el cálculo de otras emisiones indirectas de GEI no incluidas en el Alcance 2: I. Son emisiones que ocurren a lo largo de la cadena de producción. II. Pueden incluirse emisiones debidas a varios conceptos (ver Tabla 1). III. La empresa puede decidir qué conceptos incluir dentro de este alcance 3 y cuáles no. IV. Normalmente, en los primeros estudios se incluyen los conceptos más interesantes para la empresa y, posteriormente, si es necesario, se van incluyendo más. Por todo esto, suele ser un alcance muy diferente de un sector a otro e incluso dentro de un mismo sector según los conceptos o categorías incluidas.

Tabla 1.7: Categorías opcionales de estudio dentro del Alcance 3.

EMISIONES INDIRECTAS AGUAS ARRIBA (UPSTREAM)		EMISIONES INDIRECTAS AGUAS ABAJO (DOWNSTREAM)	
Nº categoría	**Nombre**	**Nº categoría**	**Nombre**
1	Compra de bienes y servicios	**9**	Transporte y distribución.
2	Bienes capitales	**10**	Procesado de los productos vendidos
3	Combustible y actividades relacionadas con la energía (no incluidas en los alcances 1 o 2)	**11**	Uso de los productos vendidos
4	Transporte aguas arriba y distribución.	**12**	Tratamiento de fin de vida de los productos vendidos
5	Residuos generados en las operaciones	**13**	Activos arrendados aguas abajo
6	Viajes de negocios	**14**	Franquicias
7	Transporte de los trabajadores	**15**	Inversiones
8	Activos arrendados aguas arriba		

b) ***Huella de Carbono a nivel de producto (HCP):*** contabiliza la cantidad total de emisiones GEI que se generan en cada una de las fases (etapas) que componen su ciclo de vida (Figura 1.16).

Figura 1.16. Fases del ciclo de vida de un producto.

En este caso, se aplica el referencial certificable del BSI ***"PAS 2050 (Publicly Available Specification)"***, actualizado en 2011. El cual tiene un enfoque de ciclo de vida, basado en las normas de ACV (normas UNE EN ISO 10040 y UNE EN ISO 14044). Es de aplicación en la producción de bienes y en la provisión de servicios.

Por lo tanto antes de realizar el cálculo de Huella de Carbono habrá que decidir si corporativa (y de qué alcance) o de producto, y seguido los referenciales (o normas) que se van a seguir dependiendo del enfoque elegido (corporativo/producto). Estos procedimientos o pasos a seguir que marcan tanto los referenciales como las normas no se diferencian mucho, siendo las normas ISO de posterior aparición por lo que suele ser más habitual el uso de los referenciales (ver tabla 1.8).

Tabla 1.8. Protocolos o referenciales estándar, normas para el Cálculo de Huella de Carbono.

ENFOQUE de HC	REFERENCIAL (PROTOCOLO)	NORMA ISO
CORPORATIVA	**GHG Protocol**	**ISO 14064**
PRODUCTO	**PAS 2050** **GHG Protocol**	**ISO 14067**

Al igual que se dijo para el Cálculo de ACV, es necesario realizar un inventario de datos ambientales (procesos y emisiones de GEI asociadas, el cuál es fundamental para la realización de la Huella de Carbono ajustada lo máximo posible a la realidad. Es decir, como para el ACV, se trata de recopilar datos e información de las actividades de la empresa (o procesos de elaboración de un producto) relacionados esencialmente con consumos de energía, agua y combustibles (producción de estos últimos también), insumos y su producción, productos y subproductos elaborados y residuos generados.

El impacto ambiental relacionado con toda la información recogida en el inventario, como se cita por encima al principio de la presentación de este tema, *se traduce a emisiones de CO_2 equivalentes*, es decir, a una misma unidad para poder ser cuantificados. Para ello se transforman las emisiones de los diferentes GEI que se tienen en cuenta en la HC a dicha unidad común CO_2 equivalentes.

La conversión de emisiones de cada gas a emisiones de CO_2 equivalentes se lleva a cabo atendiendo al potencial de calentamiento de cada gas. Cada gas tiene su potencial de calentamiento específico (valor numérico) según su intensidad de incidencia sobre el calentamiento global. Por lo tanto, bastará con multiplicar la emisión de un gas por su correspondiente potencial de calentamiento global para transformar dichas emisiones en emisiones de CO_2 equivalente. Dichos potenciales se muestran en la tabla 1.9.

Tabla 1.9. Potenciales de calentamiento global (PCG) de los GEI de una HC. (Fuente: IPCC, 2007)

GASES EFECTO INVERNADERO (GEI)	PCG [Kg CO_2/kg]		
	20 años	100 años	500 años
CO_2	1	1	1
CH4	**72**	**25**	**7,6**
N2O	**289**	**298**	**153**
Hidrofluorocarbonos (ej.HFC-23, CHF3)	**12.000**	**14.800**	**12.200**
Perfluorocarbonos (ej.PFC-218, C3F8)	**6.310**	**8.830**	**12.500**
SF6 (hexafluoruro de azufre)	**16.300**	**22.800**	**32.600**

Los estudios de Huella de Carbono, al igual que los de ACV, no sólo sirven para valorar la situación actual de una empresa o producción de un producto en cuanto emisiones CO_2 equivalente, es decir, en cuanto impacto medioambiental de Potencial de Calentamiento Global, sino para realizar mejoras en reducir dichas emisiones aunque existe la posibilidad de la denominada **compensación de carbono.** Esta compensación es un mecanismo financiero creado para la compra venta de créditos de carbono equivalente, mediante el cual una organización con excedente de emisiones CO_2 equivalentes que no ha podido reducir compra unos créditos correspondientes a ese exceso. El dinero de la compra va a la financiación de proyectos relacionados para reducción de dichas emisiones. Dentro de las ofertas para este mercado de emisiones, resaltar las que destacan por su rigurosidad y seriedad las siguientes: EUA's[9], CER's[10] y VER's[11]. Por otra parte, la Oficina de Cambio Climático ha creado un registro de diferentes opciones de compensación en España.

Por último, señalar que los esfuerzos que las empresas realizan en sus mejoras ambientales, a parte de reportarles al final ahorros económicos y de impactos, les aportan buena imagen para con sus consumidores y clientes gracias a un sistema de comunicar dichos esfuerzos y resultados mediante, entre otros, de los denominados Sellos Ambientales. Estos pueden ser obligatorios (destacando algún aspecto ambiental) o voluntarios y hay una cierta variedad comunicado fuera de su propia entidad. La figura 1.17 muestra algún ejemplo de sellos obligatorios.

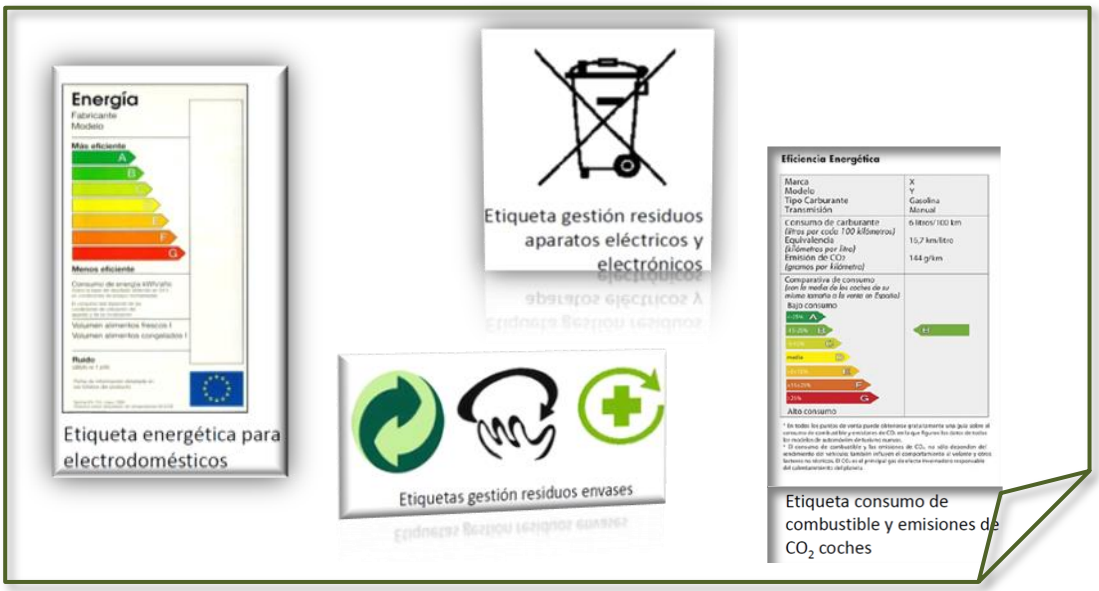

Figura 1.17. Ejemplos de sellos ambientales obligatorios. (Fuente: *http://www.haprowine.eu/)*

Respecto a los sellos ambientales de producto voluntarios existe una clasificación según norma ISO: las llamadas ***ecoetiquetas***, agrupadas en tres tipos diferentes con sus respectivos requisitos (tipo I, II y III), tal como se refleja en la figura siguiente. Ejemplos de ecoetiquetas de los diferentes tipos se muestran en las figuras 1.19 y 1.20.

[9] Derechos de Emisión procedentes asignación de la Unión Europea, según directiva europea 2003/87/CE.
[10] Derechos de Emisión procedentes de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio, aprobados por Naciones Unidas para países en desarrollo.
[11] Derechos de Emisión procedentes del mercado voluntario, no "Certificados" por Naciones Unidas pero "Verificados" por empresas de certificación oficiales-acreditadas.

Figura 1.18. Tipos de ecoetiquetas. (Fuente: Máster Oficial en Gestión del Medio Ambiente en la Empresa. Autor: Pere Fullana i Palmer.)

Las ecoetiquetas dan a conocer mejor los productos en su aspecto ambiental pudiendo influir en su compra por motivo ser medioambientalmente más responsable.

Figura 1.19. Ejemplos de ecoetiquetas Tipos I y II. (Fuente: *http://www.haprowine.eu/*)

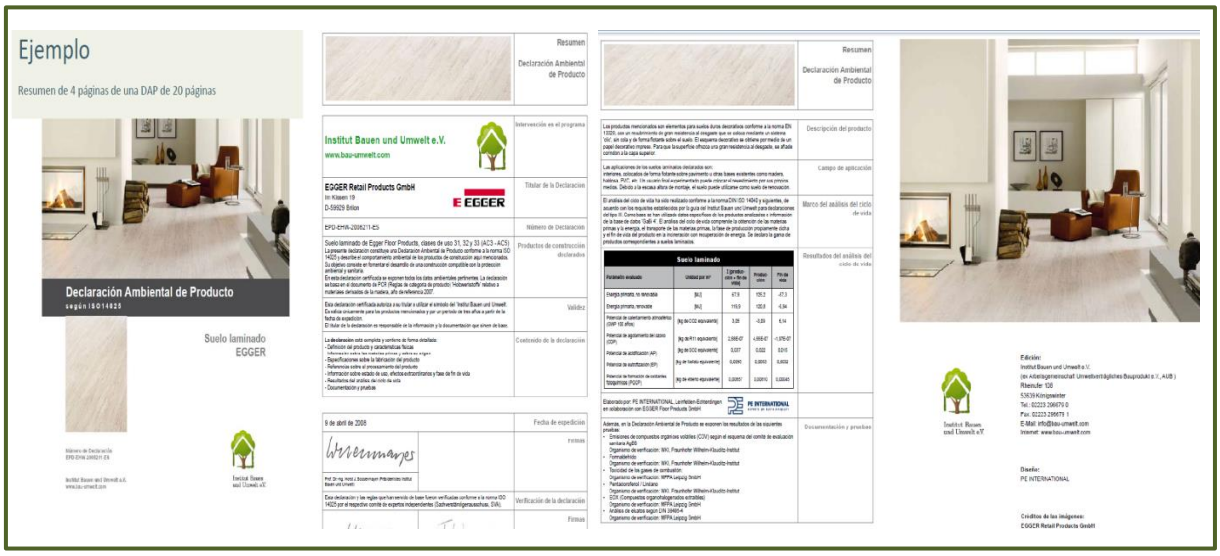

Figura 1.20. Ejemplo de ecoetiqueta Tipo III. (Fuente: *http://www.haprowine.eu/*)

1.3 Sostenibilidad en los sectores vitivinícola y oleico: literatura.

La iniciativa del "Mercado Único de Productos Verdes" (Single Market of Green Products Initiative[12])es un buen ejemplo que demuestra que los productos agroalimentarios están en el punto de mira de las políticas o instrumentos de sostenibilidad en Europa, ya que la mitad de sus proyectos piloto están relacionados con este sector. Este y muchos otros instrumentos llevan a las empresas y organizaciones a adoptar una estrategia de sostenibilidad (principalmente en el aspecto ambiental) para diferenciarse de sus competidores y lograr una imagen responsable y de alta calidad.

Como sucede dentro de la Iniciativa mencionada anteriormente, la Evaluación del Ciclo de Vida (ACV) es una de las metodologías más utilizadas para evaluar la sostenibilidad desde la perspectiva ambiental. Esta metodología ha sido usada para evaluar las opciones de envasado (Heijungs and Guinée, 1995; Raugei, et al., 2009) y cadenas de suministro de alimentos (Jones 2002; Pelletier & Tyedmers, 2008; Pelletier, et al., 2008; Beccali, et al. 2009). El envasado tiene una influencia significativa en el impacto ambiental de muchos productos agroalimentarios (Flanigan et al., 2013, Ingrao et al., 2015), y es un componente importante en la distribución, almacenamiento, protección de la calidad del producto y de imagen.

En el sector del aceite de oliva, la mayoría de los estudios de ACV publicados se refieren a los procesos de producción, sin mucho detalle sobre la importancia del envasado. Algunos de ellos contienen datos de inventario de la fase agrícola de la producción de aceite de oliva (De Gennaro et al., 2012), mientras que otros incluyen también la fase de almazara o de elaboración del aceite (Avraamides et al., 2008, Salomone et al., 2012, Papadakis et al., 2006) y etapas de envasado y distribución (Rinaldi, et al., 2014). Hay un estudio sobre las emisiones de gases de efecto invernadero de tres tipos de producción de aceite vegetal, siendo el aceite de oliva uno de ellos (Özilgena et al., 2011). Por ota parte, se puede encontrar información detallada sobre la fabricación y gestión de los residuos de aceite de oliva en el documento SCP / RAC ,2000.

El aceite de oliva es un componente esencial en la dieta mediterránea, conocida por su impacto positivo en la salud. Si esta dieta se estudia según su impacto en el medio ambiente y su relación con la salud humana, como en algunos estudios de dietas chinas (Song et al., 2016), será primordial disponer de una información completa del aceite de oliva. También, sin llegar a ser dieta mediterránea hay muchos productos alimentarios mediterráneos que usan AOV que comienzan a realizar ACVs tanto del producto como del envase, como por ejemplo para anchoas (Laso et al., 2017). Además en el caso del aceite de oliva virgen (AOV) relacionado con su envase habría que añadir la entrada en vigor en España en el 2014 del Real Decreto 895/2013, (RD de aquí en adelante) para garantizar la calidad del AOV en las cadenas de suministro de Hoteles, Restaurantes y Catering (la denominada cadena de suministro HORECA). Este Reglamento establece que: *"En los establecimientos hoteleros y de restauración y en los servicios de restauración, el aceite de oliva se pondrá a disposición del consumidor final en envases etiquetados y contará con un sistema de apertura que perderá consumidores finales más de una vez, contará también con un sistema de protección para evitar su relleno una vez que se haya agotado el contenido original ".* El objetivo de

[12] http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/

este reglamento es proporcionar más garantía de calidad y una mejor información al consumidor, exigiendo que el AOV presentado en "mesa" en los restaurantes se encuentre en envases irrellenables con su etiquetado informativo. Como curiosidad a tal respecto, indicar que esta propuesta se realizó a nivel de la UE en 2013 y sometida a consulta pública, siendo rechazada por los consimodores y por tanto retirada por la UE (Telegraph, 2013).

Otro importante cultivo en Europa dentro del sector agroalimentario, la uva junto con su producción en vino, tiene un impacto significativo en el medio ambiente (al igual que otras actividades agrícolas) debido al uso de fertilizantes, plaguicidas, agua y energía, erosión del suelo y tierras Uso y la producción de cantidades sustanciales de residuos orgánicos (BREF, 2006). Por tanto, al igual que el citado AOV, este específico sector está sufriendo (especialmente en el último decenio) la presión de las autoridades ambientales y de los consumidores e importadores extranjeros cada vez con un creciente interés por los problemas ambientales debidos a las actividades humanas que han conducido a una mayor demanda de información sobre el impacto ambiental de los productos que compran. Esto ha dado lugar a nuevas denominaciones y normas de calidad dentro de una disminución constante de producción de vino en Europa (OIV, 2012). De ahí, con el fin de mantenerse al día con las tendencias actuales de la demanda y mejorar las cuotas de mercado, competitividad y satisfacción de los consumidores, un número creciente de interesados del sector vitivinícola ha comenzado a analizar y difundir resultados relevantes desde el punto de vista medioambiental (Szolnoki, 2013). En consecuencia, la sostenibilidad ambiental se ha convertido en una prioridad para todo involucrado en la cadena de suministro de vino (Forbes et al., 2009).

En este contexto, la aplicación de ACV como herramienta estandarizada de gestión ambiental (ISO 14040, 2006, ISO 14044, 2006) ha adquirido un papel de interés primordial en la extensa bibliografía sobre la evaluación de las diferentes cargas ambientales asociadas con la producción de vino para avanzar hacia prácticas sostenibles de producción de uva y vino (Rugani et al., 2013). Los estudios de ACV sobre el vino varían en función del tipo de vino (Fusi et al., 2014, Pattara et al., 2012, Amienyo et al., 2014) en el país donde se produce el vino, como España (Vásquez-Rowe et al. , 2012a), Francia (Bellon-Maurel et al., 2015), Italia (Benedetto, 2013, Benedetto et al., 2014, Iannone y otros, 2016, Marras et al., 2015), Portugal (Neto et al., 2013), Australia (Thomas, 2011), Canadá (Point et al., 2012, Steenwerth et al., 2015) y según las etapas del ciclo de vida incluidas en el estudio, de la "cuna a la tumba" (Gazulla et al., 2010) o de la "cuna a la puerta" (Pattara et al., 2012). Aunque el ACV ha demostrado ser útil para cuantificar las cargas ambientales asociadas en las etapas del ciclo de vida del vino, tiene desventajas debido a su amplio alcance en términos de límites del sistema o de múltiples categorías de impacto.

Ciertamente, en Europa existe un enorme esfuerzo en curso para mejorar y promover el uso de la ACV en diferentes sectores, incluido el sector vitivinícola, a través de las metodologías PEF[13] y OEF[14] de la "Iniciativa del Mercado Único de Productos Verdes" citada al principio. Sin embargo, existe una tendencia mundial de simplificación aún mayor (Baitz et al., 2013; Bala et al., 2010), centrado en un único indicador, la huella de carbono, de especial relevancia en el calentamiento global, aspecto considerado internacionalmente como preocupación ambiental máxima (Pattara et al., 2012;

[13] Product Environmental Footprint.
[14] Organisation Environmental Footprint.

Weidema et al., 2008). Esta tendencia de simplificación se ha comenzado a integrar en el sector vitivinícola, publicándose algunos estudios sobre la huella de carbono de los sistemas de producción vitivinícola, ya sea de producto (Vazquez-Rowe et al., 2013, Cholette y Venkat, 2009, Pattara et., 2012) o corporativa (Marras et al., 2015, Penela et al., 2009). Incluso se han desarrollado calculadoras de carbono para el sector vitivinícola (IWCC, WFA, 2011, Colman y Päster, 2009). Los estudios corporativos se refieren a un viñedo en Italia (Marras et al., 2015) y una bodega en España (Penela et al., 2009), en el cual no se presenta los datos de inventario.

La mayor parte de la literatura vinícola se refiere a los estudios de ACV de producto (sin ser realmente huella de carbono), proporcionando así una imagen del perfil ambiental del sector vitivinícola e identificando los principales "puntos calientes" a lo largo de la cadena de producción de vino. Sin embargo, una revisión de esos estudios reveló que se han centrado en un solo tipo de vino de una única bodega (Neto et al., 2013, Fusi et al., 2014, Benedetto, 2013, Vazquez Rowe et al, 2012b) o en un mayor número de bodegas pero dentro de una región o sólo atendiendo a la fase de producción específica: viñedos en Galicia (Vazquez-Rowe et al., 2012a) y bodegas en La Rioja (Gazulla et al., 2010). Otros estudios donde se estudiaron múltiples tipos de vino y de diferentes regiones, la mayoría de los datos de inventario fueron obtenidos de literatura previa, con diferentes años de producción y límites de sistema (Vazquez-Rowe et al., 2013).

Lo descrito en este subapartado muestra la situación actual sobre la literatura mediambiental de estudios de ACV y Huellas de Carbono relativas a la produción de AOV y de vino dentro del objetivo de conseguir una "producción sostenible".

2 Objetivos

Dos importantes sectores tanto a nivel Europeo como nacional especialmente, medioambiental-agroalimentario, caminan juntos hacia conseguir una producción agroalimentaria sostenible la cual se encuentra en plena actualidad por el creciente interés social en la conservación del medio ambiente y la alimentación saludable. De esto ha surgido el trabajo de la presente tesis, aplicando el ACV y la Huella de Carbono a vino y AOV, productos importantes dentro del sector agroalimentario y de alimentación sana.

Los objetivos de la presente tesis son:

a. Proporcionar datos de inventario de producción de vino de una amplia cantidad de bodegas (18), de 7 regiones de España-Francia y cubriendo distintas denominaciones de orígen (17 de diferentes tipos de vino: blanco, tinto y espumoso).
b. A partir de esos datos de inventario (de las 18 bodegas objetivo a.), calcular sus Huellas de Carbono corparativas o de producto que sirvan como referencia destacando los procesos de mayor impacto.
c. Mostrar oportunidades de mejora de la sostenibilidad y competitividad dentro del sistema vitivinícola.
d. Ayudar a las bodegas a evaluar y llevar un seguimiento de su comportamiento medioambiental en relación con los valores medios obtenidos de las huellas de carbono realizadas al conjunto de las 18 bodegas citadas en el objetivo a.
e. Mostrar algunas cuestiones metodológicas que deben tenerse en cuenta a la hora de realizar Huella de Carbono de Producto con datos de inventario corporativos.
f. Dibujar un mapa sobre la literatura existente de la Huella de Carbono viendo como se tratan las cuestiones metodológicas anteriores.
g. Evaluar la influencia del envase en el ciclo de vida del AOV realizando su correspondiente ACV y comparando los tres envases más habituales: vidrio, polietilentereftalato (PET) y estaño.
h. Comprobar las consecuencias ambientales derivadas de la nueva regulación española (RD 895/2013, que entró en vigor el 2014) de envase irrellenable obligatorio para AOV en canal HORECA, mediante un cálculo preliminar del impacto del potencial de calentamiento global.

El desarrollo y consecución de los objetivos citados (el trabajo de tesis) se presentan en el presente documento en capítulos posteriores y se han recogido en forma de artículos (dos publicados y uno en espera de publicación) tal y como se comentará más adelante (capítulo 7). La relación objetivos – capítulos de este documento es la siguiente:

- Capítulo 3 → objetivos a, b, c y d.
- Capítulo 4 → objetivos e y f.
- Capítulo 5 → objetivos g y h.

3 Eco-innovación y evaluación de huella de carbono y datos de inventario de viñedos-bodegas de España y Francia.

En este capítulo se presenta el estudio hecho con 18 bodegas de España y sur de Francia dentro de los proyectos CO2 vino y Vineco y los principales resultados obtenidos del mismo.

En concreto este estudio tiene como objetivo principal proporcionar datos de inventario sobre las bodegas estudiadas (de especial importancia por el número de bodegas y localización geográfica antes mencionado). A partir de este inventario se pretende conseguir los siguientes objetivos particulares:

- Servir como datos de referencia para el cálculo de HCC o HCP del vino
- Destacar los puntos más relevantes que contribuyen en la HC dentro del sector vino.
- Mostrar oportunidades de mejora de sostenibilidad y competitividad en el sistema vitivinícola.
- Ayudar a las bodegas a evaluar y valorar su comportamiento medioambiental respecto a los valores medios obtenidos.

3.1 Metodología

La huella de carbono corporativa siguiendo la metodología estándar ISO 14064 se ha utilizado para analizar las emisiones de GEI de 18 bodegas de vino. Este método es un análisis de proceso ("bottom-up"), que comienza con la recolección y el análisis de una gran cantidad de información específica de todos los procesos involucrados en la producción de una botella de vino. Así, las cantidades de materiales y consumos de energía / insumos y emisiones / salidas por un año se recolectaron de todas las empresas y procesos involucrados.

El análisis del proceso ("bottom-up") es limitado y trunca las etapas del ciclo de vida más aguas arriba. Este fenómeno es conocido como "errores de truncamiento" (véanse ejemplos de madera y acero de Lenzen y Treloar (2002) y Lenzen y Dey (2000), respectivamente) y pueden atribuirse al límite del sistema finito. Desafortunadamente, tales errores de truncamiento son sistemáticos y no estocásticos (Lenzen, 2000), por lo que las comparaciones o declaraciones sobre proporciones relativas son inválidas (ver Lenzen y Treloar, 2003). Un método para superar estos errores de truncamiento sistemáticos consiste en combinar el análisis de proceso con el análisis de entrada-salida ("top-down") en un método híbrido de Evaluación del Ciclo de Vida (Heijungs y Suh, 2002, Suh y Huppes, 2005 Suh y Nakamura, 2007). Tal evaluación híbrida combina lo mejor de ambos mundos: especificidad e integridad (Bullard et al., 1978; Moskowitz y Rowe, 1985); así se evitan los errores de truncamiento del análisis de proceso, así como los errores de agregación del análisis de entrada-salida (Gibbons et al., 1982, Kymn, 1990, Murray, 1998, Lenzen, 2011, Steen-Olsen et al., 2014). Evaluaciones híbridas de los sistemas de producción agrícola han sido realizadas antes (Wood et al., 2006). Sin embargo, este método híbrido de Evaluación del Ciclo de Vida no está dentro del alcance del presente trabajo, aunque puede ser utilizado en trabajos futuros. En la presente tesis se ha utilizado el método de análisis de proceso ("bottom up").

La metodología corporativa de huella de carbono (ISO 14064 y protocolos corporativos GHG, 2004 y 2011) analiza los procesos y consiste en calcular las emisiones directas e indirectas de GEI producidas como resultado de las actividades de la compañía durante un año (explicada en un capítulo anterior). En este estudio, las emisiones indirectas se calcularon a partir de datos de la empresa y mediante el uso de factores de emisión de las bases de datos ACV (ecoinvent, Thinkstep y ELCD). Se incluyeron dentro del alcance 3 (ver Tabla 1.7 de la sección 1.2.1) las categorías 1 (bienes y servicios comprados), 3 (actividades relacionadas con el combustible y la energía, no incluidas en los alcances 1 y 2) y 5 (residuos generados), mientras que otras categorías, como los viajes de negocios, el desplazamiento de los empleados y la distribución del producto quedaron fuera de dicho alcance debido a su probablemente baja influencia y/o las dificultades en la recopilación de datos de la empresa.

3.1.1 Descripción del Sistema

Los datos de inventario han sido recolectados de diferentes tipos de procesos de producción de vino (campaña 2013), predominando la producción de vino tinto (80%), utilizando diferentes tipos de uvas como Tempranillo, Chardonnay o Garnacha entre otros, en 18 bodegas (3 Cooperativas de vino) con viñedos en 7 regiones de producción y 14 denominaciones de orígen (tabla 3.2 y Fig. 3.1). Las cooperativas vitivinícolas son asociaciones productoras de vinos procedentes de gran número de viñas afiliadas y prestan otros servicios a sus viñedos afiliados (por ejemplo, suministro de fertilizantes y productos fitosanitarios, alquiler de maquinaria o prestación de otros servicios). Los viñedos afiliados a cooperativas pueden tener diferentes denominaciones de orígen (DO). Así, las cooperativas producen vino de diferentes DO, pero los datos de la Tabla 3.2 corresponden sólo a la DO indicada.

Concretamente, los datos se han recogido de estudios corporativos de huella de carbono en el ámbito de los proyectos **CO2 Vino y VINECO**, con el objetivo de mejorar la sostenibilidad del sector vitivinícola. El número de bodegas debía escogerse en las regiones determinadas por cada proyecto: en el proyecto **CO2 Vino** tenían que ser de Galicia (2), Castilla La Mancha (5) y Murcia (1) y en el proyecto **VINECO** debían ser de Midi Pirineos (4), Langedoc Rosellón (2), Cataluña (2) e Islas Baleares (2) (ver Fig. 3.1). El proceso de selección de las bodegas participantes fué el siguiente:

1º. La información sobre el proyecto fué enviada por correo electrónico a todas las bodegas de las regiones involucradas.

2º. Se realizó un seminario en cada región para explicar el proyecto y los beneficios de participar.

3º. Las bodegas que estuvieran dispuestas a participar debían registrarse a través de un sitio web.

4º. Se contactó a todas las empresas registradas para asegurarse de que entendían sus funciones (suministro de datos y programación).

5º. Las empresas no fiables fueron excluidas del proceso de selección.

6º. Se realizó un sorteo entre las bodegas restantes interesadas de la misma región. Las bodegas no fueron seleccionadas por ser representativas de las regiones involucradas, sino por ser fiables en la recolección y suministro de datos rigurosos dentro del calendario.

Figura 3.1. Localización de las áreas de las bodegas estudiadas en este estudio (fuente: modificado de Mapbox, 2015).

Los límites del sistema de este análisis incluyen todos los principales flujos de materiales y energía asociados con etapas del ciclo de vida tales como el cultivo de la vid, la elaboración del vino y el embotellado y el envasado (Figura 3.2). El sistema de producción de vino implica dos subsistemas principales: el viñedo (es decir, el cultivo y la cosecha de las uvas) y la bodega. El uso del agua, en viñedos y en bodegas, fue excluido debido a la falta de datos así como el transporte (varía mucho de un año a otro), excepto el transporte de uvas recogidas desde el campo a la bodega (instalaciones de elaboración de vino). Los datos primarios fueron recolectados mediante cuestionarios y comunicación personal con representantes de las bodegas. Estos cuestionarios implicaron los principales insumos directos y los principales aspectos operativos de los procesos de viticultura, vinificación, procesos de embotellado y envasado de la producción de vino. Todos los cuestionarios fueron examinados y comparados con el fin de encontrar valores lejos de la media y para garantizar la calidad de los datos. Después de verificar, se observaron valores muy diferentes, ya que las prácticas de producción difieren mucho de una empresa a otra.

El cuestionario mencionado antes para la obtención de los datos necesarios para el estudio, se desarrolló utilizando la experiencia de los autores en un proyecto anterior financiado por la UE (LIFE 08 ENV / E / 000143). Se dividió en tres hojas de Excel relativas a tres aspectos diferentes: generales, de viñedo (preguntar datos sobre consumos y emisiones de cada explotación) y de bodega (consultar datos sobre consumos y desechos durante el proceso de elaboración y embotellado) (ver tabla 3.1).Se realizaron visitas a bodegas para completar el cuestionario junto con contactos posteriores vía correo electrónico y llamadas telefónicas para resolver los problemas que quedaban pendientes.

Tabla 3.1. Información preguntada en los cuestionarios

ASPECTOS:		
Generales	Viña	Bodega
Nombre bodega Año de los datos Denominación de Orígen Persona de contacto Diagrama de flujo deprocesos Producción total de vino Vino propio (L) Vino comprado (L)	Nombre y lugar del viñedo Area cultivada (ha) Tipo de uva y cantidad producida (kg) Consumo de diésel en vehículos (propios / alquilados) (L) Transportede uva a la bodega (km) Tipo y cantidad de fertilizantes consumidos (kg) Tipo y cantidades de fitosanitarios consumidos (kg)	Consumo Diesel Cantidad y parámetros de contaminación del agua residual (L,g/L) Electricidad (kWh) Tipo y cantidad de recarga de gases refrigerantes (kg) Tipo y cantidad de aditivos de vino, (kg) Nº de botellas, tipo y peso de vidrio (kg/botella, kg totales) Tipo y cantidad de residuos (kg)

Los datos que se recogieron para la huella corporativa de carbono en las bodegas fueron de un año (del 1 de septiembre al 31 de agosto). Como algunas bodegas son mucho más grandes que otras, por razones de comparabilidad, en este trabajo los datos y resultados se dan por kg de uva, por hectárea de tierra cultivada o por botella de vino. Sin embargo, estos resultados no deben tomarse como huellas de carbono de producto.

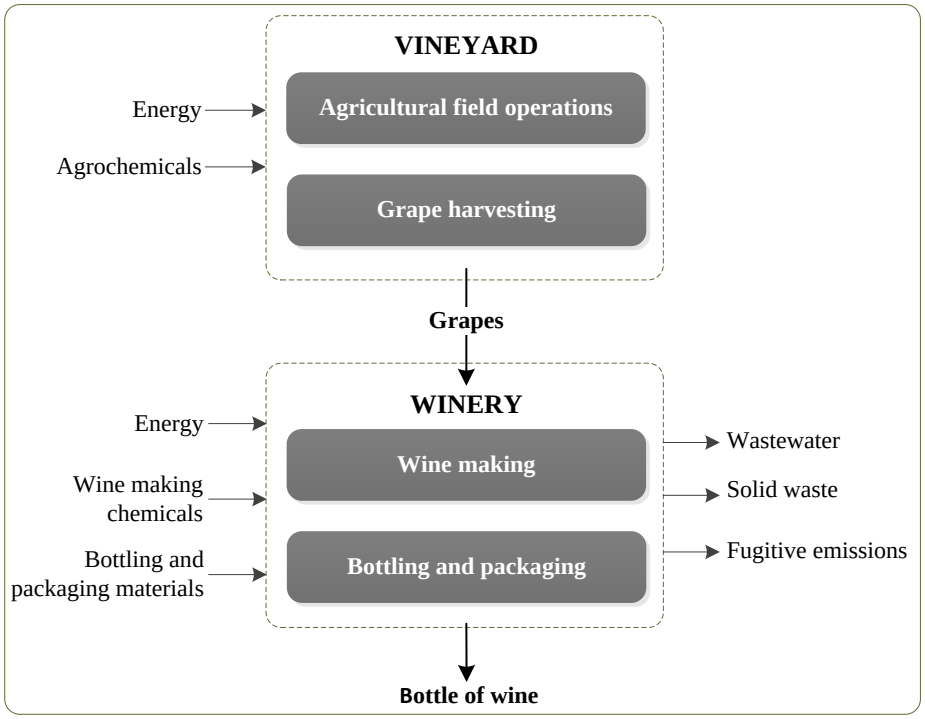

Figura 3.2. Límites del sistema y diagrama de Flujo del sistema de producción del vino

Tabla. 3.2. Características de las bodegas participantes en el estudio

Región	Denomina-ción de orígen (DO)	Total L vino/año	Total ha	Total kg de uva	Tipo de uva	Tipo de vino	Fuente de datos
Galicia (ES)	Rías Baixas	20000	2.8	32000	albariño	blanco	CO2 Vino
	Rías Baixas		3.5	38500	albariño	blanco	CO2 Vino
Murcia (ES)	Jumilla	3391334		6104088	Mourvèdre, cabernet sauvignon, syrah, tempranillo, petit verdot, macabeo, airén	tinto/blanco	CO2 Vino
Cataluña (ES)	Penedes	34441	24	120000	macabeo, chardonnay, riesling, gewürztraminer, muscat, merlot, parellada, xarello, pinot noir	tinto/blanco/rosado/espumoso	VINECO
	Costers del Segre	2645194	1865	16923500	chardonnay, cabernet sauvignon, syrah, tempranillo, sauvignon blanc, albariño, merlot, xarello, pinot noir	tinto/blanco/rosado/espumoso	VINECO
Islas Baleares - Menorca (ES)	Vi de la Terra	17000	4.5	25000	merlot, chardonnay, syrah, muscat	tinto/blanco/rosado/espumoso	VINECO
	Vi de la Terra	60000	10	111000	merlot, chardonnay, syrah, cabernet sauvignon, macabeo, tempranillo	tinto/blanco/rosado/espumoso	VINECO
Castilla la Mancha (ES)	Uclés	596500	117	700000	tempranillo, chardonnay, cabernet, sauvignon blanc, syrah, merlot	tinto/blanco	CO2 Vino
	Uclés	225000			Tempranillo, macabeo	tinto/blanco	CO2 Vino
	Uclés	16723417	2462.3	21601847	Airén, tempranillo, chardonnay, sauvignon blanc	tinto/blanco	CO2 Vino
	Uclés	2564180	583.6	3663610	tempranillo, Cabernet-Sauvignon, Syrah, Merlot, Sauvignon blanco verdejo	tinto/blanco	CO2 Vino
	Dehesa del Carrizal	56709	25	117875	tempranillo, chardonnay, cabernet sauvignon, syrah, merlot, petit verdot	tinto/blanco	CO2 Vino
Midi Pyrenees (FR)	Gaillac/Côtes du Tarn	328600	67.2	41405	Sauvignon, mauzac, merlot, duras, braucol, syrah, prunelard, gamay, muscadelle, loin de l'oeil	tinto/blanco/ rosado	VINECO
	Gaillac/Côtes du Tarn		33.4	252180			VINECO
	Gaillac/Côtes du Tarn	8907923			Sauvignon, mauzac, merlot, braucol, syrah, gamay, muscadelle, loin de l'oeil, Malbec, cabernet, cabernet franc, négrette, tannat	tinto/blanco/ rosado	VINECO
	Gaillac/Côtes du Tarn		20	200733	muscat petit grain, muscat, syrah, carignan, grenache, mourvèdre, cinsault, cabernet franc, sauvignon, cabernet sauvignon		VINECO
Langedoc-Rousillon (FR)	Minervois, Pays d'Hérault	31850	11.21	41405	syrah, cinsault, carignan, grenache blanc, marsanne	tinto/blanco/ rosado	VINECO
	Côtes du Roussillon, Côtes Catalanes	8119821			syrah, carignan, grenache blanc and noir, roussanne, chardonnay,macabeo, malvasie, mourvèdre, merlot, muscat petit grain and alexandrie	tinto/blanco/ rosado	VINECO

3.2 Resultados y Discusión

3.2.1 Inventario del subsistema Viñedo

Esta etapa incluye los trabajos de campo de la fase agrícola: aplicación de fertilizantes, riego, tratamientos fitosanitarios, recolección de uvas y transporte de uvas recolectadas a la bodega. Los aspectos que contribuyen a los impactos ambientales de la agricultura se refieren al consumo de energía y a las emisiones derivadas de los procesos de cultivo, como son el uso de fertilizantes, pesticidas o herbicidas. Muchos de estos insumos están relacionados con el área de cultivo. Así, 1 ha de viñedo o 1 kg de uva cosechada podrían considerarse, en principio, buenos flujos de referencia. Los valores mínimos, máximos, medios y desviaciones estándar obtenidos para los procesos clave en la etapa de viñedo se presentan en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Valores obtenidos de 18 bodegas por kg de uva y por ha de viñedo

	Por kg de uva				Por ha de viñedo			
Entradas	**Min.**	**Max.**	**Media**	**Std.dev.**	**Min.**	**Max.**	**Media**	**Std.dev.**
Fertilizantes								
Fertilizante Orgánico [kg N][a]	0.00003	0.0102	0.0048	± 0.0037	0.10	61.00	29.9	± 26.7
Fertilizantes sintéticos asimilados a Urea [kg N]	0.002	0.006	0.0037	± 0.0019	9.86	30.95	46.0	± 17.4
Fertilizantes sintéticos asimilados a fósforo[kg P_2O_5][b]	0.0036	0.0357	0.0114	± 0.0137	20.00	213.70	70.1	± 81.6
Fitosanitarios								
Fungicidas asimilados a Sulfuro [kg]	0.00015	0.022	0.007	± 0.008	0.72	175.31	42.92	± 55.59
Fungicidas no especificados [kg]	0.00018	0.0046	0.002	± 0.001	1.50	29.19	12.40	± 11.94
Herbicidas [kg]	0.00021	0.0017	0.0007	± 0.0005	1.49	10	5.19	± 3.65
Insecticidas [kg]	0.00011	0.0009	0.0003	± 0.0004	1.01	10	3.32	± 4.45
Energía								
Diesel [L]	0.012	0.06	0.031	± 0.015	44.61	474.84	221.2	± 144.0
Electricidad[kWh]	0.0009	0.077	0.045	± 0.028	10	568	352.4	± 207.0

[a] Valores expresados en kg de contenido de nitrógeno (N) de cada fertilizante
[b] Valores expresados en kg de contenido de pentóxido de difósforo (P_2O_5) de cada fertilizante

A partir del presente estudio, los resultados muestran que los datos de inventario por hectárea tienen una desviación significativamente mayor en comparación con los datos por kg de uva (ver Tabla 3.3). Esto probablemente es debido a la variación de trabajo de campo agrícola y de aplicación de agroquímicos, dependiendo en gran medida de la intensidad del cultivo, medido como el número de viñas plantadas por ha, que depende en gran medida de la calidad del suelo y las condiciones climáticas. Por lo tanto, se considera que 1 kg de uva recolectada es el mejor flujo de referencia a utilizar en nuestro estudio y está claramente relacionado con la cantidad de vino obtenido posteriormente en la bodega (0,75 L de vino / kg de uva) (Baguena, 2014 y Calvo, 2014).

El consumo de electricidad en esta fase se debe a los sistemas de riego. Los abonos orgánicos utilizados en los viñedos se componen de compost y estiércol; por lo tanto, como son desechos de otros sistemas de producción, no se asignará carga ambiental a su producción al calcular la huella de carbono (GHG product protocol, 2011). La urea y el ácido fosfórico se han tomado como proxies para el cálculo de todos los fertilizantes sintéticos reportados, dependiendo de si contienen nitrógeno o fósforo en su composición química. Para los productos fitosanitarios se utilizó un agente fitosanitario genérico como proxy (representante), pero en el caso de los productos a base de azufre se utilizó la producción de azufre.

3.2.2 Inventario del subsistema Bodega

Este subsistema incluye los procesos de producción, embotellado y envasado del vino. El procesamiento de 1 kg de uva produce 0,75 L de vino, lo que equivale a una botella estándar de vino (Baguena, 2014; Calvo, 2014). El flujo de referencia de esta etapa de bodega se definió como una botella de 0,75 L de vino. Las Tablas 3.4 y 3.5 muestran los resultados.

Tabla 3.4. Inventario de los aditivos de vino para la producción de 0,75 L de vino

Entradas		**0.75 L de vino (botella estandard)**			
Categorías	Productos [kg]	**Mínimo**	**Máximo**	**Media**	**Desviación estandard**
Productos de Filtrado	Perlite	0.0045	0.01725	0.011	± 0.009
	Varios*	0.00004	0.01125	0.003	± 0.004
Productos de Clarificado	Bentonite	0.00028	0.00064	0.0005	± 0.0002
	Varios*	7.85E-06	0.00213	0.0007	± 0.0007
Antioxidantes	Sulphur	4.12E-06	0.0015	0.0007	± 0.0007
	Varios*	1.32E-05	0.00141	0.00045	± 0.00061
Estabilizadores	Polyvinylpolypyrrolidone**	-	-	0.00005	-
	Varios*	0.000055	0.00067	0.0003	± 0.0003
Dióxido de carbono	Carbon dioxide	0.000051	0.00262	0.0008	± 0.0012
Acidificadores	Citric acid	0.000005	0.00044	0.00014	± 0.00016
	Varios*	0.00002	0.00033	0.00017	± 0.00022
Productos de Microfiltrado	Oxygen	0.000011	0.000016	0.000013	± 0.000003
Desinfectantes	Chloride	1.01E-06	0.000050	0.000025	± 0.000035
Detergentes	Caustic soda	0.00009	0.00022	0.00016	± 0.00010
	Varios*	0.00022	0.00067	0.00322	± 0.00023
*Nitrógeno***		-	-	0.00004	-
Productos de fermentación	Ammonium phosphate	0.000022	0.000202	0.00015	± 0.00008
	Varios*	0.00012	0.012	0.00315	± 0.00592

* *Productos químicos asimilados al específicado encima dentro de la misma categoría de producto.*
** *Datos únicos disponibles*

Tabla 3.5. Inventario de bodega (sin los aditivos devino, los cuales se muestran en Tabla 4) relativo a la producción de 0,75 L de vino.

		Mínimo	**Máximo**	**Media**	**Desviación estandard**
Entradas					
Productos [kg]					
	Plástico duro[b]	-	-	0.00004	
	Láminas de plástico (Bag in box)	0.0008	0.0032	0.0018	± 0.0009
	Vidrio	0.054	0.774	0.349	± 0.242
	Láminas de aluminio (Bag in box)[b]	-	-	0.0009	-
	Cartón	0.0034	0.0525	0.0289	± 0.0167
Energía					
	Diésel para vehículos [L]	0.0002	0.0132	0.0065	± 0.0065
	Diésel para calefacción, calendar agua, equipos de procesado [L]	0.00004	0.024375	0.0117	± 0.0107
	Electricidad [kWh]	0.1193	1.8075	0.4425	± 0.4993
	Gas Natural [kg][a]	0.0002	0.0059	0.003	± 0.004
	Propano [kg][b]			0.0002	-
Salidas					
Residuos					
	Agua residual [m^3]	0.00072	0.0105	0.0034	± 0.0033
	Residuo sólido [kg]	0.00075	0.0375	0.0135	± 0.0140
	Residuo de vidrio [kg]	0.00001	0.984	0.1515	± 0.3675
Recarga de gase refrigerante					
Emisiones Fugitivas[b]	R22	-	-	8.48E-06	-
	R410a	-	-	1.21E-05	-
	R407	-	-	1.70E-06	-

[a]Asimilado a gas natural debido a la falta de information sobre el tipo de gas
[b]*Datos únicos disponibles*

La electricidad y el consumo de vidrio son con diferencia los aspectos más significativos (véase la Tabla 3.5). La cantidad de recarga de gases refrigerantes es muy baja, pero puede tener una importante contribución a la huella de carbono.

3.2.3 Resultados de la Media de Huella de carbono

Los cálculos de la huella de carbono a partir de los datos de inventario, tanto para las etapas de viñedo como de bodega (Figura 3.1), han sido realizados utilizando factores de emisión de CO2-eq. Para los datos relacionados con la producción de productos químicos, dichos factores se tomaron de la base de datos profesional de GaBi6 (Thinkstep, 2015); para los datos relacionados con otros procesos, como las emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de fertilizantes sintéticos y orgánicos o tratamiento de residuos, sus correspondientes factores de emisión se obtuvieron del IPCC 2007. Todos fueron calculados según las características específicas de cada país y región.

La unidad de referencia global (UR) elegida para el estudio ha sido una botella de 0,75 L de vino (que conecta directamente con los flujos de referencia de ambos subsistemas). La figura 3.3 muestra la contribución de cada etapa dentro de la huella de carbono media global, con un valor de 0,85 kg de CO2-eq por UR. Los resultados se han obtenido utilizando los datos medios de las 18 bodegas estudiadas. La figura 3.4 muestra los principales contribuyentes de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a cada subsistema: viñedo (Vineyard) y bodega (Winery).

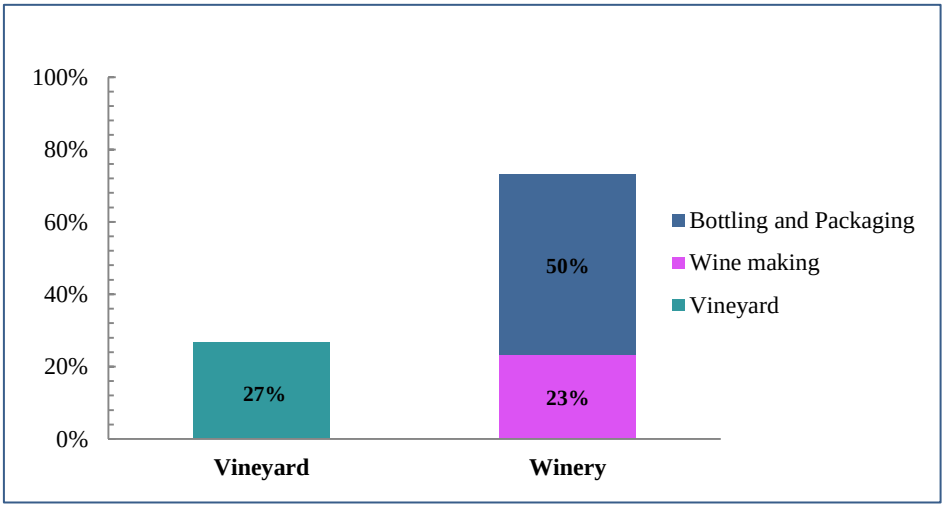

Figura 3.3. Contribución relativa de los subsistemas Viña y Bodega en emisiones GEI por UR.

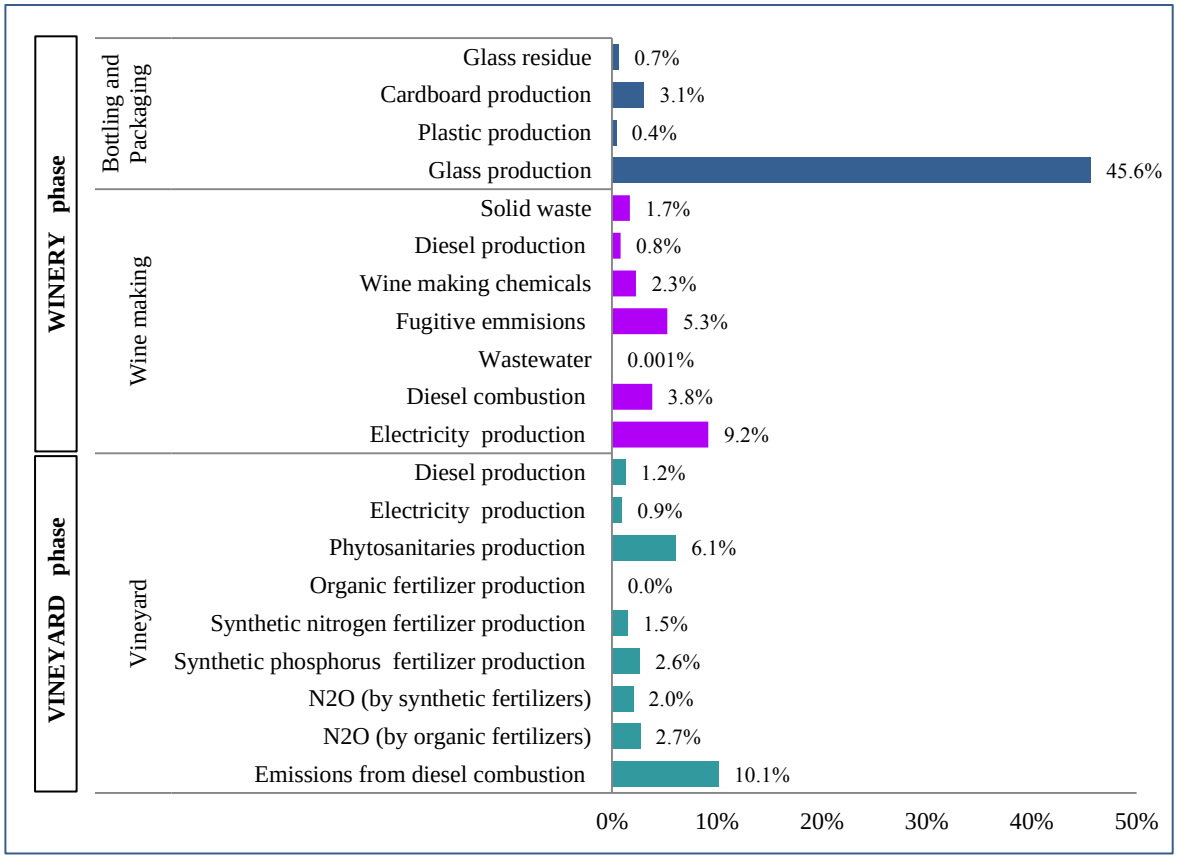

Figura 3.4. Contribución relativa de los procesos diferentes de ambos subsistemas en emisiones GEI por UR.

Los procesos de embotellado y envasado tienen una influencia significativa en el comportamiento medioambiental del subsistema general de bodega, contribuyendo en un 50% en las emisiones de GEI (ver Fig. 3.3). El principal contribuyente en este proceso es la producción de vidrio, con una contribución promedio del 45,6% a la huella de carbono total, lo cual es consistente con los resultados obtenidos por otros investigadores (Bosco et al., 2011; Fusi et al., 2014).

El consumo de electricidad y las emisiones fugitivas aparecen como los siguientes mayores contribuyentes en la fase de bodega, con un promedio de 9,2% y 5,3%, respectivamente (Fig. 3.4). Como se ha visto a partir de los resultados, los productos aditivos para el vino tienen una influencia baja. Esto puede deberse al uso de sustancias proxy más simples de las bases de datos de ACV para encontrar factores de emisión, en lugar de realizar una evaluación del ciclo de vida de cada uno de los productos químicos más sofisticados utilizados en la elaboración del vino.

En los viñedos, las emisiones de GEI se asocian principalmente con la combustión de gasóleo para trabajos agrícolas, lo cual tiene consistencia con los estudios publicados anteriormente en la literatura reciente (Benedetto, 2013; Villanueva-Rey et al., 2014). Las emisiones derivadas de la combustión del gasóleo y de la producción de sustancias fitosanitarias son los procesos con más carga en esta fase, con una contribución relativa media de 10% y 6% respectivamente a la huella de carbono (véase la figura 3.4). La contribución más pequeña de las emisiones de GEI en el viñedo proviene de la producción de electricidad utilizada para el riego de las viñas. Hay que decir que el diésel es la principal fuente de energía utilizada para el riego, no la electricidad.

Como se ha indicado anteriormente, se han idientificado tanto las buenas prácticas como las ineficientes dentro de las bodegas encuestadas. La Tabla 3.6 presenta los mejores y peores resultados expresados en términos de kg de CO2-eq por UR. Estos resultados resultan de convertir los datos de inventario en emisiones de GEI utilizando los factores de emisión correspondientes.

Tomando el conjunto de las bodegas estudiado, mostrado en la Tabla 3.2, la bodega media produciría 3.886.397 botellas de 0,75 L de vino por año, y el viñedo medio produciría 3.331.543 kilogramos de uvas. La cantidad de vino es mayor que la que correspondería exclusivamente de la derivada sólo de la uva recogida del viñedo, ya que las bodegas compran uvas y vino de otras fuentes para complementar su producción de vino.

Los valores de huella de carbono de las bodegas investigadas por UR (0,75 L de vino) en el presente estudio se encuentran entre el rango de 0,17 y 2,18 kg de CO2-eq, siendo el promedio de 0,85 kg CO2-eq / botella de vino.

En la literatura actual, la huella de carbono del producto (de la cuna a la puerta) por botella de vino oscila entre 0,6 y 2,68 kg de CO2-eq (Bosco et al., 2011, Point, 2008, Neto et al., 2013, Gazulla et al. , 2010, Fusi et al., 2014). El valor mínimo obtenido en este estudio se encuentra por debajo del rango reportado en la literatura, pero como se explicará más adelante, no es alcanzable por todas las bodegas. Por otra parte el valor máximo es comparable con la literatura actual.

La fase de Viñedo es la que presenta una variación más amplia. Los resultados de la huella de carbono de la fase de Viñedo a partir de estudios previamente publicados (Marras et al., 2015, Fusi et al., 2014, Vazquez-Rowe et al., 2012a) están en el intervalo de 0,169 - 2,5 kg CO2-eq / botella, encajando nuestro valor medio en el lado inferior de dicho rango con el valor de 0,23 kg CO2-eq / botella.

Tabla 3.6. Contribución de cada proceso de producción de vino en la Huella deCarbono de 0,75 L de vino

Viñedo	**Min. [kg CO_2-eq]**	**Max. [kg CO_2-eq]**	**Media [kg CO_2-eq]**
Entradas			
Producción diésel	0.004	0.021	0.011
Producción Electricidad	0.0002	0.014	0.008
Producción de fitosanitarios	0.017	0.355	0,052
Producción de fertilizantes asimilados a urea	0.0053	0.02	0.012
Producción de fertilizantes asimilados a fósforo	0.0089	0.045	0.022
Salidas			
Emisiones de combustion de diesel por trabajos en el campo	0.033	0.167	0.086
N_2O por aplicación de fertilizantes orgánicos	0.0001	0.048	0.023
N_2O por aplicación de fertilizantes sintéticos	0.0094	0.028	0.017
Total de la viña	*0.08*	*0.70*	*0.23*
Bodega	**Min. [kg CO_2-eq]**	**Max. [kg CO_2-eq]**	**Media [kg CO_2-eq]**
Entradas			
Producción Electricidad	0.0212	0.3216	0.0783
Producción de cartón	0.0031	0.0469	0.0261
Producción de Plástico	0.0016	0.0059	0.0035
Producción de vidrio	0.0602	0.8633	0.3893
Producción diésel	0.0001	0.0143	0.0069

Detergentes	0.0004	0.0011	0.0043
Productos clarificantes	0.0001	0.0014	0.0006
Oxígeno	1.11E-06	1.62E-06	1.31E-06
Productos de fermentación	0.0001	0.0122	0.0033
Acidificadores	0.00014	0.00422	0.0017
Antioxidantes	0.00001	0.00185	0.0007
Estabilizadores	0.0003	0.0032	0.0017
Dióxido de carbono	0.00002	0.00125	0.00038
Desinfectantes	1.28E-06	6.40E-05	3.20E-05
Nitrógeno	2.42E-06	2.42E-06	2.42E-06
Productos filtrantes	0.00220	0.01367	0.00684
Salidas			
Residuos de vidrio	4.81E-07	0.0364	0.0056
Residuos sólidos municipales	0.0007	0.0386	0.0144
Emisiones fugitivas	0	0.045	0.045
Agua residual	1.01E-06	1.55E-05	4.78E-06
Emisiones de combustion de diésel	0.0001	0.0681	0.0326
Total de bodega	*0.09*	*1.48*	*0.62*
Una botella de vino (0.75 L)	**0.17**	**2.18**	**0.85**

3.2.4 Resultados del mejor escenario

Los resultados muestran que los aspectos con mayor contribución son:

i. En la fase de Viñedo: la combustión por los trabajos en el campo (contribución de un 10%) y el uso de los productos fitosanitarios (con un 6%).
ii. En la fase de Bodega: la producción de vidrio (46%) y producción de electricidad (9%).

Los valores de referencia obtenidos en las bodegas revelan que la huella de carbono podría ser de unos 0,64 kg CO2-eq por botella si se establecen las mejores prácticas y con el mejor consumo de recursos (diésel y fitosanitarios en la viña y peso de la botella de vidrio y consumo de electricidad en la bodega), logrando incluso una reducción del 25%. Este resultado se ha obtenido utilizando los valores mínimos de los 4 aspectos más contribuyentes presentados en los datos de inventario de bodegas (ver Fig. 3.5). En el caso de la producción de vidrio, se ha utilizado una botella de 300 g de vidrio (la más ligera de nuestro estudio) como peso mínimo para una botella de vidrio en el sector vitivinícola (inferior a la resultante de los valores medios, que ha sido de 350 g / botella).

Debe mencionarse que el conjunto completo de valores mínimos aportados probablemente no puede ser alcanzado por ninguna bodega, ya que hay aspectos relacionados con el clima y las características del tipo de uva que pueden afectar en los consumos. Por ejemplo, la cantidad mínima de productos fitosanitarios declarados (principalmente fungicidas) en este estudio corresponde a una bodega situada en Castilla La Mancha (centro de España), que es una región de clima seco, una condición que previene plagas y, por lo tanto, necesita menos fungicidas que los requeridos en un clima húmedo (Baguena, 2014). Por lo tanto, este valor mínimo de la huella de carbono no podría ser alcanzable por cualquier bodega y sólo debe ser visto como un ideal.

Por otro lado, en la fase de bodega, la reducción del consumo de vidrio y electricidad podría ser aplicada por todas las bodegas, ya que estos insumos no se ven afectados por aspectos externos.

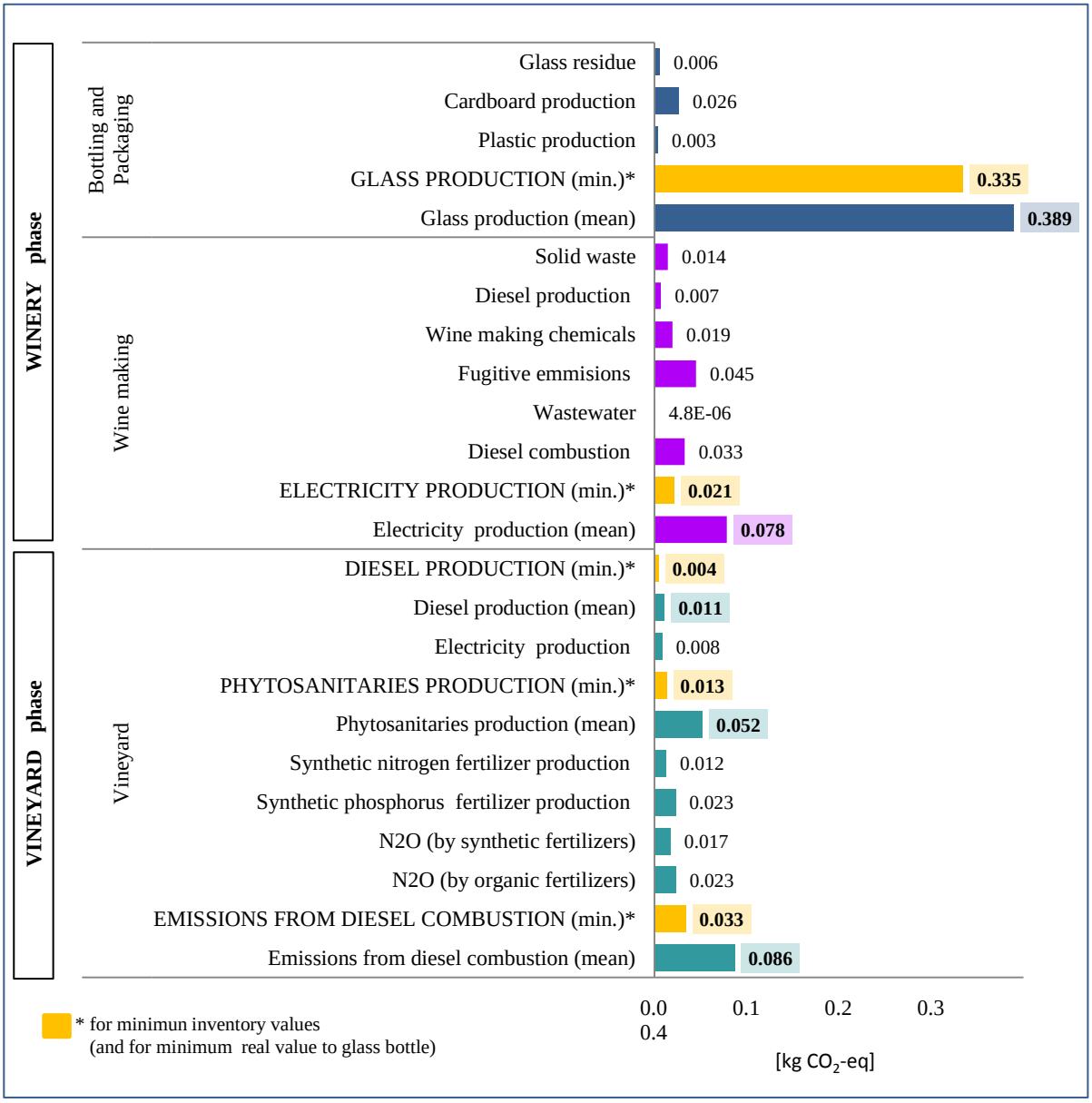

Figura 3.5. Comparación de valores medios de Huella de carbono (en kg CO_2-eq) con algunos consumos mínimos presentados.

3.2.5 Recomendaciones para mejora de procesos

Acontinuación se sugieren algunas acciones de ecoinnovación que pueden implementarse para mejorar el perfil ambiental del vino y reducir la huella de carbono, considerando los hallazgos de este estudio y otros estudios relacionados con el vino en la literatura (Tabla 3.7).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio, las opciones de mejora razonables para reducir el impacto medioambiental de la elaboración del vino serían: la reducción del peso del vidrio y la reducción del uso de productos fitosanitarios, que son los puntos críticos. Otra recomendación sería obtener datos de inventario individuales más precisos, de modo que los resultados sean lo más cercanos posible a la realidad de cada bodega. Lo habitual es que se dispongan de datos más precisos sobre las entradas y salidas de la fase de la bodega que de la viña, siendo esta última menos importante.

Tabla 3.7. Algunas medidas para Eco-innovación de procesos.

Materia	Oportunidades de mejora	Referencias
Energía (en viña)	• Monitorear y registrar el uso de agua y energía	Nuestro estudio
	• Inclusión de medidas para reducir la intensidad energética de los trabajos de campo mediante maquinaria y la reducción de la profundidad de las obras del suelo hasta lo necesario	Nuestro estudio
Fertilizantes y fitosanitarios (en viña)	• Viticultura ecológica, reduciendo el uso de agroquímicos o sustituyéndolos por otros menos dañinos	Nuestro estudio; Aranda et al., 2005
	• Evitar que los productos químicos queden dentro del tanque al final de la aplicación (de fertilizantes y productos fitosanitarios) añadiendo agua y pulverizando la solución diluida en el campo. Esto evita el consumo excesivo y evita la generación de aguas residuales	Nuestro estudio
Energía (en bodega)	• Reutilización de agua caliente resultante del proceso de esterilización del embotellado para enjuagues secundarios u otras actividades que requieran agua caliente. También ofrece ahorros en el uso del agua y reduce la cantidad de aguas residuales generadas	Malkin and Bahner, 1999
	• Uso de alternativas más limpias al diesel	Benedetto, 2013
	• Uso de electricidad con una mayor proporción de fuentes renovables	Nuestro estudio
Consumo de agua y aguas residuales (en bodega)	• Raspar (scraping off) las tuberías durante las operaciones de transferencia en la bodega (o pigging, muy común en agroalimentación) puede reducir el consumo de agua así como la contaminación de las aguas residuales recuperando productos y evitando mezclas. Esta tecnología ha sido adaptada recientemente a las bodegas por Inoxpa y las pruebas realizadas por IFV[15] muestran una reducción del 50-80% del consumo de agua de las operaciones de transferencia de la bodega	Nuestro estudio
	• El agua de desecho de la bodega puede ser empleada de mejor manera aplicándola a Humedales (con menor consumo energético que otros tratamientos).	Nuestro estudio
Consumo de vidrio (en bodega)	• Uso de botellas más ligeras, con menos material pero con la misma resistencia mecánica. En el sector cervecero, el peso de las botellas se ha reducido progresivamente a menos de la mitad	Nuestro estudio; Ardente et al., 2006; Point, 2008; Point et al., 2012; Colman & Päster, 2009; Amienyo et al., 2014
	• Cambiar el diseño de las botellas utilizando otros materiales en lugar de vidrio	Amienyo et. Al. 2014
Gestión de residuos de vidrio	• Aumento de la tasa de reciclaje de las botellas en la fuente	Nuestro estudio; Amienyo et al., 2014
	• Reutilización de botellas, cuando sea posible	Aranda et al., 2005.

3.3 Conclusiones

En este trabajo se presenta un análisis estadístico de los datos recogidos en 18 bodegas. Se analizaron estadísticamente los datos por hectárea de viñedos y por kg de uva, mostrando que los datos de inventario por 1 kg de uva tienen una desviación estándar mucho menor.

[15] Within the EU Project *Winenvironment (http://www.winenvironment.eu/)*

Los datos utilizados son de buena calidad, abarcan pequeñas y grandes bodegas en una gran área geográfica y también tienen una cobertura precisa, completa y metodológica. La variabilidad de los valores de los datos es normal debido a las especificidades del proceso, dependiendo de la región, clima y tipo de vino del producto final. Es el documento más detallado y extenso encontrado en la literatura que muestra los datos de inventario corporativo de 18 sitios incluyendo tanto, viñedo y bodega, con los mismos límites del sistema, el año estudiado e hipótesis.

Se destacaron los aspectos más significativos que contribuyen a la huella de carbono del vino, siendo la producción de vidrio para embotellado el más importante.

La principal novedad de este trabajo es el enfoque corporativo de la huella de carbono, previamente sólo dos veces en el sector vitivinícola se ha empleado, en una ocasión sin presentar datos de inventario (Penela et al., 2009) y en otra se basaba en el estudio de un único viñedo en Italia (Marras et al., 2015). Este enfoque es muy útil para empujar a las empresas PyME hacia la Ecoinnovación y la sostenibilidad porque es más fácil para ellas entender y aplicar este enfoque corporativo.

Se ha encontrado un espacio para la ecoinnovación, ya que los datos de inventario presentados aquí permitirán a las bodegas comparar sus propios datos con el promedio presentado e identificar los aspectos más relevantes de su huella de carbono, así como posibles mejoras.

Los principales inconvenientes y limitaciones del estudio son los errores sistemáticos de truncamiento debidos al enfoque de proceso (“bottom-up”) y el número limitado de emisiones indirectas de GEI incluidas.

4 Huella de carbono de producto frente a corporativa: algunos aspectos metodológicos. Caso de estudio y revisión en el sector del vino.

En este capítulo se discuten algunas cuestiones metodológicas encontradas cuando se parte de datos corporativos para calcular la huella de carbono de un producto. Se pretende dar contestación a dos objetivos principales:

- Mostrar algunas cuestiones metodológicas que deben tenerse en cuenta a la hora de calcular HCP siguiendo el procedimiento habitual de utilizar datos de empresa.
- Realizar una revisión sobre la literatura existente a tal respecto para conocer cómo tratan cada uno de los aspectos metodológicos discutidos.

4.1 Materiales y métodos

En este trabajo se pretende responder a tres preguntas o hipótesis de investigación, combinando 3 fuentes de información:

- Los estándares que describen las metodologías para realizar una HC corporativa y de producto.
- La experiencia previa en el sector vitivinícola procedente de dos proyectos de investigación (CO2 vino y Vineco) en los que participaron 18 empresas vitivinícolas.
- La literatura de ACV para el sector vitivinícola publicada en revistas científicas internacionales revisadas.

Las preguntas o hipótesis a las que se pretende dar respuesta son:

- ¿Con qué problemas nos enfrentaríamos al recopilar datos de inventario de HCC para realizar una HCP?
- ¿Cuál es el enfoque o procedimiento habitual que se encuentra en la literatura publicada sobre el vino?.
  ¿Es razonable o preciso la recopilación de datos de inventario de HCC para realizar un cálculo de HCP?

4.1.1 Descripción de la metodología standard para HCC y HCP

La Figura 4.1 ilustra la diferencia entre ACV, HCP y HCC y más concretamente entre una HCC con sólo el alcance 1 incluido (emisiones directas), con todos los alcances incluidos (1, 2 y 3, con emisiones directas e indirectas aguas arriba y abajo) y un HCP. El ACV es una evaluación ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida, que incluye muchas categorías de impacto. Por otro lado, los cálculos de la huella de carbono incluyen sólo una categoría de impacto: el potencial de calentamiento global (ver Fig. 4.1). Entre la Huella de Carbono corporativa y la de producto la principal diferencia es que una empresa puede producir muchos productos y al realizar una HCC todos los productos de la empresa se incluyen en la evaluación, mientras que en HCP sólo se evalúa

un producto (como se muestra en la figura 4.1). Además, una HCC puede incluir los alcances 1, 2 y 3, de manera que se estudia todo el ciclo de vida (aguas arriba y aguas abajo de la empresa), mientras que el alcance 1 incluye únicamente emisiones directas (las que tienen lugar dentro de la empresa) y se muestra en Figura 4.1.

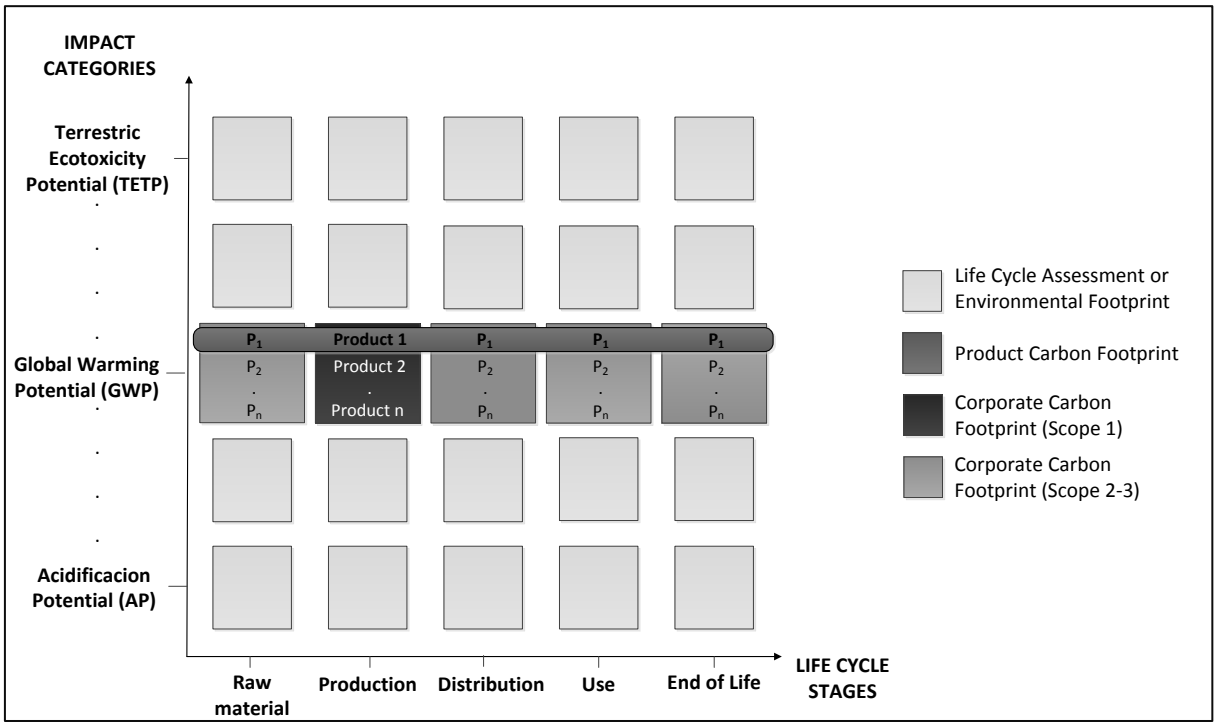

Figura 4.1. Diferencias entre Análisis Ciclo de Vida vs Huella de Carbono Corporativa y de Producto (después Fullana-i-Palmer y Raugei, 2013).

Los estudios del HCC pueden incluir emisiones directas e indirectas de GEI para ayudar a las empresas a comprender su impacto en las emisiones de toda la cadena de valor, con el fin de concentrar los esfuerzos de la empresa en las mayores oportunidades de reducción de GEI, llevando a decisiones más sostenibles sobre las actividades de las empresas y los productos que compran, venden y producen. La Tabla 4.1 muestra los aspectos detallados incluidos en cada uno de los 3 alcances que una empresa puede estudiar en su HCC. Así, por ejemplo, en el alcance 1 deben incluirse las emisiones procedentes de las instalaciones de combustión (calderas, hornos, etc.), así como las combustiones móviles (de los vehículos de propiedad), las emisiones fugitivas (de las instalaciones de aire acondicionado y de refrigeración) y otros procesos fisicoquímicos (tal como las plantas de tratamiento de aguas residuales propiedad de la empresa). El alcance 2 incluye las emisiones debidas a la producción de la electricidad consumida por la empresa. Dado que estas emisiones tienen lugar fuera de la empresa (en las empresas productoras de electricidad, como centrales eléctricas o nucleares, entre otras), se consideran emisiones indirectas. Otras emisiones indirectas se incluyen en el alcance 3, como las emisiones debidas a la producción de materias primas (categoría 1) consumidas por la propia empresa o el tratamiento de sus residuos (categoría 5 de las emisiones indirectas aguas arriba, Tabla 4.1).

Los alcances 1 y 2 son obligatorios para incluir en cualquier informe de HCC, mientras que la inclusión del alcance 3 es opcional.

Table 4.1. HCC: emisiones incluidas en cada alcance. (Elaborado del GHG protocols corporate, 2004 y2011)

Alcances		Categorías	Observaciones
1	Emisiones Directas	Combustión fija	Emisiones de combustión en equipos propios o bajo control como calderas, hornos, etc.
		Combustión móvil	Emisiones de combustión en vehículos propios, camiones, coches, etc.
		Emisiones Fugitivas	Emisiones de liberación intencionada o no, e.j., fugas en las juntas de equipos, emisiones de metano de ventilación y minas de carbón, emisiones de hidrofluorocarbono (HFC) durante el uso de equipos de refrigeración y de aire acondicionado y fugas de metano en el transporte de gas.
		Procesos fisoquímicos	Emisiones de la producción o procesado de productos químicos y materiales
2	Emisiones Indirectas	Generación de Electricidad comprada	Emisiones de generación de electricidad consumida comprada por la empresa
3	Emisiones Indirectas "aguas arriba"	1. Compra de bienes y servicios	Extracción, producción, y transporte de bienes y servicios comprados por la empresa
		2. Bienes capitales	Extracción, producción y transporte de bienes capitales adquiridos por la empresa
		3. Actividades relacionadas con enegía y combustible (no incluido en los alcances 1 o 2)	Extracción, producción y transporte de combustible y energía comprada
		4. Transporte aguas arriba y distribución	Transporte de productos comprados por la empresa
		5. Residuos generados en las actividades	Eliminación y tratamiento de deshechos generados
		6. Viajes de negocios	Transporte de empleados en viaje de negocios
		7. Transporte de empleados	Transporte de empleados desde sus casas al trabajo
		8. Activos arrendados aguas arriba	Operación de activos arrendados por la empresa
	Emisiones Indirectas "aguas abajo"	9. Transporte y distribución aguas abajo	Transporte ydistribuciónn de productos vendidos por la empresa
		10. Procesado de productos vendidos	Procesado de productos intermedios vendidos
		11. Uso de productos vendidos	Uso final de productos y bienes vendidos por la empresa
		12. Tratamiento Fin de vida de productos vendidos	Eliminación y tratamiento de residuos de los productos vendidos por la empresa
		13. Activos arrendados aguas abajo	Operación de activos pertenecientes a la empresa
		14. Franquicias	Operación de franquicias
		15. Inversiones	Operación de inversiones

El informe final de una HCC contiene la cantidad de emisión de CO_2eq. emitida por la empresa durante el año de estudio. Esto es muy útil para identificar dónde se produce el mayor uso de energía, materiales y recursos dentro de la cadena de suministro, para ayudar a tomar decisiones para reducir las emisiones de GEI y llevar a la empresa hacia un modelo de negocio más sostenible. Cuando la empresa comienza a implementar medidas de mejora, es necesario cuantificar la mejora lograda. Es por ello que los "indicadores operacionales" son muy útiles para mostrar la evolución de la mejora de la empresa a lo largo de los años. Estos "indicadores operacionales" se calculan

mediante la referencia de las emisiones de GEI calculadas por año en relación con la producción (o los ingresos, etc.) obtenidos en el mismo año. Así, por ejemplo, al calcular las emisiones de GEI de una bodega durante un año, el resultado se expresará en toneladas de CO_2eq. emitidas en 2014, mientras que un "indicador operacional" podría definirse como la cantidad de kg de CO_2eq emitido por botella de vino producida, permitiendo luego comparar las emisiones de 2014, con las de 2015 y así sucesivamente. *¿Es este indicador operacional lo mismo que la HCP de una botella de vino producida por esa empresa?* No exactamente.

Los estudios del HCP tienen por objeto obtener las emisiones de GEI debidas al ciclo de vida del producto. Una organización puede desear comunicar públicamente una HCP por muchas razones que pueden ser: proporcionar información a los consumidores y a otros para la toma de decisiones, mejorar el conocimiento sobre el cambio climático, apoyar el compromiso de una organización para hacer frente al cambio climático, apoyar la aplicación de políticas sobre la gestión del cambio climático, etc. Los requisitos de cuantificación de una HCP están vinculados a los objetivos de comunicación (incluidos los grupos destinatarios previstos) y a la verificación.

Los resultados de un cálculo de HCP se darán probablemente en kg de emisiones de CO_2eq por unidad de producto. Aunque el resultado de la cuantificación de una HC puede expresarse de manera muy similar entre un enfoque corporativo (con "indicadores operacionales") y un enfoque de producto, los datos de inventario necesarios en cada caso pueden variar significativamente. Sin embargo, este aspecto no siempre se informa en la literatura.

Dentro de la "familia del vino" se pueden encontrar muchos productos diferentes, desde el tipo de vino (de tinto a blanco), con diferentes procesos de producción, tipos de envasado, variedades de uva, etc. Si el objetivo del estudio es obtener datos estadísticos promedio sobre las emisiones de GEI para el sector vitivinícola de un país con el fin de mejorar el rendimiento medioambiental de este sector de producción, el resultado esperado debería expresarse también como kg de emisiones de CO_2eq por unidad de producto medio (para permitir la evaluación comparativa) y los datos deberán recopilarse de las bodegas mas representativas del país. En este caso, *¿qué enfoque y qué datos deberían recopilarse: datos de producto o corporativos?*

Se postulan y discutirán (e ilustrarán) en este estudio, seis principales temas metodológicos (diferencias entre HCC y HCP), identificados a partir del conocimiento de ambos estándares y de la experiencia en la elaboración de estudios corporativos y de producto:

a) Emisiones fugitivas: HCC incluye emisiones fugitivas (gases refrigerantes) en el alcance 1, mientras que HCP no las menciona específicamente y puede que no se incluyan si no forman parte del proceso de producción.
b) Residuos: HCC no incluye créditos del reciclaje de residuos, en contraste con la HCP.
c) Utilización de factores equivalentes: se pueden obtener con mayor precisión en HCP que en HCC.
d) Definición de flujo de referencia: es la unidad de referencia a la que se relacionarán los datos de inventario. Esto significa que se recogerán los consumos por flujo de referencia (es decir, en el proceso de tratamiento de aguas residuales todos los consumos / emisiones estarán

relacionados con kg o m^3 de aguas residuales tratadas). Por lo general, una definición de flujo de referencia correcta es más importante en HCP que en HCC, pero no siempre.

e) Acumulación: puede ser un factor engañoso en HCC pero, por lo general, no afectaría a HCP.
f) Asignación a productos minoritarios: puede ser un problema en HCP, pero no en HCC.

4.1.2 Caso de estudio del vino

Para discutir los problemas metodológicos postulados anteriormente (preguntas de investigación a responder) se utilizarán, tal como se ha comentado, dos fuentes principales de información: la experiencia procedente de proyectos previos que estudiaron 18 bodegas y una revisión de la literatura de documentos relacionados con el vino, el ACV-HC.

a) Revisión de la literatura al respecto: Se estudiarán los trabajos publicados sobre ACV o HC de vino, con especial énfasis en la recolección de datos y otros detalles relacionados con las diferencias previamente señaladas entre HCC y HCC (tales como emisiones de gases refrigerantes, residuos, flujo de referencia, acumulación, etc.). Sólo se analizarán los documentos que presenten datos de inventario.
b) Experiencia en proyectos vitivinícolas: Se estudiaron un total de 18 bodegas y se publicaron resultados promedio (Navarro et al., 2017). La unidad de referencia para todos estos estudios se definió como la producción de una botella de 0,75 L de vino (obtenida a partir del procesamiento de 1 kg de uva). Esto puede considerarse como la unidad funcional (UF) para los estudios de HCP, porque su objetivo habitual es determinar los puntos críticos en el ciclo de vida del producto. Sin embargo, en los estudios de HCC no hay unidad funcional, sólo indicadores operacionales para relacionar el impacto a la producción de la empresa. Los datos corporativos de inventario se recolectaron mediante cuestionarios y reuniones con personas responsables de las bodegas participantes. Los límites del sistema del estudio se muestran en la Fig. 4.2. El subsistema viñedo incluye todas las operaciones agrícolas necesarias para el cultivo de uva y la cosecha final para obtener las uvas, que son la entrada al subsistema de la bodega. El subsistema de bodega incluye la producción de vino, embotellado y envasado.

Las cuestiones metodológicas postuladas anteriormente se ilustran con ejemplos procedentes de la experiencia con estas bodegas.

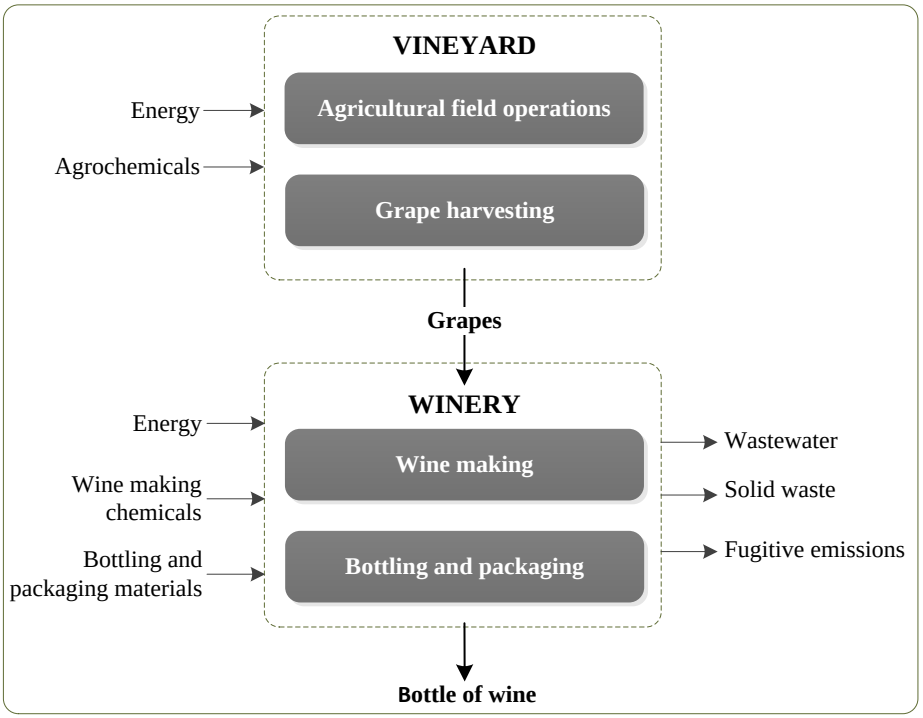

Figura 4.2. Límites del sistema y diagrama de Flujo del sistema de producción del vino

Es importante decir que, aunque la variedad de uva, el clima y las tecnologías de la vinificación son temas importantes que merecen un análisis más profundo y por supuesto afectan los resultados de la HC de cualquier vino, no es el objetivo de este estudio explicar y detallar las diferentes variedades de uva y tecnologías usadas por las bodegas estudiadas. Las fases más importantes de la vinificación son (Zeppa, 2007): producción de mosto, fermentación alcohólica y embotellado. Las tecnologías de producción y fermentación son diferentes para los vinos blancos y tintos y también hay diferencias entre los vinos de la misma categoría. Para el vino blanco, la trituración de la uva debe hacerse con mucho cuidado porque los compuestos presentes en la piel y el tallo no deben pasar al mosto (por lo tanto, se obtiene con un simple prensado de la uva). Por el contrario, en el mosto utilizado para la producción de vino tinto, las pieles y las semillas están presentes y durante la fermentación alcohólica el color y el tanino deben ser extraídos. Otra diferencia es que, durante la fermentación alcohólica, se añaden levaduras seleccionadas, dióxido de azufre y sustancias nutritivas. El tipo y las cantidades de levaduras y nutrientes dependen del tipo de uva y del vino que se vaya a producir. Todas estas entradas afectan al cálculo de HC.

Por lo tanto, el resultado de HC para una bodega es un indicador, que evalúa el rendimiento de esta bodega específica y su evolución a lo largo del tiempo. Los resultados de HC no deben usarse para comparar bodegas o vinos, ya que, como se mencionó anteriormente, hay muchos problemas que afectan a estos resultados.

4.2 Resultados y Discusión

4.2.1 Resultados medios de HCC: a partir del propio caso de estudio de vino

Los cálculos de la huella de carbono, a partir de datos de inventario de viñedos y bodegas (Fig. 4.2), se realizaron utilizando factores de emisión de CO2-eq. Tal como se comentaba en el capítulo 3, para los datos relacionados con la producción de productos químicos, los factores se tomaron de la base de datos profesional GaBi6 (Thinkstep, 2015); para los datos relacionados con otros procesos, como las emisiones directas e indirectas de N_2O de los fertilizantes sintéticos y orgánicos, tratamiento de residuos, etc., los factores de emisión se obtuvieron del IPCC (2007a, 2007b). Se calcularon según las características específicas de cada país y región.

El HCC promedio global de las 18 bodegas estudiadas se obtuvo como indicador operacional: 0,85 kg de CO2-eq por botella de 0,75 L de vino (ver Tabla 4.2) (Navarro et al., 2017).

Tabla 4.2 Contribución de cada proceso de producción del vino en la Huella de carbono de 0,75 L de vino.

	Media [kg CO_2-eq/botella]
Fase de Viñedo	*0,23*
Fase de Bodega	*0,62*
Total botella de vino de 0,75 L	**0,85**

4.2.2 Discusión de cuestiones metodológicas (diferencias entre HCC y HCP) con ejemplos

4.2.2.1 Emisiones fugitivas

HCC incluye emisiones fugitivas (de descargas intencionadas o no, por ejemplo, emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC) durante el uso de equipo de refrigeración y aire acondicionado) en el alcance 1, mientras que la huella de carbono de producto no lo especifica y, probablemente, para muchos productos, estas emisiones fugitivas no están directamente relacionadas con el proceso de producción del producto, por lo que no serán consideradas. Este es el caso de la liberación de gases refrigerantes en la bodega, no directamente relacionada con el proceso de producción del vino. En este caso de estudio, la diferencia de considerar o no considerar la liberación de gases refrigerantes no es significativa (aproximadamente 0,2%, ver Fig. 4.3), pero puede ser más importante para otros tipos de productos.

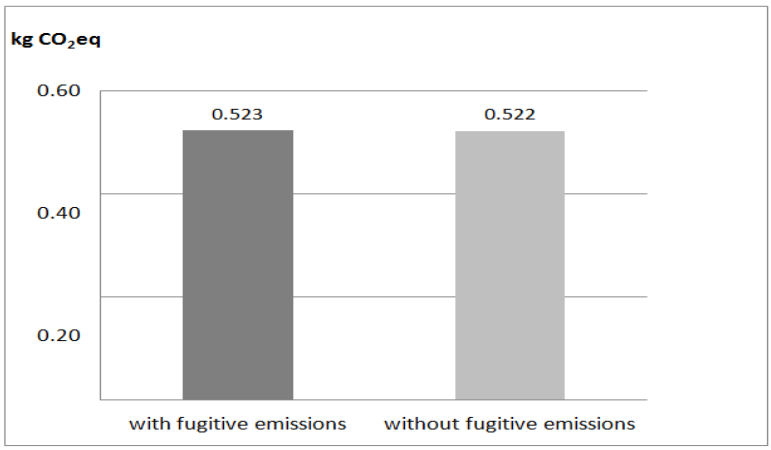

Figura 4.3. Huella de Carbono (kg CO_2 eq/botella) de la misma bodega considerando y no las emisiones fugitivas de gases refrigerantes.

4.2.2.2 Créditos Medioambientales del reciclaje de residuos

El cálculo de emisiones de CO2eq debido a la producción y tratamiento de residuos es diferente entre HCC y HCP. El alcance 3 de HCC incluye una categoría denominada *"residuos generados en operaciones"*. Para calcular las emisiones de CO2eq dentro de esta categoría, se distinguen dos tipos de residuos: los que se destinan a un proceso de reciclaje, en cuyo caso sólo se considera el transporte a la instalación de reciclaje (no el proceso de reciclaje en sí) y los que se destinan a vertederos u otros tratamientos finales, en los que tanto las cargas de transporte como las de tratamiento se asignan al productor. Para evitar el doble conteo de emisiones de los procesos de reciclaje por parte de la misma empresa, de acuerdo con el alcance 3 para Corporativa según GHG protocol (GHG Protocol, 2011), las empresas deben tener en cuenta las emisiones de aguas arriba de los procesos de reciclaje en las categorías 1 y 2 (véase el Tabla 4.1) cuando la empresa compra bienes o materiales con contenido reciclado. En las categorías 5 y 12, las empresas deberían tener en cuenta las emisiones procedentes del transporte y de los tratamientos finales, pero no deberían tener en cuenta las emisiones de los propios procesos de reciclaje (éstas se incluyen en las categorías 1 y 2 por los compradores de materiales reciclados). Las empresas no deben reportar emisiones negativas o evitadas asociadas con el reciclaje en la categoría 5 o en la categoría 12 (ver Tabla 4.1). Las reclamaciones de emisiones evitadas asociadas con el reciclaje no deben incluirse ni deducirse del inventario de alcance 3, sino que deben ser reportadas separadamente en las emisiones del alcance 1, 2 y 3.

En los cálculos de HCP se consideran residuos de reciclaje y / o de recuperación como parte del sistema estudiado y cargas de ambos, tanto el transporte como el tratamiento de reciclado se consideran en el cálculo y también los créditos obtenidos por el producto o servicio estudiado a partir de la recuperación ó reciclaje del material producido, porque sustituirá la cantidad correspondiente de material virgen en el mismo o en otro sistema de producto. Así, según la norma ISO 14067, existen dos procedimientos para tratar el reciclaje en los estudios HCP: el procedimiento de asignación de bucle cerrado y de asignación de bucle abierto. La asignación de bucle cerrado puede aplicarse a sistemas de bucle cerrado (el material reciclado se usa de nuevo en el mismo sistema de producto) y para sistemas de bucle abierto cuando el material reciclado tiene las mismas propiedades inherentes que el material primario. En esos casos, las emisiones de GEI del proceso de reciclaje se asignan al producto que lleva el material reciclado y este material reciclado (que sale del sistema del producto) lleva un "crédito de reciclaje" que corresponde a las emisiones de GEI de la adquisición de material primario.

Si se lleva a cabo un reciclaje en lazo (bucle) abierto, en el que el material se recicla en otros sistemas de producto y experimenta un cambio en sus propiedades inherentes, se necesitan procedimientos de asignación (ISO 14067, 2013). En este caso, los "procesos unitarios compartidos" son la extracción y procesado de materias primas, los procesos de recolección y reciclado, y las operaciones de fin de vida. Debe justificarse el porcentaje de estos procesos de unidad compartida que corresponde al producto estudiado y a los demás sistemas de producto. Se debería encontrar más orientación en la orientación sectorial y en las reglas de categoría de productos publicadas. Por ejemplo, un reciclaje en circuito cerrado sería una empresa productora de componentes plásticos que reutiliza sus propios residuos de plástico en el mismo proceso de producción, mientras que si los

residuos de plástico van a otra compañía para ser reciclados, entonces es un reciclaje en circuito (bucle) abierto. En el reciclaje en circuito abierto, si el plástico reciclado tiene la misma calidad que antes, el proceso reciclado junto con los créditos del nuevo plástico obtenido se asignan al primer producto. Sin embargo, si el plástico reciclado tiene una calidad inferior, se debe justificar la asignación de impactos al primer y segundo producto (Bala et al., 2015).

Por ejemplo, cuando la bodega produce residuos de vidrio (debido a algunas botellas que se rompen accidentalmente) se lleva a cabo un reciclaje en bucle abierto. En este caso, la metodología HCC sólo consideraría el transporte de los residuos de vidrio de la bodega a la planta de reciclaje como parte del sistema estudiado, mientras que el HCP consideraría también el tratamiento de reciclaje y los créditos por el vidrio reciclado obtenido (el cual evitará la producción de una cierta cantidad de vidrio virgen). Una de las bodegas estudiadas (de producción de 596.500 L de vino en 2013) reportó 200 kg de residuos de vidrio. En este caso específico, aunque importante desde el punto de vista metodológico (y probablemente cuantitativamente relevante para otros sectores), la diferencia entre ambos enfoques (corporativo vs producto en el sector vitivinícola) debido al reciclado del vidrio era muy pequeña, sólo alrededor del 0,018% (ver tabla4.3).

Tabla 4.3. Comparación entre enfoque corporativo y de producto en relación con el tratamiento de reciclado de residuo.

Fase de Ciclo de Vida	HCC (sin créditos por residuos reciclados) [kg CO_2 eq/botella]	HCP (con créditos por residuos reciclados) [kg CO_2 eq/botella]	Créditos de vidrio reciclado [kg CO_2 eq/botella]
Viñedo	1,195	1,195	0
Bodega	0,505	0,5046	$-3{,}07*10^{-4}$
Total	1,7	1,7	$-3{,}07*10^{-4}$

4.2.2.3 La influencia del uso de "factores de equivalencia"

Se utilizan factores equivalentes cuando se estudia una mezcla de productos. Por ejemplo, en el sector vitivinícola, cuando una cooperativa vinícola resulta de la asociación de muchos agricultores produce distintos tipos de vino, debe tomarse un rendimiento medio de la uva para la obtención de vino de ésta. En nuestro estudio, el factor utilizado fue de 1 kg de uva = 0,75 L de vino. Esta cifra proviene de las bodegas involucradas en el proyecto. Si este factor es ligeramente diferente, los resultados de la huella de carbono son fuertemente afectados (ver Fig. 4.4). Este factor equivalente suele variar entre 1 y 1,2 kg de uva / L de vino; aunque se ha encontrado un valor mínimo de 0,9 y un máximo de 1,7 en la literatura (ver Tabla 4.7). Esta incertidumbre, en nuestros resultados, da un aumento del 20% en la contribución de la fase de viñedo y un incremento del 5,4% en la HC de una botella de vino.

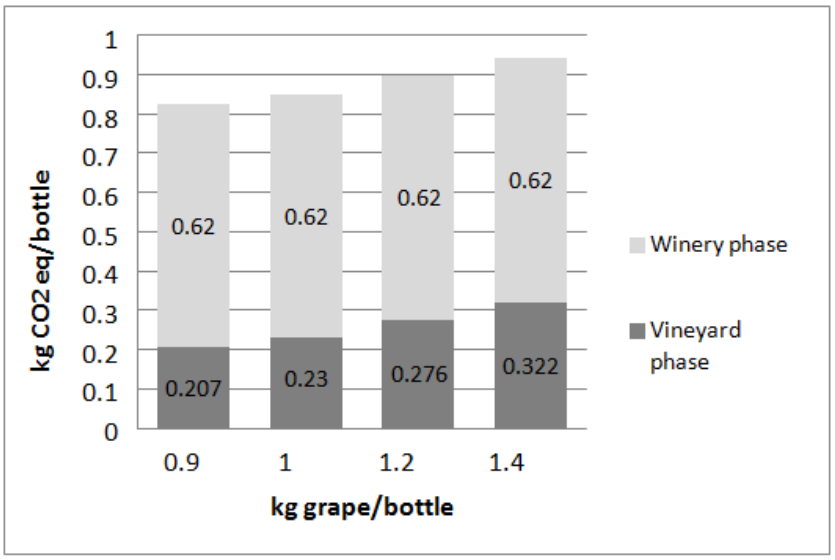

Figura 4.4. Resultados de Huella de Carbono por botella de vino: contribución de la fase de viñedo dependiendo del "factor equivalente" considerado.

4.2.2.4 Importancia de la definición del flujo de referencia

Al calcular el HCC o HCP dentro de una empresa que tiene procesos en diferentes ubicaciones y la conexión de los procesos podría realizarse con diferentes flujos de referencia, es importante elegir el más conveniente, ya que esta elección puede afectar profundamente los resultados de los cálculos .

En el caso del sector vitivinícola, esta cuestión se muestra al conectar la viña (agricultura) con la bodega (industria), ya que los datos de proceso de la viña pueden obtenerse por hectárea cultivada ("ha") o por kg de uva recogida, y luego la "ha" o el kg de uva tienen que estar relacionados con la cantidad de vino producido. En este caso, en conjunto, los resultados muestran una variación más amplia en el promedio de los datos de inventario si se utiliza la "ha" como flujo de referencia, mientras que si se utiliza el kg de uva los resultados son más estables (véase el coeficiente de variación CV en la Tabla 4.4). Este aspecto fué discutido más profundamente en un artículo anterior (Navarro et al., 2017).

Cuando los datos de inventario se utilizan para calcular los resultados de impacto, el resultado de impacto HCC del viñedo, el "indicador clave" kg CO2eq emitido por kg de uva producida, es diferente si se utiliza el kilo de uva como flujo de referencia en comparación con si se toma el área cultivada en hectáreas (ver Fig. 4.5). En este último caso, se utilizó un "factor equivalente" adicional para convertir hectáreas en kilogramos de uva (procedentes de viñedos participantes en el proyecto): se asumió que, en promedio, 0,0002 "ha" producen 1 kg de uva.

Tabla 4.4. Datos de inventario de la fase de viñedo por kg de uva o por ha cultivada.

Fase de viñedo Entradas	CASO1: por kg de uva					CASO 2: por ha de viña				
	Min.	Max.	Media	SD.[c]	CV.[d]	Min.	Max.	Media	SD.[c]	CV.[d]
Fertilizante orgánico [kg N][a]	0,00003	0,0102	0,0048	± 0,0037	77%	0,1	61,0	29,9	± 26,7	89%
Fertilizante sintético asimilado a urea [kg N][a]	0,0020	0,0060	0,0037	± 0,0019	53%	9,9	46,0	30,9	± 17,4	56%
Fertilizante sintético asimilado a fósforo [kg P2O5][b]	0,0036	0,0357	0,0114	± 0,0137	121%	20,0	213,7	70,1	± 51,7	116%
Productos fitosanitarios	0,0026	0,0224	0,0081	± 0,0074	91%	12,3	189,9	52,3	± 81,6	99%
Diésel [L]	0,0120	0,0611	0,0310	± 0,0150	48%	44,6	474,8	221,2	± 144	65%
Electricidad [kWh]	0,0009	0,0770	0,0450	± 0,0280	62%	10,0	568,0	352,4	± 207	59%

[a] Valores expresados en kg de contenido de nitrógeno (N)de cada fertilizante.

[b] Valores expresados en kg de contenido de dipentóxido de fósforo (P_2O_5)para cada fertilizante

[c] SD: Desviación Estándar:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \overline{x})^2}$$

[d] CV: Coeficiente de Variación:

$$CV(\%) = 100 \times \frac{SD}{Mean}$$

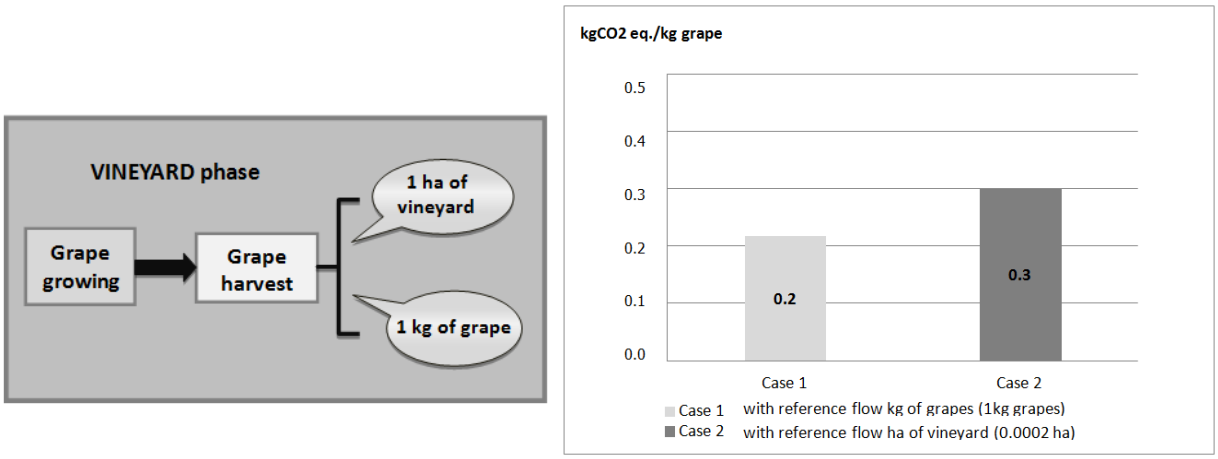

Figura 4.5. Resultados de impacto de HC de viñedo por kg de uva dependiendo del flujo de referencia

4.2.2.5 Acumulación

Al recopilar datos corporativos de una empresa, algunas inconsistencias pueden aparecer debido a la acumulación. Para evitar esto, cuando se recopilan datos de inventario a través de un cuestionario, se debe pedir información cruzada adicional.

Por ejemplo, en nuestro caso de estudio de una bodega con recogida de datos del 2013, se recogió información de la cantidad de vino embotellado producido (8.119.827 L), el peso total de las botellas de vidrio compradas (874.643,7 kg) y el peso promedio por botella de 0,75 L de vino (0,41-0,54 kg /bottle). Con esta información, si se calcula el peso medio por botella dividiendo el peso total de las botellas de vidrio compradas por el número de botellas (0,75 L de vino), se obtiene un

promedio de 0,081 kg / botella (muy por debajo del rango reportado). Al preguntar a la bodega por esta incoherencia, se encontró que las botellas almacenadas de años anteriores fueron incluidas y parte del vino producido se embotellaría en los próximos años (vinos "crianza"). La conclusión es que, al comprobar el balance de masas, la acumulación puede ser muy importante para este sector y otros, mientras que normalmente sólo se contabilizan dentro y fuera la masa y la energía, esperando que un año sea un período suficientemente largo para evitar la acumulación.

4.2.2.6 Asignación de datos de empresa a productos minoritarios

Una empresa puede vender diferentes productos. Los errores de cálculo son mayores cuando la cantidad del producto estudiado es menor en relación con la cantidad total de productos fabricados por la empresa.

Una de las bodegas estudiadas era una cooperativa con muchos viñedos que proporcionaban uvas. La bodega produce diferentes tipos de vino (como se muestra en el Tabla 4.5) y querían calcular el HCP para su vino de más alta calidad (vino blanco de Chardonnay), que representaba el 0,037% de su producción total de vino. La bodega no disponía de datos específicos sobre los procesos de producción (viña y bodega) para este vino específico, sino que sólo disponían y proporcionaron sus datos de envasado específicos y la superficie de viña y kg de uva para este vino (ver Tabla 4.6). Todos los demás datos de inventario fueron datos agregados de todos los vinos producidos y la parte correspondiente debía asignarse a este vino Chardonnay.

Tabla 4.5. Tipos de vino producido en la bodega y factor de asignación de la bodega.

Tipo de vino		Cantidad[L]	*Porcentaje en peso[%]
Rosado (total)		336.569	
Blanco	Blanco (total)	8.692.199	
	Vino Chardonnay	**62.602,5**	**0,37 %**
Tinto (total)		7.694.649	
Producción de vino TOTAL		**16.723.417**	**100 %**

**Cantidad de vino específico relacionado con la producción total en %.*

Tabla 4.6. Factores de asignación de viña para el vino de estudio (un Chardonnay).

	Área de viñedo [ha]	% de área	Cantidad de uva [kg]	% de uva
Vino Chardonnay estudiado	**29,1382**	**1,2**	**101.620**	**0,46**
TOTAL de vino producido	2.462,34		*22.297.889	

**Valor calculado a partir del total de vino producido (L), indicado por la bodega, considerando que 1kg de uva = 0.75L vino*

En ausencia de los datos de inventario específicos para el producto (vino de Chardonnay), era necesaria la asignación de una fracción del consumo total de plaguicidas, combustibles, productos enológicos, etc., utilizados por la bodega y sus fincas durante la campaña 2013. Para los insumos vitivinícolas, el factor de asignación utilizado fue 0,46% (obtenido a partir de la relación en kg de uva). Para los insumos de la bodega el factor de asignación fue de 0,37% (calculado sobre L de vino).

Se observó que esta asignación tenía un papel muy importante en el resultado. Por ejemplo, si la asignación de la fase de viñedo se realizaba en función de las hectáreas ocupadas para el vino Chardonnay (1,2%) en relación con el total de la superficie de viñedos (se puede pensar que la

aplicación de plaguicidas y fertilizantes puede depender más de hectáreas que de kg) en vez de kg de uvas (0,46%), el resultado de la huella de carbono sería de 4,1 kg de CO2-eq por botella, muy diferente de los 1,97 kg de CO2-eq por botella obtenido y suficientemente alejado de los valores encontrados en la literatura (normalmente entre 1-2 kg de CO2-eq por botella). De acuerdo con nuestros resultados (Navarro et al., 2017) tomar "kg de uva" como el flujo de referencia para la fase de viñedo es más preciso que tomar "área cultivada". Como se ha comentado antes en el subapartado 4.2.2.4, esta segunda opción tiene una desviación estándar más alta.

Por lo general, cuanto menor sea la representatividad del producto vitivinícola para evaluar respecto a la producción total de vino de la bodega, mayor será el error matemático generado por el procedimiento de asignación.

4.2.3 Opciones Metodológicas encontradas de ACV/HC en la literatura sobre el vino

La Tabla 4.7 presenta la literatura acerca de vino y ACV, que muestra los datos de inventario y resultados de impacto de HC o ACV, de acuerdo con las cuestiones metodológicas descritas en la sección anterior.

Tabla 4.7. Detalles de estudios de ACV y HC de vino en la literatura.

Literatura sobre vino ACV & HC	Vino UF[a] Viñedo FR[b]	Datos de Inventario		Nº de empresas	¿Créditos de residuos? [c]	Comentarios
		viñedo	bodega			
Amienyo et al., 2014 ACV de producto	1 botella de vino (0,75 L) 1 ha	✔	✔	1 bodega Australia	NO; Las cargas de reciclaje van al usuario de material reciclado junto con créditos de evitar material virgen	• 1 tipo de vino tinto • 10 t de uva producida/ha • 1,05 kg uva = 0,75 L vino • 0,86 kg CO2 eq/ botella (cuna a puerta)
Ardente, F, 2006. ACV de producto	1 botella de vino (0,75 L) 1 ha	✔	✔	1 bodega Italia	NE	• 6 tipos de vino • 1 kg uva= 0,75L vino • 1,6 kg CO2 eq/botella • 3 indicadores: consumo de energía, emisiones CO2 , y consumo de agua
Bellon-Maurel, V., et al., 2015 ACV de producto	1 kg uva (Syrah) 1 año (2006)	✔		1 viñedo Francia	NO créditos de residuos	• Apuntando simplificar la recolección de datos de inventario en trabajos agrícolas • Diferentes parcelas (propiedades de suelo) • Viñedo: 0,16 – 1,39 kg CO2/kg uva
Benedetto, G., 2013. ACV de producto	1 botella de vino (0,75 L) 1 ha	✔	✔	1 bodega Italia	NE	• 1 tipo de vino de una bodega productora de varios • 1,39 m^2 =1,67 kg uva=1L vino • 1,64 kg CO2/botella
Bosco et al., 2011 ACV de producto (PEF)	1 botella de vino (0,75 L) NS (sigue EPD 2008)	✔	✔	4 bodegas Italia	SI; Asignación de impactos a subproductos y desechos (fertilizantes, etc.)	• 4 tipos de vino • 0,6-1,3 kg CO2 eq/botella (incluidas distribución & gestión de residuos) • Agricultura responsable del 20% de la HC
Fusi et al., 2014 ACV de producto	1 botella de vino blanco (0,75 L) 1 m^2	✔	✔	1 bodega Italia	NE; aunque consideran que las tasas de reciclaje de vidrio son más altas y más bajas que el	• Año 2012 • 1 tipo de vino • 1 m^2 de viña = 1,071 kg uva = 0,75 L vino • Viñedo 0,17 kg CO2 eq/botella

					61% considerado como insumo	y bodega 0,83 kg CO2 eq/botella
Gazulla et al., 2010 ACV de producto	1 botella de vino (0,75 L) 0,0002 ha	✔	✔	Algunas bodegas de España	SI	• Rioja vino "crianza" • 1,273 kg uva = 0,75 L vino • Viñedo 0,5 kg CO2 eq/botella y bodega 0,43 kg CO2 eq/botella
Iannone et al., 2016 ACV de producto	1 botella de vino (0,75 L) 1 kg uva		✔	1 bodega Italia	NE; probablemente sí reciclado de vidrio	• 4 vinos (tinto y blanco) • 1,078; 1,208; 1,36; 1,465 kg uva / botella
Marras, S., et al., 2015 HCC	1 kg uva 1 ha	✔		1 viñedo Italia	NO	• Resultado de HC 0,39 kg CO2 eq/ kg uva • Sólo alcance 1 • 1,1 kg uva = 0,75L vino
Neto et al., 2013 ACV de producto	1 botella de vino (0,75 L) NS	✔	✔	1 bodega Portugal	NE; aunque los residuos se cuantifican	• 2008 • 1 tipo de vino • 1 kg uva = 0,75 L vino
Pattara et al., 2012 Corporativa vs HCP	1 botella de vino tinto (0,75 L)			1 bodega Italia	SI; Identifica créditos de residuos como una diferencia entre corporativa y HCP	• 2010 & 2011 • sólo resultados de impácto • comparación entre calculadora HCC y HCP • 70 t uva = 50.000 L vino • 1,29 kg CO2 eq/botella
Villanueva-Rey et al., 2014 ACV de producto	1 botella de vino (0,75 L) 1,1 kg uva	✔		3 bodegas en España	NO	• Técnicas diferentes de viticulttura • 2010 & 2011 • Impactos de uso de la tierra y los trabajos de campo: metodología descrita
Point et al., 2012 ACV de producto	1 botella de vino (0,75 L) 1 ha	✔	✔	12 bodegas de Canada (Nueva Escocia)	NE	• 2006 • 1,25 kg uva = 0,75 Lvino • Representativa para Nueva Escocia • viñedo 0,80 kg CO2 eq/botella y bodega 0.81 kg CO2 eq/botella
Thomas, M., 2011. ACV de producto	1 botella de vino (0,75 L) 1 ha	✔	✔	2 bodegas de Nueva Zelanda	NO; transporte incluido pero no beneficios de reciclaje	• 1 tipo de vino (vino Sauvignon Blanc) • 1,04 kg uva = 0,75 L vino • Distribución incluida • 1,4 kg CO2 eq/botella
Vázquez-Rowe et al., 2012a ACV de producto	0,75 L de vino blanco (Ribeiro) 1,1 kg de uvas	✔		40 viñedos de España	NA	• 2007-2010 • 1,1 kg uva = 0,75 L vino blanco • ACV y DEA (Data Envelopment Analysis) • Comparación de la eficiencia de los viñedos • Viñedo 0,46 ± 0,2 kg CO2 eq/botella
Vázquez-Rowe et al., 2012b ACV de producto	1 botella de vino (0,75 L) 1,1 kg uva	✔	✔	1 bodega España	NO	• Ribeiro denominación de vino blanco • 2007-2010 • 2,64 – 3,21 kg CO2 eq/botella
Vázquez-Rowe et al., 2013 HCP	1 botella de vino (0,75 L) 0,9-1,25 kg uva/botella	✔	✔	Bodegas: 4 Italia, 42 España, 2 Luxemburgo	NE	• 9 diferentes tipos de vino • datos de diferentes fuentes de literatura • Viñedo 1,6 kg CO2 eq/botella Ribeiro

[a]UF: unidad funcional del estudio. [b]FR: flujo de referencia.Se refiere a la unidad utilizada como referencia para las entradas-salidas del viñedo (kg uva o ha cultivadas). [c]NE: no especificado; NA: no aplicable.

La revisión de la literatura escrita muestra claramente que, en todas las referencias anteriores, los datos de inventario se obtienen de cada empresa (bodega o viña) como inventario corporativo para un año específico. En el caso de que la empresa produzca un solo vino, este inventario corporativo equivale a un inventario de producto en la etapa de producción, pero si la empresa produce varios vinos se obtiene un promedio (asignación implícita en masa). Este hecho demuestra nuestra primera hipótesis: es más fácil para las empresas obtener datos corporativos que datos de producto. Por lo tanto, la forma usual de proceder es recolectar datos corporativos y obtener un "indicador operacional" que usualmente se usa como una figura de impacto ambiental del producto. Al parecer, ninguno de los documentos revisados tuvo en cuenta las emisiones fugitivas de gases refrigerantes, ya que tendría que hacerse en la contabilidad de huella de carbono corporativa de acuerdo con GHG Protocolo corporativo (2004) e ISO 14064.

Algunos de los estudios publicados utilizan la superficie del viñedo como el flujo de referencia en la etapa agrícola (que, como ya se ha dicho, tiene una desviación estándar más alta), mientras que otros utilizan el kilogramo de uva producida.

También hay algunos de los estudios que calculan los impactos evitados debido al reciclaje de residuos (ejemplo, residuos de vidrio) y los usan como créditos ambientales. Otros no lo consideran o no lo mencionan.

Sólo uno de los estudios publicados anteriormente afirma que los datos de la bodega se asignan a uno de los distintos tipos de vino producidos (Benedetto, G., 2013), pero no menciona la representatividad de este vino específico en su producción total de vino.

Aunque el factor equivalente utilizado de kg de uva para L de vino producido tiene una gran influencia en los resultados, ninguno da mucha importancia a este factor y no todos ellos mencionan el valor utilizado para esta conversión (ej, Bosco et al., 2011). La cantidad de uva necesaria para producir 1 botella (0,75 L) de vino es muy variable, dependiendo del tipo de vino 0,9-1,465 kg uva / botella. El vino blanco por lo general necesita más kg de uva que el vino tinto. El valor más usado es de 1,1 kg de uva por botella de vino.

Finalmente, el margen de resultados de HC mostrados en esta literatura para una botella de vino también se resume aquí, sólo por razones de curiosidad. La HC total para una botella de vino (impacto de viñedo + bodega) varía de 0,6 a 3,2 kg CO2 eq / botella. La HC de la etapa de viñedo varía de 0,2 a 1,6 kg de CO2 / botella y la fase de bodega, de 0,43 a 0,83 kg de CO2 por botella de vino. El peso recogido por botella vacía varía entre 202 g / botella (vino "Chianti Colli Senesi") y 571 g / botella (Vázquez-Rowe et al., 2013). Los resultados promedio obtenidos en nuestro caso de estudio (0,23 kg de CO2eq / kg de uva y valor total de HC de 0,85 kg de CO2eq / botella de vino) están dentro del rango encontrado en estas publicaciones anteriores. Estos diferentes resultados son normales porque el proceso de elaboración del vino tiene diferentes opciones (es decir, para el vino blanco en comparación con el vino tinto, vinos espumosos o no espumosos, vinos jóvenes o de reserva, etc.). La fase de viña también es diferente dependiendo de la variedad de uva cultivada, el tipo de suelo y las condiciones climáticas entre otras (es decir, en zonas con clima muy húmedo se debe aplicar más cantidad de fungicidas pero se necesita menos riego). Por lo tanto, los resultados de la HC no deben

utilizarse para comparar vinos o bodegas, sino para mejorar el comportamiento medioambiental de un vino o bodega específico a lo largo del tiempo.

4.2.4 Aplicación de los resultados a otras industrias

Las seis cuestiones metodológicas identificadas y discutidas aquí con ejemplos a partir del caso de estudio del vino son aplicables a otras empresas, relacionadas con productos alimenticios o no. Los seis temas identificados como diferencias entre los enfoques de HC corporativa y de producto (emisiones fugitivas, créditos de reciclaje de residuos, uso de "factores equivalentes", definición de flujo de referencia, acumulación y asignación de valores corporativos a productos minoritarios) son generales y podrían afectar los resultados de HC de cualquier tipo de industria.

Un ejemplo de estas seis cuestiones metodológicas en el caso de la producción de aceite de oliva, también objeto de esta tesis, se presenta aquí como otro ejemplo muy similar:

- Emisiones fugitivas: si hay dispositivos de aire acondicionado o cuartos frigoríficos en empresas productoras de aceite, su impacto se incluirá en un HCC pero probablemente no en HCP.
- Creditos de reciclado de residuos: los créditos del reciclaje del vidrio de la botella de aceite de oliva se incluirán en un HCP, pero probablemente no en un HCC.
- Uso de “factores equivalentes”: Un factor equivalente importante en este caso es la cantidad de aceite de oliva obtenido a partir de 1 kg de aceitunas. Este factor equivalente puede ser diferente dependiendo del tipo de aceitunas, su madurez y el año estudiado. Es importante tomar el "factor equivalente" específico para cada aceite de oliva y evitar el uso de promedios.
- Definición de flujo de referencia: la producción de aceite de oliva tiene una primera etapa de ciclo de vida agrícola (similar al vino). En este caso también, el uso de “ha” cultivadas o kg de aceitunas como flujo de referencia para cuantificar las entradas y salidas de la agricultura, será probablemente un tema importante.
- Acumulación: las existencias de botellas de vidrio o de aditivos del año anterior al estudiado también afectará en los resultados de la HCP partiendo de datos de inventario corporativos.
- Por último, debe evitarse la Asignación de los datos corporativos a productos minoritarios (por ejemplo, un aceite de oliva virgen extra muy especial).

Es importante notar que lo que se discute aquí para el enfoque de HC corporativo vs producto, indicador único, se puede extender al enfoque de Huella Ambiental (HA), indicadores múltiples. En la UE, se está desarrollando un esfuerzo continuo para desarrollar normas de categoría sobre cómo realizar las huellas ambientales de los productos (PEF) y las huellas ambientales de la organización (OEF), siguiendo los mismos patrones que para HC. Las reglas de categoría van dirigidas a decir lo que se debe considerar y cómo realizar el ACV para una categoría de producto específica. Las reglas de la categoría de producto son una solución para armonizar los estudios de ACV de producto, pero no evitan el hecho de que los datos de inventario se suelen reunir de datos corporativos, por lo que los temas metodológicos discutidos aquí (comparando los enfoques corporativo vs producto) siguen siendo muy relevantes. El sistema PEF sigue un enfoque de producto y las reglas de categoría no abordan temas como las emisiones fugitivas (porque esto es muy específico para la huella de carbono), ni la acumulación ni la asignación de valores corporativos a productos minoritarios, etc.

Las normas del PEF para el cuero (otro producto muy diferente), por ejemplo (Fontanella et al., 2016), no abordan las emisiones fugitivas (aunque la mayoría de las empresas cuentan con cámaras frigoríficas), ni la acumulación (aunque muchos productos químicos se almacenan año tras año) ni la asignación de valores corporativos a productos minoritarios. Por otro lado, están dando directrices sobre cómo abordar los créditos de reciclaje de residuos; el uso de "factores equivalentes" (por ejemplo, conversiones de kg de piel a superficie (m^2) de cuero final) y la definición de flujo de referencia (por ejemplo, número de animales necesarios para producir una cantidad específica de cuero crudo/ piel).

Por lo tanto, las cuestiones metodológicas ya discutidas aquí, entre HC corpotrativa y de producto, siguen siendo importantes.

4.3 Conclusiones

La principal conclusión de este estudio es que, sí, es posible y lo suficientemente preciso recopilar datos corporativos para evaluar una HCP. Sin embargo, los seis problemas metodológicos identificados y discutidos aquí deben tenerse en cuenta en cada caso de estudio, ya que podrían afectar fuertemente los resultados. Estos 6 temas son: emisiones fugitivas, créditos de reciclaje de residuos, uso de "factores equivalentes", definición de flujo de referencia, acumulación y asignación de valores corporativos a productos minoritarios.

Nuestro caso de estudio de vino (dos proyectos que incluyen 18 bodegas), han mostrado que dos de los temas anteriores (emisiones fugitivas y créditos de reciclado de residuos) influyen muy poco en los resultados (0,2% y 0,02% respectivamente). Por el contrario, se identificaron los otros cuatro temas como muy significativos en este caso de estudio: a) "Factores equivalentes": se determinó que la obtención de un valor correcto de "kg de uva necesaria para producir 0,75L de vino" era muy importante para obtener resultados precisos; b) Definición del flujo de referencia: el uso de kg de uva como flujo de referencia para la fase de viñedo conduce a resultados más precisos que el uso de área cultivada (en ha); c) Acumulación: las botellas de vidrio almacenadas de años anteriores a la campaña de estudio, habrían conducido a resultados muy imprecisos si no se hubieran detectado; d) Asignación a productos minoritarios: se recomienda utilizar datos de productos específicos para productos minoritarios en lugar de asignarles la parte de los datos corporativos que les corresponde.

La revisión de la literatura sobre el vino (17 artículos sobre vino-ACV que aportaban los datos de inventario junto con resultados de HC) llevan a la conclusión de que la mayoría de los documentos presentan sus resultados como una "HCP", mientras que los datos recogidos son corporativos en un año base (HCC). Este hecho demuestra nuestra primera hipótesis: es más fácil para las empresas obtener datos corporativos que datos de producto. Por lo tanto, la forma usual de proceder es recopilar datos corporativos y obtener un "indicador operacional" que usualmente se utilizará como una figura de impacto ambiental del producto. Respecto a los 6 temas metodológicos descritos anteriormente: no se informó en ninguno de los trabajos publicados la relación de emisiones fugitivas de gases refrigerantes; la mayoría de los documentos no consideran o no mencionan los créditos del reciclaje de residuos; ninguno de los trabajos publicados da mucha importancia al "factor equivalente" kg de uva por botella de vino y no todos ellos mencionan el valor utilizado para esta

conversión (por ejemplo, Bosco et al., 2011); el flujo de referencia utilizado en la fase de viñedo no siempre es el mismo: en algunos artículos usan el área de viña cultivada, mientras que en otros se utilizan los kilogramos de uva producidos. Por último, sólo uno de los estudios publicados indica que los datos de la bodega se asignan a uno de los distintos tipos de vino producidos (Benedetto, 2013), pero no menciona la representatividad de este vino específico en su producción total de vino.

Siendo, hoy en día la HC uno de los indicadores ambientales más ampliamente utilizados, es importante que todos los interesados tomen en cuenta los aspectos metodológicos aquí descritos para obtener resultados lo más precisos posible.

Aunque en la UE se están desarrollando normas de categoría de producto para diferentes productos con el fin de armonizar los estudios y resultados de ACV para obtener una huella medioambiental de producto (PEF), estas normas no suelen abordar, ni resolver, el tipo de datos básicos (corporativo o producto) que se utilizarán en el estudio. Un estudio de PEF sigue un enfoque de producto y lo que se discute en el presente documento es la comparación entre los enfoques producto y corporativo. Por lo tanto, las cuestiones metodológicas discutidas aquí entre HC corporativa y de producto son todavía significativas al comparar las huellas ambientales corporativas y de producto (OEF vs PEF). Esta es la razón por la cual el presente documento es muy relevante.

Finalmente, algunas implicaciones prácticas para las empresas surgen de este estudio, las más importantes son que: 1) es posible recopilar datos corporativos para realizar una huella de carbono de producto (o huella ambiental), pero, al hacerlo, 2) es necesario tener un especial cuidado en las 6 cuestiones metodológicas descritas aquí, debería detallarse cómo se han abordado en el informe final.

5 Envases en la evaluación del ciclo de vida del aceite de oliva virgen y las consecuencias medioambientales de una reglamentación española.

En este capítulo se estudiará el peso del envase en el impacto ambiental del aceite de oliva virgen (AOV), así como las consecuencias ambientales de la implantación de la legislación española sobre el uso obligatorio de envases de AOV irrellenables en el canal HORECA (RD 895/2013). Este estudio tiene un objetivo doble:

- Evaluar el impacto del envase del AOV en el ciclo de vida del mismo, atendiendo al material de dicho envase, en concreto a los 3 tipos de materiales más comunes: vidrio, PET y lata.
- Comprobar las consecuencias ambientales del uso concreto de una tipología de envase en el sector HORECA por aplicación de una reciente normativa española que obliga a usar aceiteras irrellenables en hoteles, restaurantes y cáterings, bajo el prisma de un cálculo preliminar de la categoria de impacto de calentamiento global potencial.

5.1 Metodología de ACV

La Evaluación de Ciclo de Vida (ACV) se describe en las normas ISO 14040: 2006 e ISO 14044: 2006. Los aspectos ambientales se cuantifican a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto o servicio y se evalúan los posibles impactos asociados. El objetivo de un ACV es cuantificar, como un paso fundamental para la mejora.

Para un estudio completo de ACV son necesarias cuatro fases, según la ISO 14044: definición de objetivo y alcance, análisis de inventario (ICV), evaluación de impacto (EICV) e interpretación de los resultados. En EICV, algunas categorías de impacto (indicadores) se calculan de acuerdo con una metodología escogida. En el presente estudio se utilizó la metodología CML 2001 de EICV (actualizada en 2015) (Guinée et al., 2002) y se evaluaron las siguientes categorías de impacto: Potencial de agotamiento abiótico mineral, Potencial de agotamiento abiótico fósil, Potencial de Acidificación, Potencial de Eutrofización, Potencial de Ecotoxicidad Acuática de Agua Dulce, Potencial de Calentamiento Global (GWP 100 años, excluido carbono biogénico), Potencial de Toxicidad Humana, Potencial de Ecotoxicidad Acuática Marina y Potencial de Ecotoxicidad Terrestre. Además de estas categorías de impacto, se calcularon dos indicadores más: la demanda de energía primaria total (Frischknecht, et al., 1998) y de fuentes no renovables (valor calorífico neto) y consumo de "agua azul" (Berger y Finkbeiner, 2010).

Para la segunda parte de este estudio, para la verificación de las consecuencias ambientales derivadas de la nueva normativa española (RD 895/2013), sólo se utiliza el GWP como indicador de esta evaluación preliminar.

El ACV fue modelizado en el software GaBi (Thinkstep, 2015). Las bases de datos utilizadas han sido GaBi professional 2015 y Ecoinvent 3.0.

5.1.1 Descripción del Sistema de ACV

Todos los principales flujos de materia y energía y de consumo de agua asociados con las etapas del ciclo de vida del producto Aceite de Oliva Virgen (AOV), como el cultivo de la oliva, la elaboración del aceite de oliva virgen, su envasado, distribución y fin de vida (ver Figura 5.1), han sido incluidos dentro de los límites del sistema.

Los datos de inventario de las fases de cultivo de aceituna y de elaboración de aceite de oliva virgen se obtuvieron después de hacer promedios de dos estudios de casos españoles publicados en literatura (SCP / RAC, 2000; ECOIL, 2006). La eficiencia de la producción de aceitunas tiene altas variaciones dependiendo del clima de la zona, tipo de árboles cultivados, plagas, etc. (Rinaldi, et al., 2014). En consecuencia, se utilizarán datos españoles en este estudio, aunque se pueden encontrar datos más recientes de otros países en la literatura consultada (Avraamides et al., 2008, De Gennaro et al., 2012, Salomone et al., 2012, Rinaldi, Et al., 2014).

Para el componente de envasado, se obtuvieron datos directos de los tipos de envases más utilizados para los AOV en el mercado (se obtuvo un peso medio de los diferentes materiales para una botella de 500 mL dentro de una muestra de 10 botellas/material). Las muestras fueron obtenidas de los supermercados, y elegidas entre las marcas más vendidas en España.

La distancia media de distribución de la almazara a la tienda se ha tomado como media de la distancia desde Jaén (principal provincia productora de AOVs en España) hasta Madrid y Barcelona (principales centros logísticos). El impacto de la etapa de distribución se ve afectado por el tipo de envase utilizado principalmente debido a las diferencias en su peso.

El escenario de fin de vida[16] utilizado implica que parte del envase se recicla y el resto va a vertederos. Los porcentajes de reciclado o de vertido (para cada material) se han obtenido a partir de la información disponible publicada por los titulares de puntos verdes españoles (ver Tabla 5.7). El porcentaje de envase reciclado se modelizó incluyendo las cargas del proceso de reciclaje y los créditos del material obtenido (utilizando una metodología de expansión del sistema). Para el vidrio, no se dispone de datos de tratamiento de reciclado en las bases de datos GaBi, por lo que el proceso de reciclaje se incluyó tomando los datos españoles medios de un proyecto anterior (FENIX, 2012), que fué actualizado en GaBi professional 2015 (Thinkstep, 2015). En el caso de la lata y el PET, se utilizaron respectivamente los procesos de reciclado de chatarra de acero y plástico. Para los tres materiales de envasado, se incluyeron los créditos de material reciclado obtenido (que evita la correspondiente producción de material virgen). En el caso del reciclado de PET, se consideró que la calidad del material reciclado era inferior a la calidad de la virgen. En este caso, el valor económico del PET reciclado vs virgen, 0,6 (obtenido a partir de los precios reciclado y virgen, 0,87 € / kg y 1,45 €

[16] Existe un importante proyecto en curso de ACV en España para estudiar a fondo el fin de vida de los envases: el proyecto ARIADNA. En el momento de escribir este documento, sus decisiones metodológicas, datos usados y resultados no se han hecho públicos, por lo que los antecedentes se han tomado de la literatura y de la Base de Datos GaBi.

/ kg respectivamente, según ANARPLA, 2015), se utilizó como factor de corrección de la cantidad de impacto evitado.

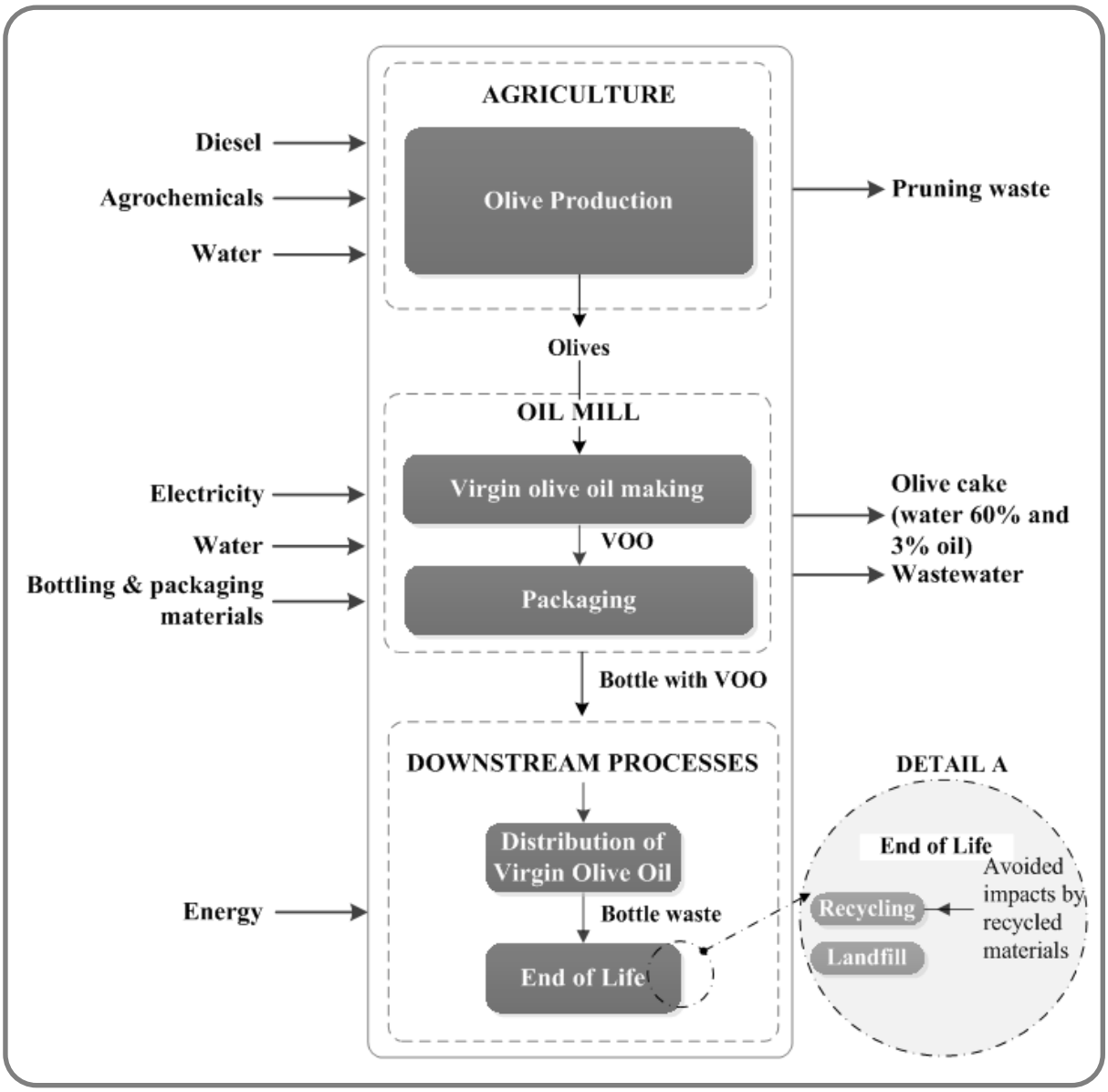

Figura. 5.1. Límites del Sistema de las fases del ciclo de aceite de olive virgen en este estudio

5.1.2 Consecuencias medioambientales de la normativa del uso de aceiteras no rellenables de AOV dentro del canal HORECA

Los datos primarios se recopilaron mediante el uso de cuestionarios y comunicación personal con los propietarios de restaurantes, cafeterías, snack bar, etc. Estos cuestionarios (ver Tabla 5.1) contenían 3 partes: información general e información específica de ANTES y DESPUES de la aplicación de la regulación (tipo de envase de AOV y otros aspectos necesarios para evaluar las diferencias en el impacto ambiental).

Tabla 5.1. Datos de inventario de la recolección de cuestionarios dentro de canal HORECA (restaurantes).

PREGUNTAS	COMENTARIOS
INFORMACIÓN GENERAL	
Nombre del restaurante	
Emplazamiento	
Tipo de local (restaurante, snack bar, bistro bar)	
Tipo de servicio (snacks, menu, tapas, etc)	
Capacidad	
Persona de contacto	
¿Pertenece al canal HORECA? (sí/no)	HORECA es la asociación de negocios relacionados con la hostelería. Proporciona algunos servicios a sus asociados: distribución de productos, información sobre noticias y ferias, etc.
¿Separa el envase para reciclado? (sí/no)	La Directiva sobre embalajes (Directiva 94/62 / CE) permite a las empresas que comercializan en el mercado elegir entre dos opciones de recogida de residuos: un Sistema de Depósito-Retorno (SDR) y un Sistema de Responsabilidad Ampliada del Productor (RAP).
¿Tira las botellas de AOV vacías en el contenedor de la calle para el vidrio?	En España, las empresas que comercializan envases han elegido principalmente pagar el RAP.
¿O es su distribuidor que recoge sus botellas de AOV vacías?	El SDR no es la opción habitual. Esto es sólo para aquellos envases que no han pagado por el RAP y necesitan tener su propio sistema de recolección y recolección.
INFORMACIÓN ESPECÍFICA	
DESPUÉS del uso de aceiteras irrellenables	
Tipo de envase del dispensador de AOV	
Material	
Capacidad [L]	
Precio por botella (€)	
¿Qué cantidad usa de más de AOV ahora ? (estimación %)	Estimación del consumo extra debido al hecho de que algunos AOV permanecen en la botella vacía (más que antes, porque ya no se puede rellenar).
¿Los envases tienen el logo de "punto verde"?	El "punto verde" es un logotipo en el embalaje que certifica el pago por su recogida y reciclado a través del RAP.
ANTES del uso de aceiteras irrellenables	
Tipo de envase del dispensador de AOV	
Material	
Capacidad [L]	
Precio por botella (€)	
Observaciones hechas por:	
El entrevistado	Opinión, discusión e información adicional
El entrevistador	Opinión, discusión e información adicional

En este estudio preliminar se obtuvieron respuestas a los cuestionarios de 20 restaurantes y los resultados de estas respuestas se han utilizado para estimar el cambio en el impacto ambiental del consumo de AOV en el sector HORECA, debido a la aplicación de la citada regulación sobre el uso obligatorio de aceiteras irrellenables para el AOV en España.

En proyectos futuros, para un análisis estadístico exhaustivo y representativo de estas implicaciones ambientales, el número de restaurantes necesarios para responder al cuestionario debería ser mayor. La población de restaurantes en España (con código CNAE[17] 5610), los que se encuentran bajo la presente legislación, es un total de 69192 (CAMERDATA, 2017). Por lo que se calculó la muestra de restaurantes a entrevistar para obtener resultados con diferentes niveles de confianza y un error permisible del 5% utilizando la siguiente fórmula estadística (Valdivieso et al., 2011) (ver Fórmula 1). Por lo tanto, para lograr un nivel de confianza del 75% con un error del 5% en

[17] CNAE, Código Numérico de Actividad Económica

los resultados, se necesitarían respuestas de una muestra de 132 restaurantes (Tabla 5.2). La confianza de este estudio, con una muestra de 20 casos, es entre 60-65% con un error de 10%.

$$n = \frac{Z_\alpha^2 N p q}{e^2(N-1) + Z_\alpha^2 p q}$$ Formula 1 [F.1]

donde:

n: tamaño de la muestra
N: tamaño de la población
Zα: constante que depende del nivel de confianza (probabilidad de que los resultados sean ciertos). Los valores de Zα se obtienen de la tabla de distribución normal estandard N(0,1) (Marín , 2010).
e: porcentaje de error muestral
p: porción de individuos de la población que tienen la característica. Si no se conoce, se usa como norma p=50% .
q: corresponde a (1-p), por lo que en este caso q=50%

Tabla 5.2. Tamaño de muestra necesario para obtener resultados con diferentes niveles de confianza y un error permisible de 5%.

Parámetros	**Valores para diferentes niveles de confianza**						
Zα	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2	2.58
Nivel de confianza (%)	75	80	85	90	95	95.5	99
Resultados Tamaño muestra (n)	**132**	**163**	**207**	**271**	**382**	**398**	**659**

Para calcular las implicaciones medioambientales de este RD en España, se necesita también la cantidad de AOV consumido al año en el sector HORECA español, por ello se ha calculado a partir de diferentes fuentes de información siguiendo el procedimiento y las hipótesis que se muestran en el Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Pasos seguidos para estimar el consumo de AOV en el sector HORECA durante un año.

Pasos	**Descripción de datos**	**Valores**	**Referencias**	**Comentarios**
[1]	Consumo de aceite de oliva (OO) en España en 2016 (doméstico + sector hostelería)	548.580.789 L	(IOC,2017)	Densidad de OO = 0,910-0,916 kg/L (Codex alimentarius, 2017)
[2]	Aceite vegetal doméstico consumido en 2014	594.232.910 L	(MAPAMA, 2017c)	Año. 2014
[3]	Aceite de Oliva doméstico consumido % = AOVE+AOV+OO	69,5%	(MAPAMA, 2017c)	Año. 2014
[4]	Aceite de Oliva Virgen Extra (AOVE)consumido %	18,4%	(MAPAMA, 2017c)	Año. 2014
[5]	Aceite de Oliva Virgen (AOV)consumido %	10,8%	(MAPAMA, 2017c)	Año. 2014
[6]	OO doméstico consumido en España en 2014	412.991.872 L		Calculado: [2]*[3]
[7]	OO consumido en sector HORECA	135.588.917 L		Calculado: [1]-[6], asumiendo que el consumo del 2016 es similar al de 2014
[8]	% de AOVs (AOVE+AOV) en relación con el OO consumido en 2014	42%		Calculado: ([4]+ [5])*[2]/ [6]
[9]	% de AOVs (AOVE+AOV)relacionado con el OOconsumido en el sector hostelero	42%		Se asume el mismo porcentaje que para doméstico
[10]	**AOVs consumido en el sector restauración (AOVE+AOV)**	**56.966.854 L**		Calculado: [7]*[9]

5.2 Resultados y Discusión

5.2.1 ACV del AOV: contribución del envase

En esta sección se presentarán los datos de inventario del sistema en estudio, así como los resultados de impacto ambiental y su interpretación. También se discutirán algunas sugerencias para mejorar el envase.

5.2.1.1 Datos de Inventario

La unidad funcional elegida (UF) para este estudio fué la de una "botella de 0,5 litros de aceite de oliva virgen". Este volumen ha sido elegido porque corresponde a una de las capacidades más utilizadas en España y está disponible en los tres tipos de envases estudiados. No se incluyeron en la unidad funcional consideraciones sobre la conservación de la calidad del producto (sabor, color, longevidad, cualidades de salud, etc.) en función del material de envasado. Además, no se introdujeron diferencias en la dosificación del producto o restos en la botella. Por lo tanto, los flujos de referencia para cada tipo de envase fué la propia UF.

Estas son, entre otras, algunas de las limitaciones que todavía tienen las ACV de VOOs y un estudio a fondo de las cuestiones no resueltas en la huella de carbono de VOOs, como lo ha sido para el vino (Arzoumanidis et al., 2014).

Los datos relacionados con algunos procesos fueron tomados de las bases de datos GaBi profesional y Ecoinvent (Thinkstep, 2015), así como la producción de productos químicos (insecticidas, herbicidas, fertilizantes), producción de diesel, PET, PP y vidrio y otros procesos como el vertido de residuos plásticos y materias inértes.

El subsistema agrícola incluye los trabajos de campo: aplicación de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, y riego y recolección de aceitunas. Esta etapa del ciclo de vida no depende del tipo de envase utilizado para los aceites de oliva vírgenes finales obtenidos. Los datos de inventario del subsistema agrícola se presentan en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4. Datos de Inventario para el subsistema agrícola.

(1)Fase de Cultivo de la aceituna (cultivo intensivo)				
Entradas	**Cantidad**	**Salidas**	**Cantidad**	**Comentarios**
Pesticidas (insecticidas) [kg]	0,01	Olivas [kg]	1000	
Herbicidas [kg]	0,9	Residuo de Poda [kg]	714	
Fertilizantes [kg]	102			*Fertilizante NPK12-12-24.*
Diésel [kg]	73,21			*PCI(diésel):42.6MJ/kg*
Agua riego [kg]	1330			*96% del cultivo de la oliva es de regadío*
Tierra cultivada [m^2]	3321,60			
Densidad cultivo [olivo/ha]	204			
Energía [MJ]	-			

(1) Datos medios de un caso de estudio de España publicado (ECOIL, 2006)

El subsistema de almazara (donde se elabora el aceite) incluye procesos de fabricación y envasado de AOV. Los datos de inventario para la producción de 200 kg de aceite de oliva virgen a partir de 1000 kg de aceitunas han sido obtenidos de la literatura (SCP / RAC, 2000). Los datos de inventario de envases se obtuvieron en el presente estudio como un promedio de 10 muestras por tipo de

envase. Los datos de inventario de este subsistema se presentan en la Tabla 5.5. El envase de hojalata (lata) está hecho de acero recubierto de estaño.

Tabla 5.5. Datos de Inventario para el subsistema almazara

(1)Elaboración aceite (almazara) en proceso continuo de dos pasos ó fases (producción de aceite de oliva)				
Entradas	**Cantidad**	**Salidas**	**Cantidad**	**Comentarios**
Olivas [kg]	1000	Agua limpia [kg]	125	
Electricidad [MJ]	320,4	Orujo acuoso [kg]	800	*Orujo acuoso: agua 60% y aceite 3%*
Agua de lavado [kg]	110	Aceite olive virgen (AOV) [kg]	200	

(2)Fase de Envasado (capacidad envase de 0,5L)					
Material	**Peso botella [kg]**	**(3) Peso tapón (PP) [kg]**	**(4) Peso aceite [kg]**	**Peso total [kg]**	**Comentarios**
Vidrio	0,449	0,0122	0,461	0,921	*tapón irrellenable: tapón+ dispensador*
PET	0,0263	0,00385	0,461	0,491	
Hojalata(5)	0,093	0,0037	0,461	0,558	*tapón= parte extensible + tapón*

(1) Valor medio de los casos de estudio españoles (SCP/RAC, 2000).
(2) Valores propios del presente studio.
(3) El Polipropileno (PP) ha sido tomado como el material más habitual de tapones en este sector.
(4) Densidad más habitual del aceite de olive viregn: 0,92 kg/L. [5].
(5) Acero recubierto de estaño

Finalmente, el tercer subsistema incluye las etapas de distribución y fin de vidad del AOV. La distancia de distribución tomada ha sido un promedio como se ha explicado con anterioridad (ver Tabla 5.6).

Tabla 5.6. Distancia media considerada para la distribución del aceite en este estudio.

Trayecto	Distancia [km]
Jaén - Barcelona	797,8
Jaén - Madrid	332,7
Distancia media	*565,25*

En la etapa de fin de vida, dependiendo del material del envase, los porcentajes de botellas que van al reciclaje o al vertedeo son diferentes. Estos porcentajes se han tomado de las tasas habituales de reciclaje en España, según la información disponible publicada por los titulares de puntos verdes (ver Tabla 5.7). En esta etapa del ciclo de vida, se hizo una expansión del sistema incluyendo las cargas debidas al proceso de reciclaje junto con los créditos ambientales de la cantidad de material reciclado obtenido. Se consideró que el material reciclado está sustituyendo al material virgen correspondiente.

Tabla 5.7. Tipos de gestión de residuos (%) dependiendo del material de envase.

Material	Reciclado [%]	Vertedero [%]	Referencia
Vidrio	70	30	*ECOVIDRIO, 2015*
PET	63,8	36,2	*ECOEMBES, 2015*
Hojalata (lata)	90,6	9,4	*ECOACERO, 2014*

5.2.1.2 Evaluación de impacto medioambiental

El impacto medioambiental de las fases de cultivo de la aceituna y de la elaboración del aceite de oliva virgen es el mismo para los tres tipos de envases estudiados y sólo se presenta una vez en los resultados del impacto (véase la tabla 5.8).

La Figura 5.2 muestra la comparación de los tres tipos de envases estudiados para AOV. El impacto total por botella de 0,5 L de vidrio se ha ajustado al 100% en todas las categorías de impacto. Como se muestra en la Figura 5.2, estrictamente hablando, el envase de vidrio tiene más impacto en 9 de las 12 categorías de impacto evaluadas, mientras que el envase de lata tiene mayor impacto en 2 categorías (toxicidad marina y humana) y el PET en 1 (ecotoxicidad terrestre). Sin embargo, dada la incertidumbre de los datos de inventario del ciclo de vida y los modelos de evaluación de impacto del ciclo de vida, que podemos suponer que no son inferiores al 20%, no se podrían formular declaraciones de preferencias fuertes en seis categorías de impacto (sólo una indicación ligera).

La Figura 5.3 muestra, para envases de vidrio, la contribución detallada de todas las etapas del ciclo de vida en cada categoría de impacto evaluada. La producción de oliva es la etapa más significativa en la mayoría de las categorías de impacto (8 de 12) seguida de la etapa de envasado, que tiene la mayor contribución en 2 categorías. Por otro lado, la etapa de elaboración de AOV no contribuye mucho, teniendo su mayor contribución en las categorías de acidificación (17%) y consumo de agua (27%). La etapa de distribución podría ser despreciada frente al resto por su poca influencia. Es importante destacar los valores negativos para la etapa de fin de vida, debido al reciclaje del vidrio (que evita la producción de vidrio virgen). Para el motivo de presentación, los valores por debajo de 0,8% se han omitido en la Figura 5.3.

Tabla 5.8. Contribución de las fases del ciclo de vida de AOVs en diferentes categorías de impacto medioambiental para los 3 diferentes tipos de envase estudiados.

Categorías de impacto medioambiental	VIDRIO/PET/LATA		VIDRIO			PET			LATA		
	Fases de ciclo de vida en el sistema de producción de AOVs										
	Producción de oliva	Elaboración Aceite de Oliva	Material de envasado	Distribución	Fin de vida	Material de envasado	Distribución	Fin de vida	Material de envasado	Distribución	Fin de vida
Pot.Agotamiento abiótico mineral (ADP elementos) [kg Sb-Equiv.]	1,63E-07	2,21E-08	8,54E-07	2,80E-09	-4,90E-07	2,60E-08	7,68E-10	-5,33E-09	5,38E-08	8,73E-10	-3,78E-09
Pot. Agotamiento abiótico fósil (ADP fósil) [MJ]	11,359	1,068	6,120	0,428	-0,953	2,282	0,228	-0,574	2,669	0,259	-0,180
Potencial de acidificación (AP) [kg SO2-Equiv.]	9,10E-04	4,79E-04	0,002	1,30E-04	-9,32E-04	1,23E-04	7,41E-05	-2,64E-05	6,44E-04	8,42E-05	-4,64E-05
Potencial de Eutrofización (EP) [kg phosphate-Equiv.]	2,83E-04	2,97E-05	2,78E-04	3,25E-05	-1,38E-04	1,45E-05	1,87E-05	-3,10E-06	4,49E-05	2,13E-05	-3,16E-06
Pot. de ecotoxicidad acuática de agua dulce (FAETP inf.) [kg DCB-Equiv.]	4,63E-03	2,39E-04	6,70E-04	1,78E-04	1,90E-04	5,72E-04	1,84E-04	-1,43E-04	6,34E-04	1,35E-04	-4,23E-05
(1) Pot. de Calentamiento global (GWP 100 años) [kg CO2-Equiv.]	0,407	0,087	0,421	0,031	-0,080	0,085	0,017	-0,018	0,245	0,019	-0,017
Potencial toxicidad humana (HTP inf.) [kg DCB-Equiv.]	0,028	0,006	0,008	0,001	0,004	0,003	6,63E-04	-0,001	2,22E-02	7,54E-04	-0,002
Pot. de ecotoxicidad acuática de agua marina. (MAETP inf.) [kg DCB-Equiv.]	16,033	6,378	10,100	0,444	6,300	2,840	0,248	-0,520	42,318	0,282	-3,097
Potencial ecotoxicidad Terestre (TETP inf.) [kg DCB-Equiv.]	4,59E-03	8,68E-05	3,19E-04	5,12E-05	-7,09E-05	2,44E-03	1,22E-04	-0,001	4,88E-04	1,38E-04	-2,06E-05
Energía Primaria [MJ]											
Energía total (net cal. value)	12,274	2,168	6,980	0,452	-0,717	2,375	0,242	-0,578	2,917	0,275	-0,198
Energía no renovables (net cal. value)	11,606	1,534	6,570	0,430	-0,609	2,329	0,229	-0,575	2,849	0,260	-0,193
Consumo de Agua [kg]											
Agua	1,681	0,856	0,945	0,041	-0,301	0,346	0,023	-0,073	0,036	0,026	-0,00017

(1) excluido carbon biogénico

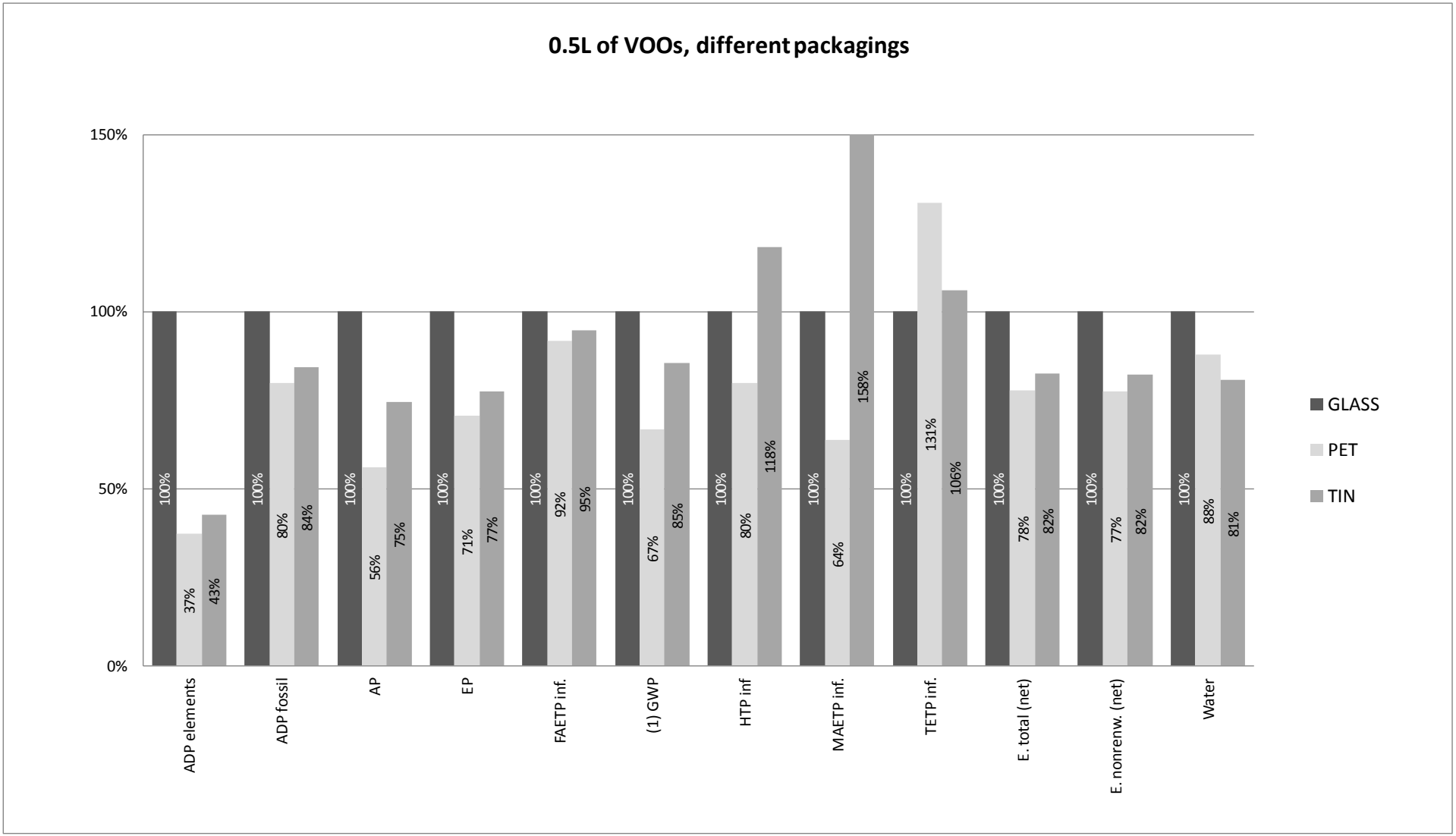

Figura 5.2. Comparación del impacto de los tres envases diferentes de 0,5 L de AOVs. Referenciado al impacto del envase de vidrio como valor 100%.

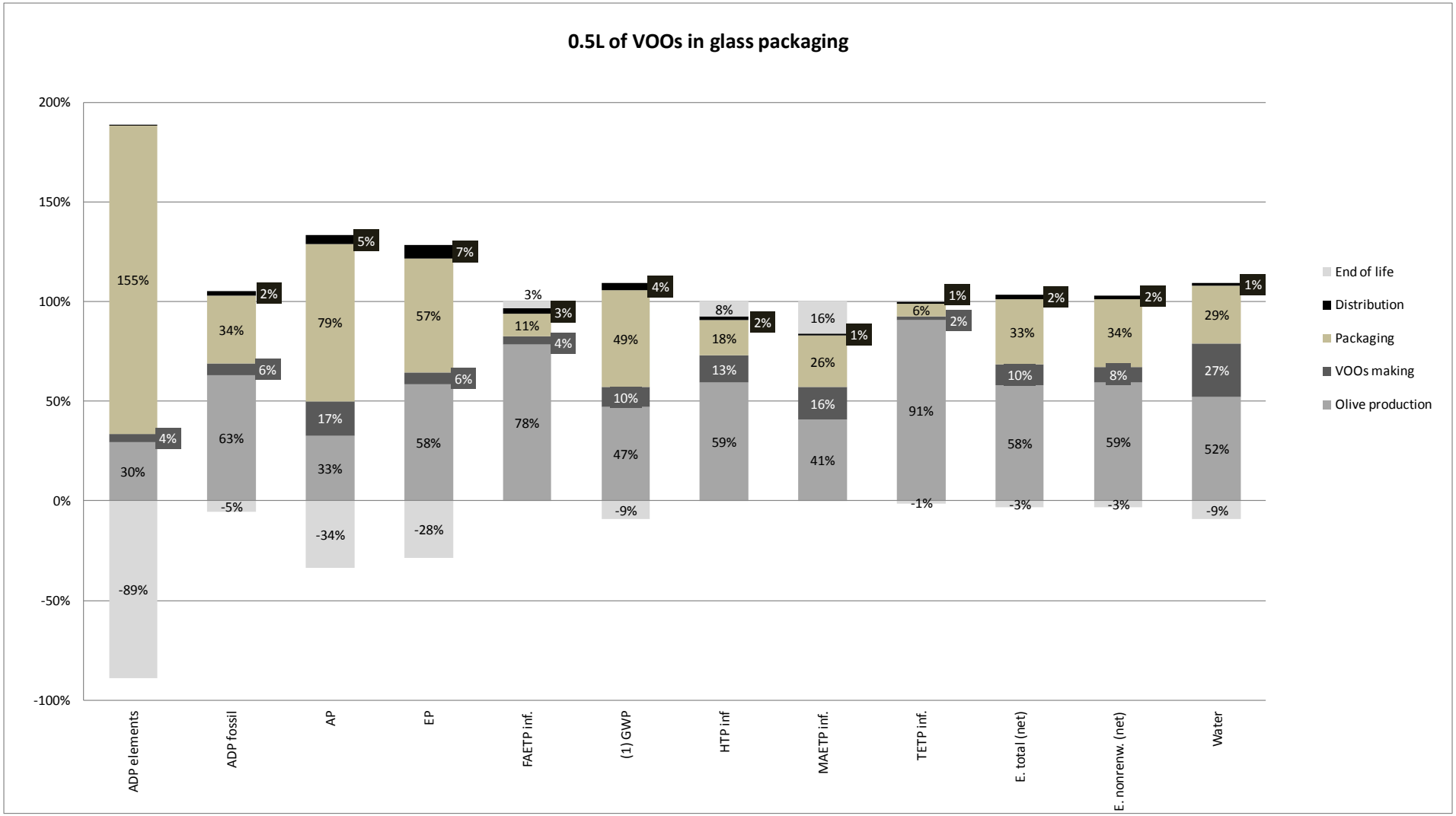

Figura 5.3. Porcentaje de contribución de las 5 fases de ciclo de vida de AOVs (producción aceituna, elaboración del AOVs, envasado, distribución y fin de vida) en las diferentes categorías de impacto evaluadas. Considerando una botella de vidrio de 0,5 L.

5.2.1.3 Detalles de la evaluación.

Los resultados por ciclo de vida que se muestran en la Tabla 5.8 se resumen en la Tabla 5.9. La producción de oliva (cultivo) es la etapa que más contribuye en los 3 tipos de envases de estudio, seguida de la etapa de envasado. En la fase de cultivo, el aspecto más significativo en la mayoría de las categorías de impacto es la producción del gasóleo utilizado para los trabajos agrícolas. Dentro de la etapa de envasado, el aspecto más significativo es la producción del material de envase y es proporcional al peso del envase que, por razones de imagen, tiende a ser bastante alto en la aplicación en restaurantes, porque el peso y el diseño se identifican como un factor de alta calidad. Finalmente, en la etapa de producción de aceite, el aspecto más contribuyente es normalmente la producción de electricidad.

Tabla 5.9. Resultados principales detallados.

Fase de Ciclo de Vida	Tipo de envase	Categorías de impacto
La producción de oliva tiene la mayor contribución en la mayoría delas categorías de impacto	En los 3 tipos de envase	8 categorías en el caso del Vidrio 11 categorías en el caso del PET 11 categorías en el caso de la Lata
Fase de producción de aceituna tiene un valor similar a la fase de envasado	Vidrio Lata	*EP y GWP* *HTPinf.*
La fase de envasado tiene el valor de impacto más alto en:	Vidrio Lata	*AP, ADPelements y GWP* *MAETPinf.*
La fase de Fin de Vida suele tener un valor negativo en todas las categorías (debido al reciclaje) excepto:	Vidrio	*FAETPinf.* , *HTPinf.* y *MAETPinf.*

La Tabla 5.10 se elaboró con el fin de visualizar con mayor claridad la contribución del envase al impacto medioambiental del sistema, por cada tipo (material) de envase. Es muy importante afirmar que, en principio, la función de envasado es preservar el producto, por lo tanto, es un componente que hace que el impacto del exterior al producto disminuya. Sin embargo, este efecto sobre el sistema del producto no es el objetivo a determinar en este estudio. Sólo estudiaremos los efectos negativos de la contribución del envase.

La primera columna de la Tabla 5.10 ofrece los resultados de impacto para el producto (sin envasado, es decir, producción de aceituna, producción de aceite de oliva y distribución de aceite de oliva) normalizado al 100%. El resto de las columnas presentan resultados para diferentes tipos de envases, combinando las tres etapas del ciclo de vida afectadas por el tipo de envase: producción del envase, distribución del envase y fin de su vida útil. Por lo tanto, el envase añade un porcentaje de impacto a cada categoría de impacto. Este impacto adicional se sitúa entre el 6% y el 196% para los envases de vidrio, entre el 4% y el 38% para el PET y entre el 2% y el 174% para la lata. Tal como se muestra en la Tabla 5.10, el impacto añadido debido al envase es alto en algunas categorías de impacto. Esto está de acuerdo con lo encontrado en la literatura en el sector vitivinícola (Gazulla et al., 2010, Navarro et al., 2017a, Navarro et al., 2017b) y en otras bebidas y productos alimenticios (Flanigan et al., 2013).

Cabe señalar que la etapa de distribución se ha dividido en dos partes: la distribución del producto, es decir, sin envase, sólo el aceite (incluida en la primera columna de la tabla 5.10) y la distribución del envase, es decir, vacío, sin aceite (incluida en la contribución al impacto por el tipo de envase).

Tabla 5.10. Impacto adicional (en %) debido a los tipos diferentes de envase en los resultados del ciclo de vida del AOV.

Categorías de impacto medioambiental	Producción oliva + Elaboración AOVs+ Distribución AOVs[a] [%]	VIDRIO (450g/botella)	PET (26,3 g/botella)	LATA (93 g/botella)	VIDRIO (300g/botella)	
					Virgen	50% reciclado
		Impacto adicional debido al tipo de envase				
		Envasado +Distribución[b] +Fin de vida [%]				
Pot.Agotamiento abiótico mineral (ADP elements) [kg Sb-Equiv.]	100	196%	11%	27%	87%	52%
Pot. Agotamiento abiótico fósil (ADP fossil) [MJ]	100	43%	14%	20%	29%	28%
Potencial de acidificación (AP) [kg SO2-Equiv.]	100	91%	7%	42%	51%	42%
Potencial de Eutrofización (EP) [kg Phosphate-Equiv.]	100	47%	4%	14%	25%	19%
Pot. de ecotoxicidad acuática de agua dulce. (FAETP inf.) [kg DCB-Equiv.]	100	19%	9%	13%	15%	16%
(1) Pot. de Calentamiento global (GWP 100 years) [kg CO2-Equiv.]	100	70%	13%	45%	46%	43%
Potencial toxicidad humana (HTP inf.) [kg DCB-Equiv.]	100	36%	8%	60%	26%	28%
Pot. de ecotoxicidad acuática de agua marina. (MAETP inf.) [kg DCB-Equiv.]	100	73%	10%	174%	55%	59%
Potencial ecotoxicidad Terestre (TETP inf.) [kg DCB-Equiv.]	100	6%	38%	12%	4%	3%
Energía Primaria [MJ]						
E. total (net cal. value)	100	44%	12%	19%	31%	30%
E. no renovables (net cal. value)	100	46%	13%	20%	32%	32%
Consumo de agua [kg]						
Agua	100	26%	11%	2%	17%	15%
Media del impacto adicional debido al envase		*58%*	*13%*	*37%*	*35%*	*30%*

(1) excluido carbon biogénico
[a] Distribución de AOVs, sin envase (500mL sólo de AOV).
[b] Distribución, de envase vacío

Como alternativas de Eco-diseño, las dos últimas columnas de la Tabla 5.10 muestran mejoras que han sido calculadas utilizando 300 g de botella de vidrio en lugar de 450 g (que es la más utilizada) y la última columna de la misma tabla refleja los resultados habiendo utilizado un 50% de vidrio reciclado en la botella. La comparación de los dos pesos diferentes de la botella de vidrio (450 g o 300 g) se explicará a posteriori (en el apartado siguiente).

Las conclusiones más relevantes de la Tabla 5.10 son las siguientes:

1. Los envases de vidrio y lata son los que aportan más impacto (un promedio de 58% y 37% respectivamente) a la mayoría de las categorías de impacto, mientras que el PET añade aproximadamente el 13% del impacto.
2. El impacto añadido para los envases de vidrio es más dependiente de la categoría de impacto evaluada que para la lata y el PET.
3. El impacto añadido por los envases de PET es menor, debido principalmente a su menor peso.
4. Es importante tener en cuenta que las consecuencias beneficiosas del uso de envases (en comparación con la distribución a granel) para preservar el producto no se estudian aquí.

5.2.1.4 Recomendaciones para mejorar el envase

De acuerdo con nuestros resultados anteriores, los envases de PET parecen ser la mejor opción para el AOV, aunque para preservar la calidad del producto (AOV) y para ser atractivos para los consumidores (reflejando su estatus de producto de alta calidad) es necesario evaluar otros factores adicionales (preservación de la calidad, vida más larga, cumplimiento normativo, comercialización, etc.).

Algunos trabajos publicados estudian el efecto de ciertos factores relacionados con el envasado en cuanto a la calidad del AOV (Pristouri et al., 2010). Algunos de los estudios desarrollaron un método para medir la oxidación del AOV (Kanavouras et al., 2004, Cecchi et al., 2006) o modelos matemáticos predictivos (Coutelieris et al., 2006). Se han realizado estudios atendiendo a diferentes formas (Del Nobile et al., 2003), colores (Guil et al., 2009) y tipos de material de envases (Méndez et al., 2007; Parenti, et al., 2010) y sus efectos según el tiempo de almacenamiento. Estos determinan que la luz, el oxígeno, la humedad y la temperatura (Tsimis et al., 2002; Sacchi, et al., 2008) tienen un efecto negativo en la conservación de la calidad del AOV y el deterioro del mismo se produce cuando se expone a estas condiciones durante su almacenamiento. Por lo tanto, son aconsejables materiales de color oscuro así como materiales con menor o ninguna transmisión de partículas por contacto con el AOV (es decir, el vidrio es el material más inerte en este caso).

En relación con la imagen de mercado, los consumidores tienden a relacionar el diseño, el tipo de material y también el peso como un distintivo de mayor calidad. Esta es la razón por la que la botella de vidrio suele ser la más utilizada para el AOV en los principales mercados de consumo, excepto España (Linares et al., 2006), donde la botella de PET es la más comercializada.

En el caso de envases de vidrio, se podrían hacer algunas mejoras:

1. Evitar en general, botellas de lujo con un alto peso de material (ver Figura 5.4).

Figura.5.4. Botella de vidrio de AOV (500mL). (Fuente[18]: Pérez Campos, 2017).

2. Reducir el peso de la botella de vidrio desde la botella más común de 450 g para 500 ml a las botellas más ligeras que pesan alrededor de 300 g (ver disminución de los resultados de impacto en la Tabla 5.11). La Tabla 5.12 muestra márgenes amplios de peso de la botella de vidrio que se pueden encontrar en el mercado en comparación con los otros materiales de envasado. Esta tendencia de reducción de la botella ha sido seguida por los mercados de vino y cava (Navarro, et al., 2017a), con el fin de disminuir su impacto sobre el cambio climático.
3. Utilizar un mayor porcentaje de vidrio reciclado en las botellas de vidrio de AOV (ver última columna de la Tabla 5.10).

[18] Vidrierías Pérez Campos: http://www.perezcampos.es/botellas-de-aceite-oneros-500-oscura.html

Tabla 5.11. Pesos de envases (500mL) de diferentes materiales

Material	[(1)]PESO DE ENVASES [g]			Comentarios
	Rango	peso más común	Valores extremos	
vidrio	300 - 750	450, 460	260, 850	en el mercado, más variación de diseños y pesos
PET	24 - 26			Poca variación (especialmente en peso)
Lata	62 - 98	83		Poca variación

[(1)] Datos obtenidos de productores y envasadores de AOVs y de ponderar experimentalmente el peso de 10 muestras del mercado de cada tipo de envase

Se ha utilizado el valor mínimo del rango normal de peso de botella de vidrio (300 g / botella) para evaluar de nuevo el perfil ambiental del ciclo de vida del AOV y los principales resultados se muestran en las dos últimas columnas de la Tabla 5.10. Esta reducción del 33% es bastante influyente. Se obtuvieron altas reducciones de impacto en la influencia de envase (del 109% y 40%) en los potenciales de Agotamiento Abiótico (mineral) y en Acidificación respectivamente, junto con menores reducciones en otras categorías de impacto. Se obtendrían mayores reducciones de impacto al aumentar el porcentaje de vidrio reciclado utilizado en las botellas de vidrio de AOV (véase la última columna de la Tabla 5.10). Los vidrios verdes y marrones (los más adecuados para las botellas de AOV) son capaces de incluir alrededor del 50% de vidrio reciclado, mientras que el vidrio blanco sólo acepta aproximadamente el 15% (Álvarez C., 2012). En este caso, para calcular los impactos evitados por el vidrio reciclado obtenido en la etapa de fin de vida, se tomó la hipótesis de que el vidrio reciclado evitaría los mismos porcentajes utilizados para la producción de la botella (50% virgen y 50% Vidrio reciclado).

5.2.2 Consecuencias medioambientalesde la normativa española RD 895/2013

5.2.2.1 Objetivo y alcance

La cadena de suministro de HORECA consume alrededor del 11,3% del consumo global de aceite de oliva en España (43,5% en restaurantes, 36,5% en bares, 14,1% en hoteles y 5,9% en otros establecimientos) (ADCA, 2009). La aplicación pretendida de este estudio es evaluar las consecuencias ambientales de la regulación sobre la obligatoriedad del uso de aceiteras (dispensadores) irrellenables de AOV en los establecimientos que corresponden al canal HORECA en España. La razón para llevar a cabo este estudio es, con un simple ejercicio, mostrar a los responsables políticos españoles cómo se puede utilizar el ACV para medir las consecuencias ambientales de sus decisiones (Fullana-i-Palmer et al., 2011). Es importante destacar que este reglamento fue profundamente discutido a nivel europeo y sometido a consulta pública, pero finalmente fue retirado por la UE (debido al rechazo de los consumidores) y sólo se implementó en España (Telegraph, 2013).

La Figura 5.5 muestra los dos sistemas que se comparan y las etapas del ciclo de vida incluidas dentro de los límites: sistema 1, el original y sistema 2, el de después de la regulación. La etapa de fin de vida incluye procesos de reciclado y de vertedero (los porcentajes se muestran en la Tabla 5.7). También se consideraron los impactos evitados debido a la cantidad de material reciclado obtenida (siguiendo la misma hipótesis descrita con anterioridad para la etapa de fin de vida).

La función de ambos sistemas era entregar AOV al sector de HORECA. La unidad funcional elegida fué: la cantidad total AOV consumido en restaurantes en España durante un año. Como

flujo de referencia, para el Sistema 2, siendo el primer año de aplicación de la regulación, se tomó el consumo del año 2014 de la Tabla 5.3, es decir, 56.966.854 L de AOV. Para el sistema 1, como se explica a continuación, se aplicó una reducción del 2%, dando como resultado un flujo de referencia de 55.827.517 L de AOV.

Se utilizó una sola categoría de impacto como indicador ambiental. El potencial de calentamiento global (GWP) fué elegido como indicador ambiental, ya que es el proxy más utilizado hoy en día (Bala et al, 2010). No se realizó ninguna revisión crítica.

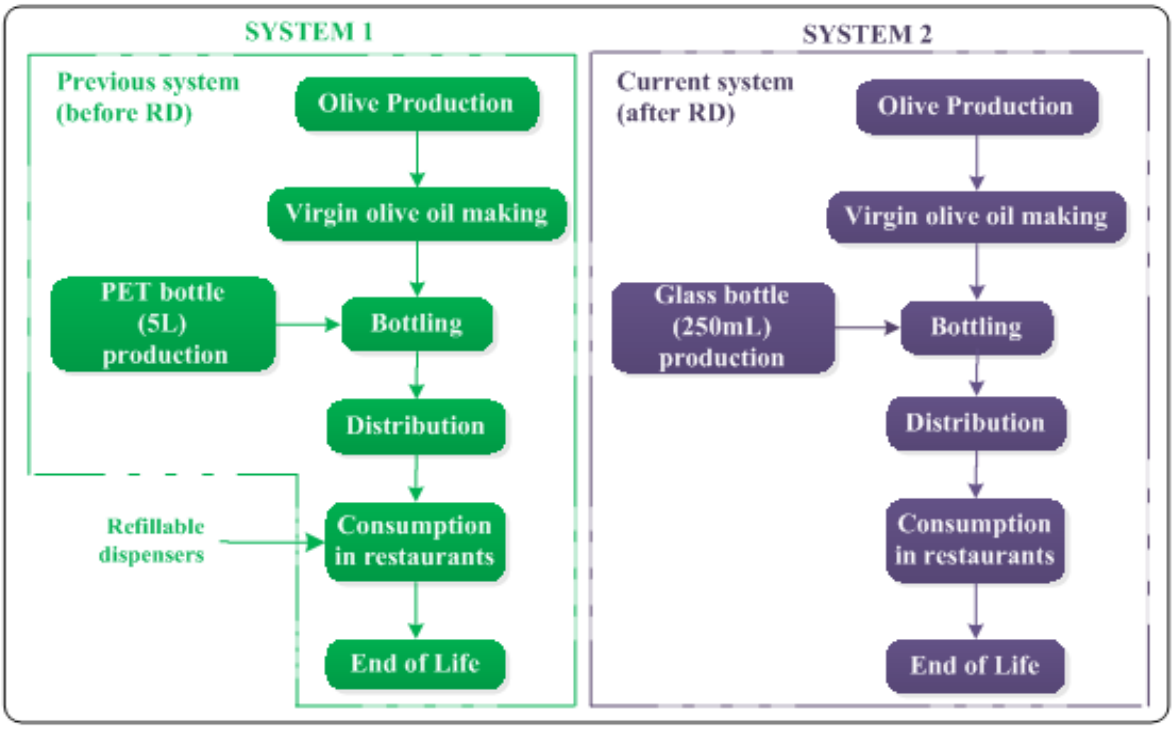

Figura.5.5. Límites del sistema de los dos escenarios comparados.

5.2.2.2 Análisis de Inventario

Para obtener datos directos de los restaurantes, se elaboró un cuestionario. Los resultados promedio de los cuestionarios respondidos por 20 restaurantes se presentan en la Tabla 5.12. Las principales conclusiones de los cuestionarios relacionados con el RD son las siguientes:

1. Aproximadamente el 50% de los restaurantes está de acuerdo con la regulación, afirmando que los clientes pueden conocer exactamente la calidad del AOV ofrecido y que resulta más limpio el uso de estas aceiteras (tipo de envase). El principal inconveniente es el aumento de los costes (3 veces más caros) debido al consumo de AOV de mayor calidad y al uso de envases más sofisticados.
2. Algunos de los restaurantes (alrededor del 35%) informan que no siguen el reglamento. Están rellenando las botellas (aceiteras) irrellenables de AOV.
3. Algunos de los restaurantes que no están satisfechos con esta normativa hacen salsas especiales mezclando AOV con algunas hierbas o aliñan los platos en la cocina antes de servirlos al cliente. De esta manera, evitan el uso de aceiteras irrellenable sobre la mesa.
4. Ninguno de los restaurantes informó una recogida basada en el Sistema de Depósito-Retorno (SDR). Aunque el 30% de los envases de vidrio no pagan el "punto verde" del

sistema de recolección RAP y deben adherirse a un SDR, utilizan el RAP o los contenedores de residuos generales.

5. En general, parece que el RD no está siendo debidamente seguido y que algunos actores de la cadena pueden estar más afectados que otros. A fin de tener un mejor diseño de envase para cumplir con los requisitos técnicos, así como ser más sostenible, una buena solución puede ser una actividad de eco-diseño a través de un panel de productos donde todos los actores participan (Watson et al., 2011).

Tabla 5.12. Sumario de las respuestas de restaurantes al cuestionario realizado

INFORMACIÓN GENERAL		
Pregunta	**Resultados**	**Comentarios**
Nombre del restaurante	-	
Emplazamiento	España	
Tipo de local (restaurante, snack bar, bistro bar)	restaurantes 93%	
Tipo de servicio (snacks, menu, tapas, etc)	Menu: 93%	Usualmente
Capacidad	79	Media
Persona de contacto	propietarios o trabajadores	
¿Pertenece al canal HORECA? (sí/no)	20% SI	
¿Separa el envase para reciclado? (sí/no)	75% SI	
a. ¿Tira las botellas de AOV vacías en el contenedor de la calle para el vidrio?	93%	Respecto al % que respondió "sí" en la cuestión previa (75%)
b. ¿O es su distribuidor que recoge sus botellas de AOV vacías?	ninguno	El 30% no tiene "punto verde"
INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE ENVASE POR AÑO		
Pregunta	**Resultados**	**Comentarios**
DESPUÉS del uso de aceiteras irrellenables		
Tipo de envase usado como dispensador de AOV:		
Material	98% Vidrio	El resto (2%) usan PET
Capacidad [L]	78% 0,250 L	El resto (22%) usan botella de 0,5L
Gasto (€/ botella)	Media: 3,7 (0,250 L)	Rango: 1,30-7,50
¿Cuánto AOVs usa más ahora? (estimado %)	Media: 3%	Rango: 1-10%
¿El envase tiene el logo "punto verde"?	70% Sí	
ANTES del uso de aceiteras irrellenables		
Tipo de envase del dispensador de AOV:		
Material	100% PET	
Capacidad [L]	90% de 5 L	
Gasto (€/ botella)	Media: 25 (5 L)	

Los datos de inventario necesaros para el estudio fueron:

- El consumo de AOV para ambos sistemas (el sistema 2 tiene un aumento del consumo de AOV debido a la cantidad de producto que queda en el fondo del envase al tirarlo).
- El tipo y cantidad del envase utilizado (el sistema 2 utiliza botellas de vidrio de 250 ml y el sistema 1 botellas de PET de 5 litros).
- Se consideró la distancia media de distribución de 565 km (ver Tabla 5.6).

Los resultados de los cuestionarios (Tabla 5.12) se utilizaron en esos cálculos, junto con la cantidad total de AOV consumidos en el sector hostelero español en 2014 (ver Tabla 5.3).

Para estimar el incremento del consumo de AOV después de la aplicación de la regulación (sistema 2), se recogieron 15 botellas de AOV desechadas en 15 restaurantes y se midió el peso de AOV

restante descartado con el envase. El resultado fué que se iba a desechar (tirar) un promedio del 2% del contenido de AOV (porcentaje ligeramente inferior al 3% promedio obtenido de los cuestionarios). Se consideró en el cálculo (para el consumo de AOV), una disminución del 2% en el sistema 1, en comparación con el sistema 2, debido a que la cantidad de AOV descartada con el uso de botellas PET de 5L fué insignificante. Los datos de inventario utilizados en el estudio se muestran en la Tabla 5.13.

Tabla 5.13. Datos de inventario usados para calcular la huella de carbono del consumo de AOV en restaurantes antes y después de la aplicación del RD 895/2013.

Aspectos	Datos por 1 año (AOVs consumidos en restaurantes españoles)		
	Sistema1 Antes RD	**Sistema 2 Después** RD	**Comentarios**
Flujo de referencia: Consumo total de AOVs [L]	(2)55.849.857	(1)56.966.854	Un 2% de AOVs se consume de más después de la aplicación del RD frente a antes, debido al aceite que queda en el fondo de botella que se tira junto al envase.
Nº de botellas de vidrio (250 mL) por año		227.867.416	Consumo total de AOVs (despuésRD) / 250mL
Nº botellas PET (5 L) por año	11.169.971		Consumo total de AOVs (antes RD) / 5L
Peso botella de vidrio (250 mL) [g]		300	Media de las botellas más comunes (de 10 muestras)
Peso botella PET (5 L) [g]	207		Media de las botellas más comunes (de 10 muestras)

(1) Valor obtenido de información disponible de 2014 (ver Tabla 4)
(2) Valor estimado aplicando un 2% de reducción en el consumo total de AOVsdel Sistema 2. Este valor (2%) se ha obtenido experimentalmente: por ponderación de los restos de AOVs en el fondo de botella que se tira (calculado a partir de 15 muestras de aceiteras de vidrio irrellenables)

5.2.2.3 Resultados de impacto medioambiental

El impacto ambiental del GWP se evaluó utilizando los datos de inventario mostrados en la Tabla 5.13. Los factores de emisión para la producción de AOV y para la fabricación de botellas de vidrio y PET fueron extraídos del presente estudio y de bases de datos (Thinkstep, 2015).

Los resultados muestran un aumento del 74% de la huella de carbono del sistema 2 (después de RD) comparado con el Sistema 1 (antes de RD) (ver Figura 5.6), de 6,20E + 07 kg de CO2-eq antes de RD (sistema 1) a 10,8E +07 kg de CO2-eq después de RD (sistema 2). Este aumento de 46.000 t de CO2-eq a lo largo del ciclo de vida del sistema equivale al 0,014% de las emisiones de CO2-eq directas anuales españolas (MAPAMA, 2016) (329E + 06 toneladas brutas de CO2eq, excluyendo el uso de la tierra, cambio de uso de tierra y silvicultura) o equivalente a 0,0155% de 297,5+E06 toneladas netas de CO2eq (incluyendo el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura). Al estar sólo relacionada con un sector tan pequeño de actividad, la contribución parece ser bastante relevante.

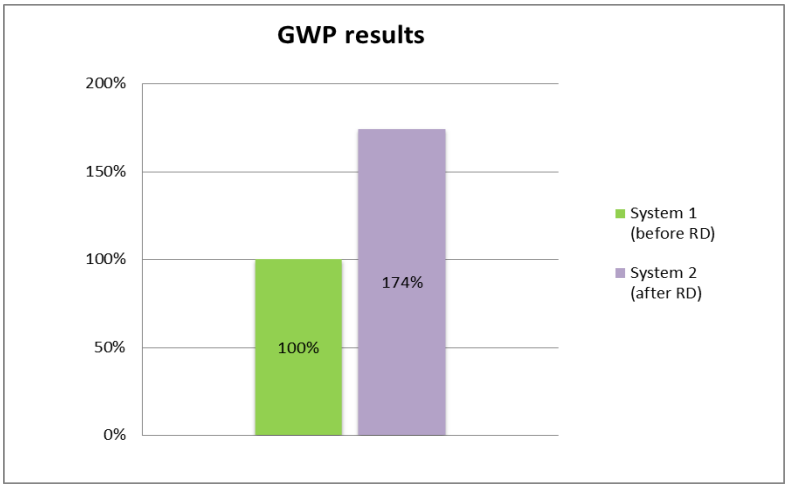

Figura.5.6. Resultados de PCG (huella de carbono) de los dos sistemas comparados (resultados en %).

5.3 Conclusiones

El envasado tiene una importante contribución en el ciclo de vida del AOV, añadiendo del 2% al 196% al impacto ambiental del producto, dependiendo de la categoría de impacto considerada y del tipo de envase. El tipo de envase utilizado afecta a tres etapas del ciclo de vida: envasado (donde se considera la fabricación de la botella), distribución (influenciada por el peso y la robustez de las botellas) y final de la vida útil (donde la tasa de reciclaje es importante).

Las botellas de vidrio son las más usadas debido a varias razones relacionadas con la calidad real y percibida por los clientes: elegancia, pureza, preservación, diseño, limpieza, etc. Estas propiedades no han sido incluidas en la unidad funcional del estudio. Debido a esta diferenciación, para reducir el impacto medioambiental del uso de botellas de vidrio para AOV, se sugiere una reducción del peso de la botella (al menos 300 g / botella), junto con el uso de un mayor porcentaje de vidrio reciclado.

Como inconveniente, las botellas de vidrio son la opción que produce los mayores impactos, seguidos poco después por la lata (con la hipótesis del presente estudio: 450 g por botella de vidrio, 26,3 g por botella de PET y 93 g por botella de lata de 500 ml).

La normativa española para establecimientos públicos (RD 895/2013), relacionada con el uso obligatorio de aceiteras irrellenables, ha provocado un significativo incremento, de aproximadamente el 74%, del impacto ambiental (medido como emisiones de CO2-eq), debido a la mayor cantidad de envase requerido y a la cantidad de AOV desechado con el envase al final de su vida útil. Estos resultados son una primera estimación y se necesitaría más investigación para tener resultados más precisos que se podrían utilizar a nivel de toma de decisiones políticas.

Otra consecuencia de esta regulación ha sido el aumento del precio por servicio (3 veces superior, estimado en el presente estudio, y 7 veces superior, según el sector hostelero (InfoHoreca, 2016)). Debido a esto, algunos restaurantes están tratando de evitar esta regulación mediante el uso de añadir ingredientes (hierbas, ajo, etc) al AOV para hacer salsas especiales, o aliñar los platos en la cocina, o incluso el relleno de las aceiteras irrellenables (normalmente en restaurantes de calidad inferior). Sólo alrededor del 50% de los restaurantes que respondieron al cuestionario coincidieron en que la regulación era una elección acertada porque esta aceitera irrellenable es más limpia durante su uso y muestra la calidad exacta del AOV utilizado.

Desde nuestro punto de vista, es evidente que, antes de aplicar un reglamento (que, por cierto, ya había sido desestimado a nivel de la UE), deberían al menos estimarse las consecuencias ambientales y sociales de la misma, con el objetivo de reducir sus efectos negativos (pudiendo incluirse recomendaciones concretas en el texto del propio reglamento).

6 Conclusiones y perspectivas de futuro.

Las metodologías de cuantificación medioambiental se encuentran en plena integración en el mundo empresarial y social, siendo herramientas básicas para cuantificar impactos ambientales e identificar los aspectos más relevantes a mejorar con sus correspondientes ahorros económicos a corto, medio o largo plazo y dirigidos hacia una producción sostenible. El sector agroalimentario es uno de los sectores que está trabajando cada vez más hacia una producción sostenible.

La aplicación de estas metodologías consigue conocer mejor los puntos críticos del conjunto de actividades que comprenden una producción así como las propias virtudes y debilidades de dichas metodologías y así revisar sus procedimientos y mejorarlas y/o ir adaptándolas a las nuevas necesidades (respuesta a los objetivos c y d - capítulo 3).

En el caso de este estudio, por un lado el enfoque de Huella de Carbono Corporativa en el sector del vino aunando su parte agrícola con la propia de bodega entorno a una amplia región vitivinícola (España y Sur de Francia) y con un número alto de bodegas implicadas (18 bodegas) hace posible que se pueda proporcionar una información más detallada y extensa en este sector. Además de aportar entre otros detalles, la determinación del flujo de referencia más apropiado y con una desviación típica menor dentro del cultivo de la viña, que correspondería a “la obtención de 1 kg de uva”, en lugar de “1 ha cultivada” (respuesta a los objetivos a y b - capítulo 3).

También a partir de este estudio se han presentado diferentes cuestiones metodológicas que hay que tener en cuenta en la realización de Huella de Carbono de Producto a partir de datos corporativos, algo que es muy habitual. Seis cuestiones se han puesto de manifiesto como cuestiones importantes a definir debido a que pueden afectar a los resultados del estudio y por tanto hay que tenerlas muy en cuenta. Las 6 cuestiones metodológicas identificadas y discutidas son las siguientes: emisiones fugitivas, créditos de reciclaje de residuos, factores de equivalencia, flujo de referencia a tomar, acumulación y asignación de valores corporativos a productos minoritarios dentro de la producción de la empresa (respuesta a los objetivos e y f - capítulo 4).

En cuanto a la influencia del envase en el ciclo de vida del aceite de oliva virgen (AOV), la aportación particular de la presente tesis es que el envase del AOV tiene una importante contribución en el ciclo de vida de este producto, cualquiera que sea el material del mismo: vidrio, PET, lata. El envase de vidrio es el más utilizado y el que aporta mayor impacto especialmente por su peso (normalmente 450 g/envase de 500mL frente a 26,3 g/envase de PET y 93 g/envase de lata). Respecto a la obligación de usar botellas irrellenables de AOV en hostelería, debido a la aplicación de una nueva normativa española, el estudio realizado concluye que esto ha comportado un incremento de un 74% de las emisiones de CO2 eq (debido al aumento de envase requerido y resto de aceite desechado con el mismo), además de un aumento de coste económico al menos 3 veces superior (respuesta a los objetivos g y h - capítulo 5).

Como recomendaciones, es importante indicar y promover a seguir trabajando en la realización de más estudios con estas metodologías y a la concienzación de las empresas en intentar disponer de

datos e información lo más exacta posible para la realización de los inventarios. Además, a las empresas que ya han comenzado realizando estudios de ACV y/o HC, se les debería incitar a que continúen realizándolos para ver la evolución, las mejoras o imprevistos (capítulo 3).

También abogar por seguir acotando los procedimientos a seguir para la aplicación de estas metodologías y así asegurar la homogeneidad de trabajo independientemente del sector y de la persona que lo realice. Remarcar en ser escrupulosos a la hora de trabajar con estas herramientas y así conseguir resultados lo más fieles a la realidad posibles (capítuo 4).

Por último, comprometer al mundo del diseño y del envasado de productos que bien podrían decirse de lujo, AOV y Vino, para que trabajen dirigidos a un envase medioambientalmente mejor sin detrimento de su funcionalidad y diseño, concienciando al consumidor en este aspecto como valor añadido. Y finalmente promover el uso de herramientas como el ACV o la huella de carbono para estimar los posibles efectos adversos de una posible legislación antes de imponerla, de este modo la misma legislación podría incluir sugerencias (de ecodiseño entre otras) para minimizar los efectos ambientales no deseados (capítulo 5).

7 Contribuciones de esta tesis.

El trabajo realizado en la presente tesis ha dado lugar a 3 artículos científicos, de dos de ellos ya publicados que se citan a continuación y un tercero, pendiente de publicar.

I. Artículos Publicados:
   - ✓ (Navarro, A., et al., 2017a): Alejandra Navarro, Rita Puig, Eylem Kılıç, Sophie Penavayre y Pere Fullana-i-Palmer. *Eco-innovation and benchmarking of carbon footprint data for vineyards and wineries in Spain and France.* Journal of Cleaner Production. 142, 1661-1671.
   - ✓ (Navarro, A., et al., 2017b): Alejandra Navarro, Rita Puig y Pere Fullana-i-Palmer. *Product vs corporate carbon footprint: Some methodological issues. A case study and review on the wine sector.* Science of the Total Environment. 581-582(1),722-733.

II. Artículo pendiente de publicar:
   - ✓ Alejandra Navarro, Rita Puig, Elena Martí, Alba Bala y Pere Fullana-i-Palmer. *Tackling the relevance of packaging in life cycle assessment of virgin olive oil and the environmental consequences of a Spanish Regulation.*

Además se presentaron posters en dos congresos internacionales:

- ➢ Alejandra Navarro, Eylem Kılıç, Rita Puig y Pere Fullana-i-Palmer. *Allocation of Agricultural Impacts: which is the best reference flow? A case study on vineyards.* SETAC Latin America 11th Biennial Meeting. Buenos Aires, Argentina, 7-10 September 2015.
- ➢ Alejandra Navarro, Eylem Kılıç, Rita Puig y Pere Fullana-i-Palmer. *The carbon footprint and the European wine industry.* SETAC Europe 25th Annual Meeting. 3-7 May 2015, Barcelona.setac.org.

Finalmente, paralelamente a esta tesis doctoral, se ha participado también en el proyecto Sostur (sobrte turismo sostenible) del cual ha resultado un poster científico y un artículo científico ya publicado:

- ✓ Artículo:
  (Puig, R., et al., 2017): Rita Puig, Eylem Kiliç, Alejandra Navarro, Jaume Albertí, Lorenzo Chacón, Pere Fullana-i-Palmer.*Inventory analysis and carbon footprint of coastland-hotel services: A Spanish case study.* Science of the Total Environment. 595,244-254.
- ✓ Póster:
  Eylem Kılıç, Alejandra Navarro, Rita Puig, Pere Fullana i Palmer, Olga Aguilera, Lorenzo Chacón. *Calculating tourism's carbon footprint of Spanish coastland hotels*. SETAC Latin America 11th Biennial Meeting. Buenos Aires, Argentina, 7-10 September 2015.

8 Referencias – Bibliografía

AAO. Agencia para el Aceite de Oliva, agencia pública de la Administración española, adscrita al Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. http://aplicaciones.magrama.es/pwAgenciaAO/General.aao?idioma=ESP&avisosMostrados=NO&control_acceso=S http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/funciones-estructura/organizacion-organismos/organismos-publicos/aao/

AAO, 2012. Olive Oil Agency in Spain, belonging to AICA (Agency for information and food control). Available at http://www.aica.gob.es/, last accessed January 2017.

ADCA, 2009. Agency to defend Andalusia competitiveness. "Competencia y cadena de valor en la producción y distribución del aceite de oliva en Andalucía", (2009). Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Junta de Andalucía. Available at, http://www.infaoliva.com/documentos/documentos/Informe%20Sectorial%20Aceite%20de%20Oliva.pdf , last accessed January 2017.

Alvarez, C., 2012. How much recycled glass is acceptable for a glass bottle? ¿Cuánto vidrio reciclado puede tener una botella? El País. El País Semanal Blogs. Available at, http://blogs.elpais.com/eco-lab/2012/02/cuanto-vidrio-reciclado-puede-contener-una-botella.html, last accessed February 2017.

Alvarez, S., Blanquer, M., Rubio, A., 2014. Carbon footprint using the Compound Method based on Financial Accounts. The case of the School of Forestry Engineering, Technical University of Madrid. Journal of Cleaner Production 66, 224-232.

Alvarez, S., Rubio, A., 2015. Compound method based on financial accounts versus process-based analysis in product carbon footprint: A comparison using wood pallets. Ecological Indicators 49, 88–94.

Alvarez, S., Sosa, M., Rubio, A., 2015. Product and corporate carbon footprint using the compound method based on financial accounts. The case of Osorio wind farms. Applied Energy 139, 196–204.

Amienyo, D., Camilleri, C., Azapagic, A., 2014. Environmental impacts of consumption of Australian red wine in the UK. J. Clean. Prod. 72, 110–119.

ANARPLA, 2015. Spanish National Association of Plastic recyclers. Boletín informativo de ANARPLA nº 2015/01/140. Available at, https://issuu.com/anarpla/docs/bolet__n_enero_2015?e=15995500/12684722, last accessed February 2017.

Aranda, A., Zabalza, I., Scarpellini, S., 2005. Economic and environmental analysis of the wine bottle production in Spain by means of life cycle assessment. Int. J. Agric. Resour. Gov. Ecol. 4, 178–191.

Ardente, F., Beccali, G., Cellura, M., Marvuglia, A., 2006. POEMS: A case study of an Italian wine-producing firm. Environ. Manage. 38, 350–364.

Arzoumanidis I., Fullana-i-Palmer P., Raggi A., Gazulla C., Raugei M., Benveniste G., Anglada M., 2014. Unresolved issues in wine carbon footprint accounting. Journal of Cleaner Production, Volume 82, 1 November 2014, Pages 16-22.

Avraamides, M. and Fatta, D., 2008. Resource consumption and emissions from olive oil production: a life cycle inventory case study in Cyprus. Journal of Cleaner Production, 16, 809-821.

Báguena, F., 2014. Winemaking and vineyard specialist on Apellation Cariñena, Aragón, Spain. Personal communication.

Baitz M., Albrecht S., Brauner E., Broadbent C., Castellan G., Conrath P., Fava J., Finkbeiner M., Fischer M., Fullana-i-Palmer P., Krinke S., Leroy C., Loebel O., McKeown P., Mersiowsky I., Möginger B., Pfaadt M., Rebitzer G., Rother E., Ruhland k., Schanssema A., Tikana L., 2013. LCA's theory and practice: like ebony and ivory living in perfect harmony? The International Journal of Life Cycle Assessment, 18(1):5-13

Bala A., Raugei M., Benveniste G., Gazulla C., Fullana-i-Palmer P., 2010. Simplified tools for Global Warming Potential evaluation: when 'good enough' is best. The International Journal of Life Cycle Assessment, 15(5):489-498.

Bala A, Raugei M, Fullana-i-Palmer P, 2015. Introducing a new method for calculating the environmental credits of end-of-life material recovery in attributional LCA. The International Journal of Life Cycle Assessment, 20(5), 645-654.

Beccali, M., Cellura, M., Iudicello, M. et al. 2009. Resource Consumption and Environmental Impacts of the Agrofood Sector: Life Cycle Assessment of Italian Citrus-Based Products. Environmental Management 43, 707.

Bellon-Maurel, V., Peters, G.M., Clermidy, S., Frizarin, G., Sinfort, C., Ojeda, H., Roux, Ph., Short, M.D., 2015. Streamlining life cycle inventory data generation in agriculture using traceability data and information and communication technologies - part II: application to viticulture. J. Clean. Prod. 87, 119-129

Berger, M. and Finkbeiner, M., 2010. Water Footprinting: How to address water use in Life Cycle Assessment? Sustainability 2, 919-944.

Berners-Lee, M., Howard, D.C., Moss, J., Kaivanto, K.., Scott, W.A., 2011. Greenhouse gas footprinting for small businesses — The use of input–output data. Science of The Total Environment, 409 (5), 883–891.

Benedetto, G., 2013. The environmental impact of a Sardinian wine by partial Life Cycle Assessment. Wine Econ. Policy 2, 33–41.

Benedetto G., Rugani B., Vázquez-Rowe I., 2014. Rebound effects due to economic choices when assessing the environmental sustainability of wine. Food Policy 49, 167–173.

Biganzoli, L.; Falbo, A.; Forte, F.; Grosso, M.; Rigamonti, L. 2015. Mass balance and life cycle assessment of the waste electrical and electronic equipment management system implemented in Lombardia Region (Italy). Science of The Total Environment, 524–525, Pages 361-375.

Bonamente, E., Scrucca, F., Rinaldi, S., Merico, MC., Asdrubali, F., Lamastra, L., 2016. Environmental impact of an Italian wine bottle: Carbon and water footprint assessment. Science of The Total Environment, 560–561, 274-283.

Bonazzi, M., 2002. OLEO-LIFE: A contribution to sustainable development from the prospect of the olive oil industry. Project Life 99/ENV/E/000351.

Bosco, S., Di Bene, C., Galli, M., Remorini, D., Massai, R., Bonari, E., 2011. Greenhouse gas emissions in the agricultural phase of wine production in the Maremma rural district in Tuscany. Italy. Ital. J. Agron. 6, 93–100.

(BREF, 2006) Reference Document on Best Available Techniques in the Food, drink and milk industries. European Comission, August 2006. http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/fdm_bref_0806.pdf

Bullard, C.W., P.S. Penner and D.A. Pilati (1978) Net energy analysis - handbook for combining process and input-output analysis. Resources and Energy 1, 267-313.

Cagiao, J., Gómez, B., Doménech, JL., Gutiérrez-Mainarc,S., Gutiérrez-Lanzac, H. 2011. Calculation of the corporate carbon footprint of the cement industry by the application of MC3 methodology. Ecological Indicators 11, 1526–1540.

Calvo, P., 2014. Oenologist, Viñedos y Bodegas Alconde S.L., Navarra, Spain, Personal communication.

CAMERDATA, 2017; Companies information. Society for the commercialization of business databases. Associated partners: Cámaras de Comercio, Industria y Navegación Españolas. Available at, http://www.camerdata.es/productos/fichero-de-empresas-espanolas/paso-2-formulario, last accessed February 2017.

Cecchi, T.; De Marco, C.; Passamonti, P.; Pucciarelli, F., 2006. Analytical definition of the quality of extra-virgin olive oil stored in polyethylene terephthalate bottles. Journal of Food Lipids, 13(3), 251–258.

CECRV, 2017-Conferencia Española de Consejos Reguladores Vitivinícolas, asociación que representa las denominaciones de origen de vino de España (a 52 de las 69 que hay). http://www.cecrv.eu/noticia/1210/cecrv-participo-en-la-presentacion-del-primer-codigo-legislativo-vitiv/

CEEV, 2015. Comité Européen des Enterprises Vins-CEEV. European Wine: a solid pillar of the European Union economy. http://www.ceev.eu/

Cholette, S., Venkat, K., 2009. The energy and carbon intensity of wine distribution: A study of logistical options for delivering wine to consumers. J. Clean. Prod. 17, 1401–1413.

Codex Stan 33-1981. Codex Alimentarius (international Food Standards). Standard for olive oils and olive pomace oils. Codex Stan 33-1981. FAO and WHO. Adopted in 1981. Revision: 1989, 2003, 2015. Amendment: 2009, 2013. Available at, www.fao.org/input/download/standards/88/CXS_033e_2015.pdf last accessed February 2017.

CO2 VINO project. Improving the competitiveness of SMEs within the wine sector. Empleaverde Programme. Fundación Biodiversidad (Spain). 2013-2014.

Colman, T., Päster, P., 2009. Red, White, and "Green": The Cost of Greenhouse Gas Emissions in the Global Wine Trade. J. Wine Res. 20, 15–26.

Council Regulation (EC) 1234/2007. Council Regulation of 22 October 2007 establishing a common organisation of agricultural markets and on specific provisions for certain agricultural products (Single CMO Regulation). Annex XVI.

Council Regulation (EC) 510/2006. Council Regulation (EC) No. 510/2006 of 20 March 2006 on the protection of geographical indications and designations of origin for agricultural products and foodstuffs.

Coutelieris, F. and Kanavouras, A, 2006. Experimental and theoretical investigation of packaged olive oil: Development of a quality indicator based on mathematical predictions, Journal of Food Engineering, 73, 85–92.

De Gennaro, B.; Notarnicola, B.; Roselli, L.; Tassielli, G., 2012. Innovative olive-growing models: an environmental and economic assessment. Journal of Cleaner Production, 28, 70-80.

De la Osada, J., 2010. Aceite de Oliva Virgen Extra y Prevención de la Aterosclerosis. Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoga. Ed. Cometa, SA. Depósito legal: Z-3056-10; 7-73. Available at, http://www.academiadefarmaciadearagon.es/docs/documentos/documento29.pdf, last accessed February 2017.

Directive 94/62/EC, of 20 December 1994 on packaging and packaging waste.

DIRECTIVE 2003/87/EC. Establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community.

ECOACERO, Ecological Association for the Recycling of Steel. Recycling rate of tins for olive oil. Available at, http://www.ecoacero.com/la-vida-de-la-lata-de-acero/, last accessed February 2017.

ECOEMBES, Organization dedicated to the recycling and ecodesign of the packaging in Spain. Recycling rates for plastic packaging, briks, paper and cardboard. Available at, https://www.ecoembes.com/es, last accessed February 2017.

ECOIL, 2006; ECOIL project LIFE programme. Life Cycle Assessment (LCA) as a Decision Support Tool (DST) for the eco-production of olive oil. TASK 3.3 Implementation of Life Cycle Inventory in Ribera Baja (Navarra, Spain). Available at, http://www.ecoil.tuc.gr/report.html, last accessed February 2017.

ECORAEE, 2013. Informe de resultados del ACV del proceso de reutilización de los RAEE dirigido a proponer políticas de reglamentación de conformidad con la legislación comunitaria. Parte de la Fase I de la acción B.1 del proyecto Life+2011.

ECOVIDRIO, Non-profit organization in charge of managing the recycling of all glass packaging waste in Spain. Recycling rates of glass packaging. Available at, http://www.ecovidrio.es/reciclado/datos-de-reciclado/estadisticas, last accessed February 2017.

Fantin, V.; Scalbi, S.; Ottaviano, G.; Masoni, P. 2014. A method for improving reliability and relevance of LCA reviews: The case of life-cycle greenhouse gas emissions of tap and bottled water. Science of The Total Environment, 476–477, 228-241.

http://www.life-ecoraee.eu/es/files/B1InformeResultadosACVProcesoCompleto.pdf

FENIX, 2012. USJ. Universidad San Jorge. Life Cycle Inventory of Pretreatment and Glass Recycling. Confidential Document from the EU project LIFE+ FENIX, Giving Packaging a new Life! December, 2012.

FEV, 2017a. Federación Española del Vino. Sector.Vinos de España. http://www.fev.es/v_portal/apartados/apartado.asp?te=30

FEV, 2017b. Federación Española del Vino. Sector.Vino y Medioambiente. http://www.fev.es/v_portal/apartados/apartado.asp?te=32

FEV, 2017c. Federación Española del Vino. Wineries for Climate Protection. http://www.wineriesforclimateprotection.com/v_portal/apartados/apartado.asp?te=196

FIVIN, 2017. Federación para la Investigación del Vino y Nutrición. "Los farmacéuticos apuestan por la dieta mediterránea y el consumo moderado de vino como fuente de salud". http://www.fivin.com/

Flanigan, L.; Frischknecht, R.; Montalbo, T., 2013. An Analysis of Life Cycle Assessment in Packaging for Food & Beverage Applications. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2013. Available at, http://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2013/11/food_packaging_11.11.13_web.pdf, last accessed February 2017.

Fontanella, A., Ioannidis, I., De Rosa-Giglio,P., Nucci, B., Gonzalez-Quijano, G., and Brugnoli, F. 2016. Product Environmental Footprint category rules: leather pilot. Draft V.4.3. October 2016.

Forbes, S.L., Cohen, D. a., Cullen, R., Wratten, S.D., Fountain, J., 2009. Consumer attitudes regarding environmentally sustainable wine: an exploratory study of the New Zealand marketplace. J. Clean. Prod. 17, 1195–1199.

Frischknecht, R.; Heijungs, R.; Hofstetter, P., 1998. Einstein's Lessons for Energy Accounting in LCA. Int. J. LCA 3 (5) 266 – 272.

Fullana-i-Palmer P.; Puig R.; Bala A.; Baquero G.; Riba J.; Raugei M., 2011. From Life Cycle Assessment to Life Cycle Management: A Case Study On Industrial Waste Management Policy Making. Journal of Industrial Ecology, 15(3):458-475.

Fullana P. y Puig R., 1995. Análisis del ciclo de Vida. Cuadernos de medio ambiente. Rubes Editorial, S.L.

Fullana i Palmer, P., Raugei, M., 2013. Ecological Intelligence through Life Cycle Assessment. In: Comby J., Eames K.A.T., Guilhéry L., Marx-Gómez J., Öktem A.U., Tirloni V. Developing Sustainability. Dorich House Group, Istambul, 2013.

Fusi, A., Guidetti, R., Benedetto, G., 2014. Delving into the environmental aspect of a Sardinian white wine: From partial to total life cycle assessment. Sci. Total Environ. 472, 989–1000.

Gallejones, P.; Pardo, G.; Aizpurua, A.; del Prado, A. 2015. Life cycle assessment of first-generation biofuels using a nitrogen crop model. Science of The Total Environment, 505, 1191-1201.

Gazulla, C., Raugei, M., Fullana-i-Palmer, P., 2010. Taking a life cycle look at crianza wine production in Spain: where are the bottlenecks?. Int. J. Life Cycle Assess. 15, 330–337.

Guil, J.L.; Urda, J., 2009. Quality of extra virgin olive oil affected by several packaging variables. Grasas y Aceites, 2(60), 125-133. ISSN: 0017-3495.

Guinée, J. et al., 2002. Handbook on Life Cycle Assessment Operational Guide to the ISO Standards. Guinée, J.B., et al. , final editor, Centre of Environmental Science, Leiden University, The Netherlands. Publisher: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, May 2002. (Book Series: Eco-Efficiency in Industry and Science: Vol. 7) Hardbound, ISBN 1-4020-0228-9; 704 pp.

GHG Protocol corporate (2004). A Corporate Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, March 2004. ISBN 1-56973-568-9.

GHG Protocol corporate (2011). Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, September 2011. ISBN 978-1-56973-772-9.

GHG Protocol for products (2011). Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, September 2011. ISBN 978-1-56973-773-6.

Gibbons, J.C., A.M. Wolsky and G. Tolley (1982) Approximate aggregation and error in input-output models. Resources and Energy 4, 203-230.

Huang, YA., Lenzen, M., Weber, CL., Murray, J., & Matthews, HS., 2009. The role of input–output analysis for the screening of corporate carbon footprints. Economic Systems Research, 21:3, 217-242.

Heijungs, R. & Guinée, J.B. 1995. On the usefulness of life cycle assessment of packaging. Environmental Management 19, 665.

Heijungs, R. and S. Suh (2002) The computational structure of life cycle assessment. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

Iannone R., Miranda S., Riemma S., De Marco I., 2016. Improving environmental performances in wine production by a life cycle assessment analysis. J. Clean. Prod. 111, 172-180.

Ingrao, C.; Tricase, C.; Cholewa-Wójcik, A.; Kawecka, A.; Rana, R.; Siracusa, V., 2015. Polylactic acid trays for fresh-food packaging: A Carbon Footprint assessment. Science of The Total Environment, 537, 385-398.

IOC, 2017, International Olive Council. EU Olive Oil Figures. Consumption, 2016. Available at, http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures?lang=en_US, last accessed February 2017.

InfoHORECA, 2016. Hospitality, restaurants and catering sector information portal. ”Aliarse con los vírgenes extra para triunfar tras la retirada”. Sector’s opinion after the application of regulation RD 895/2013 about non-refillable VOOs dispensers. 19th March, 2014. Available at, http://www.infohoreca.com/reportajes/20140319/Envases-irrellenables-hosteleria#.WFlb8LkYFkZ, last accessed February 2017.

IPCC 2007. Intergovernamental Panel on Climate Change. Emission Factors database. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php.

IPCC, 2007a. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B.M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

IPCC, 2007b. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, C.E. Hanson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Iribarren, D.; Vázquez-Rowe, I.; Hospido, A.; Moreira, M.T.; Feijoo, G. 2011. Updating the carbon footprint of the Galician fishing activity (NW Spain). Science of The Total Environment, 409 (8), 1609-1611.

ISO 14040, 2006a. ISO14040:2006. Environmental Management-Life Cycle Assessment-Principles and Framework. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14044, 2006b. ISO14044:2006. Environmental Management-Life Cycle Assessment-Requirements and Guidelines. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14064, 2006. ISO 14064-1:2006: Greenhouse gases -- Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14067, 2013. ISO/TS 14067:2013. Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

IWCC, International Wine Carbon Calculator, The Wine Institute of California, New Zealand Winegrowers, Integrated Production of Wine South Africa and the Winemakers Federation of Australia, http://www.wineinstitute.org/ghgprotocol.

Jones, A. 2002. An Environmental Assessment of Food Supply Chains: A Case Study on Dessert Apples Environmental Management, 30, 560.

Kanavourasa, A.; Hernandez, P.; Coutelierisc, F.; Selkea, S., 2004. Oxidation-Derived Flavor Compounds as Quality Indicators for Packaged Olive Oil. J. Am. Oil Chem. Soc., 81(3), 251-257.

Kjaer, LL., Host-Madsen, NK., Schmidt, JH., McAloone, TC. 2015. Application of Environmental Input-Output Analysis for Corporate and Product Environmental Footprints-Learnings from Three Cases. Sustainability 7 (9), 11438-11461.

Kymn, K., 1990. Aggregation in input-output models: a comprehensive review, 1946-71. Economic Systems Research 2, 65-93.

Laso J.; Margallo M.; Fullana-i-Palmer P.; Bala A.; Gazulla C.; Irabien A.; Aldaco R., 2017. When product diversification influences life cycle impact assessment: A case study of canned anchovy. Science of the Total Environment, 581-582, 629-639.

Lenzen, M., 2000. Errors in conventional and input-output-based life-cycle inventories. Journal of Industrial Ecology 4, 127-148.

Lenzen, M., 2011. Aggregation versus disaggregation in input-output analysis of the environment. Economic Systems Research 23, 73 - 89.

Lenzen, M. and C.J. Dey, 2000. Truncation error in embodied energy analyses of basic iron and steel products. Energy 25, 577-585.

Lenzen, M. and G. Treloar, 2002. Energy embodied in buildings: wood versus concrete. Energy Policy 30, 249-255.

Lenzen, M. and G. Treloar, 2003. Differential convergence of life-cycle inventories towards upstream production layers. Journal of Industrial Ecology 6, 137-160.

LIFE 08 ENV/E/000143. Haprowine: Integrated waste management and life cycle assessment in the wine industry: from wate to high-value products. 2010-2013.

Linares, J.; Iñigo, M; García, J.M.; Berzosa, J., 2006. Olive and pomace oil packing and marketing. Grasas y Aceites, 57(1), 68-85. ISSN: 0017-3495.

López-Sabirón, A.M; Aranda-Usón, A.; Mainar-Toledo, M.D.; Ferreira, V.J.; Ferreira, G. 2014. Environmental profile of latent energy storage materials applied to industrial systems. Science of The Total Environment, 473–474, 565-575.

Malkin-Webber, M., Bahner, M., 1999. Pollution prevention for the wine industry. Research Triangle Institute. http://www.greenbiz.com/sites/default/files/document/O16F2388.pdf

MAPAMA, 2016. Spanish inventory of greenhouse gases. Summary report (1990-2014). Ministry of Agriculture and Fisheries, Food and Environment (MAPAMA). Spanish Government. Available at, http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/1sumarioinventariogeiespana-serie1990-2014_tcm7-417912.pdf, last accessed February 2017.

MAPAMA, 2017a. Olive oil. Ministry of Agriculture and Fisheries, Food and Environment (MAPAMA). Spanish Government. Available at, http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/aceite-oliva-y-aceituna-mesa/aceite.aspx, last accessed February 2017.

MAPAMA, 2017b. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Alimentación. DOP y IGP, Información general de interés. http://www.mapama.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/calidad-diferenciada/dop/htm/informacion.aspx

MAPAMA, 2017c. Report on the consumption of food in Spain (in Spanish language). May 2015. Ministry of Agriculture and Fisheries, Food and Environment (MAPAMA). Spanish Government. Available at, http://www.mapama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/informeconsumoalimentacion2014_tcm7-382148.pdf, last accessed February 2017.

Mapbox Maps, 2015. Retrieved from http://www.mapbox.com.

Marín, J., 2010. Table of quantiles of the Normal Standard distribution. Statistical Tables. 2010-2011. Subject of Statistics. Grado en Información y Documentación. Universidad de Murcia. Available at, http://www.um.es/docencia/jmarinfe/e-grado-informacion/2010-2011/Tablas-2010-11.pdf, last accessed February 2017.

Marras S., Masia S., Ducec P., Spanoa D., SircaC., 2015. Carbon footprint assessment on a mature vineyard. Agric. and Forest Meteorol. 214-215, 350–356.

Méndez, A.I.; Falqué, E., 2007. Effect of storage time and container type on the quality of extra-virgin olive oil. Food Control, 18, 521–529.

Meneses, M., Torres, C.M., Castells, F. 2016. Sensitivity analysis in a life cycle assessment of an aged red wine production from Catalonia, Spain. Science of The Total Environment, 562, 571-579.

Moskowitz, P.D. and M.D. Rowe, 1985. A comparison of input-output and process analysis. In: P.F. Ricci and M.D. Rowe (eds.) Health and Environmental Risk Assessment. New York, NY, USA, Pergamon Press, 281-293.

Murray, A.T., 1998. Minimizing aggregation error in input-output models. Environment and Planning A 30, 1125-1128.

Navarro, A., Puig, R., Kiliç, E., Penavayre, S., Fullana-i-Palmer, P 2017a. Eco-innovation and benchmarking of Carbon Footprint data for vineyards and wineries in Spain and France. Journal of Cleaner Production, 142 , 1661-1671.

Navarro, A.; Puig, R.; Fullana-i-Palmer, P., 2017b. Product vs corporate carbon footprint: Some methodological issues. A case study and review on the wine sector. Science of the Total Environment, 581–582(1), 722-733.

Neto, B., Dias, A.C., Machado, M., 2013. Life cycle assessment of the supply chain of a Portuguese wine: From viticulture to distribution. Int. J. Life Cycle Assess. 18, 590–602.

Niembro, J., González, M., 2008. Categorías de evaluación de impacto de ciclo de vida vinculadas con energía: revisión y prospectiva. Comunicación de congreso: "12th International Conference on Project Engineering". Zaragoza: 2008, p. 1180-1190. http://upcommons.upc.edu/handle/2117/7767

OIV, 2012. Statistical Report on world vitiviniculture: perspectives and trends. http://www.oiv.int/oiv/cms/ index?rub ric Id= 44538631-7ad2-49cb- 9710-ad5b957296c7.

Özilgen, M.; Sorgüvenb, E., 2011. Energy and exergy utilization, and carbon dioxide emission in vegetable oil production. Energy, 36, 5954-5967.

Papadakis, G.; Fatta, D.; Cebrian, M.; Stefanoudakis, M., 2006. Life Cycle Assessment (LCA) as a Decision Support Tool (DTS) for the ecoproduction of olive oil. LIFE 04 / ENV 7 GR / 000110.

Pardo, J. E., Pérez, J. I., Sánchez, J. E., Andrés, M., Alvarruiz, A., 2003. Aplicación del sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) en la línea de envasado de aceite de oliva virgen. Grasas y aceites. Prod.54, 58-64

Parenti, A. ; Masella, P.; Spugnoli, P. ; Mazzanti, L. and Migliorini, M. 2010. Stainless Steel Bottles for Extra Virgin Olive Oil Packaging: Effects on Shelf-Life. Packag. Technol. Sci. 23, 383–391.

PAS 2050, 2011. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standards Institution (BSI), London, UK (2011) 38 pp. [ISBN 978 0 580 71382 8].

Pattara, C., Raggi, A., Cichelli, A., 2012. Life cycle assessment and carbon footprint in the wine supply-chain. Environ. Manage. 49, 1247–58.

Pelletier, N. & Tyedmers, P. 2008. Life Cycle Considerations for Improving Sustainability Assessments in Seafood Awareness Campaigns. Environmental Management, 42, 918.

Pelletier, N., Arsenault, N. & Tyedmers, P. 2008. Scenario Modeling Potential Eco-Efficiency Gains from a Transition to Organic Agriculture: Life Cycle Perspectives on Canadian Canola, Corn, Soy, and Wheat Production Environmental Management 42, 989.

Penela, A.C., García-Negro, M.D.C., Quesada, J.L.D., 2009. A methodological proposal for corporate carbon footprint and ıts application to a wine-producing company in Galicia, Spain. Sustainability 1, 302–318.

Point, E., Tyedmers, P., Naugler, C., 2012. Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada. J. Clean. Prod. 27, 11–20.

Point, E., 2008. Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada. Master's Thesis, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.

Pristouri, G., Badeka, A, Kontominas, M.G.,2010. Effect of packaging material headspace, oxygen and light transmission, temperature and storage time on quality characteristics of extra virgin olive oil. Food Control Prod.21, 412–418.

Raugei, M.; Fullana-i-Palmer, P.; Puig, R.; Torres, A. 2009. A Comparative Life Cycle Assessment of Single-Use Fibre Drums Versus Reusable Steel Drums. Packag. Technol. Sci.;22, 443–450.

REAL DECRETO 1334/1999, de 31 de julio,por el que se aprueba la Norma general deetiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios. BOE núm.202,31410-31418. Martes 24 agosto de 1999.

RD 895/2013. Spanish regulation Real Decreto 895/2013, establishing certain marketing measures for olive oil and olive-pomace oil. BOE 275, 16th november 2013, 91742-91743. Available at, https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12006, last accessed February 2017.

REGLAMENTO (CE) Nº 865/2004 DEL CONSEJO de 29 de abril de 2004, por el que se establece la organización común del mercado del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa y se modifica el Reglamento (CEE) nº 827/68. Diario Oficial de la Unión Europea L 161 de 30 de abril de 2004. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:206:0037:0050:ES:PDF

REGLAMENTO (CE) no 1234/2007 DEL CONSEJO, por el que se crea una organización común de mercados agrícolas y se establecen disposiciones específicas para determinados productos agrícolas (Reglamento único para las OCM). ANEXO XVI. Diario Oficial de la Unión Europea L 299/1 de 16 de noviembre de 2007. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:299:0001:0149:ES:PDF

REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) Nº 29/2012 de la Comisión, de 13 de enero de 2012, sobre las normas de comercialización del aceite de oliva. Diario Oficial de la Unión Europea L 12/14 de 14 de enero de 2012.http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:012:0014:0021:ES:PDF

Rinaldi, S.; Barbanera, M.; Lascaro, E. 2014. Assessment of carbon footprint and energy performance of the extra virgin olive oil chain in Umbria, Italy. Science of The Total Environment, 482–483, 71-79.

Rizzo,V.; Torri, L.; Licciardello, F.; Piergiovanni, L.; Muratore, G. 2014. Quality Changes of Extra Virgin Olive Oil Packaged in Coloured Polyethylene Terephthalate Bottles Stored Under Different Lighting Conditions. Packag. Technol. Sci. 27, 437–448.

Rugani, B., Vázquez-Rowe, I., Benedetto, G., Benetto, E., 2013. A comprehensive review of carbon footprint analysis as an extended environmental indicator in the wine sector. J. Clean. Prod. 54, 61–77.

Salvat, J., Boqué, J.B., 2009. New Opportunities and Challenges in Wine Tourism. http://www.pct-turisme.cat/intranet/sites/default/files/URV_project_salvat_blay_seminar_pctto.pdf.

Sacchi, R.; Savarese, M.; Del Regno, A.; Paduano, A.; Terminiello, R.; Ambrosino, M. L. 2008. Shelf Life of Vegetable Oils Bottled in Different Scavenging Polyethyleneterephthalate (PET) Containers. Packag. Technol. Sci. 21, 269–277.

Salomone, R. ; Ioppolo, G., 2012. Environmental impacts of olive oil production: a Life Cycle Assessment case study in the province of Messina (Sicily). Journal of Cleaner Production, 28, 88-100.

SCP/RAC, 2000, Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production. Pollution Prevention in Olive Oil Production (2000). Environmental Department, Generalitat de Catalunya. Available at, http://www.cprac.org/docs/Produccion20Aceite20Oliva.pdf, last accessed February 2017.

Song G.; Li M,; Fullana-i-Palmer P., Williamson D, Wang Y, 2017. Dietary changes to mitigate climate change and benefit public health in China. Science of Total Environment, 577, 289-298.

Steen-Olsen, K., A. Owen, E.G. Hertwich and M. Lenzen, 2014. Effects of sectoral aggregation on CO2 multipliers in MRIO analyses. Economic Systems Research 26, 284-302.

Steenwerth K., Strong E.B., Greenhut R.F., Williams L., Kendall A., 2015. Life cycle greenhouse gas, energy, and water assessment of wine grape production in California. Int. J. Life Cycle Assess. 20, 1243–1253.

Styles, D.; Dominguez, E.M.; Chadwick, D. 2016. Environmental balance of the UK biogas sector: An evaluation by consequential life cycle assessment. Science of The Total Environment, 560–561, 241-253.

Szolnoki, G., 2013. A cross-national comparison of sustainability in the wine industry. J. Clean. Prod. 53, 243–251.

Suh, S. and G. Huppes, 2005. Methods for Life Cycle Inventory of a product. Journal of Cleaner Production 13, 687-697.

Suh, S., M. Lenzen, G.J. Treloar, H. Hondo, A. Horvath, G. Huppes, O. Jolliet, U. Klann, W. Krewitt, Y. Moriguchi, J. Munksgaard and G. Norris, 2004. System boundary selection in Life-Cycle Inventories. Environmental Science & Technology 38, 657-664.

Suh, S. and S. Nakamura, 2007. Five years in the area of input-output and Hybrid LCA. International Journal of Life Cycle Assessment 12, 351-352.

Szolnoki, G., 2013. A cross-national comparison of sustainability in the wine industry. J. Clean. Prod. 53, 243–251.

Telegraph, 2013. The Telegraph (digital press), may 2013. Available at: http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/eu/10076201/EU-drops-olive-oil-jug-ban-after-public-outcry.html, last accessed February 2017.

Thinkstep, 2015. GaBi6 software and professional databases (Ecoinvent 3.0; PE International, 2015; plastics Europe; ILCD).

Thomas, M., 2011. Life Cycle Assessment and the New Zealand Wine Industry : A tool to support continuous environmental improvement, Master Thesis, Massey University, Wellington, New Zealand.

Tsimis, D.; Karakasides, N., 2002. How the choice of container affects olive oil quality – a review. Packaging Technology and.Science, 15, 147-154.

Valdivieso, C. E.; Valdivieso, R.; Valdivieso, O. A. 2011. Determination of sample size through the use of decision trees (in Spanish language). Universidad Privada Boliviana (UPB) – Investigación & Desarrollo, 11, 148-176. Available at, ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/iad/wpaper/0311.pdf, last accessed February 2017.

Vázquez-Rowe, I., Villanueva-Rey, P., Iribarren, D., Teresa Moreira, M., Feijoo, G., 2012a. Joint life cycle assessment and data envelopment analysis of grape production for vinification in the Rías Baixas appellation (NW Spain). J. Clean. Prod. 27, 92–102.

Vázquez-Rowe, I., Villanueva-Rey, P., Moreira, M.T., Feijoo, G., 2012b. Environmental analysis of Ribeiro wine from a timeline perspective: harvest year matters when reporting environmental impacts. J. Environ. Manage. 98, 73–83.

Vázquez-Rowe, I., Rugani, B., Benetto, E., 2013. Tapping carbon footprint variations in the European wine sector. J. Clean. Prod. 43, 146–155.

Villanueva-Rey, P., Vázquez-Rowe, I., Moreira, M.T., Feijoo, G., 2014. Comparative life cycle assessment in the wine sector: Biodynamic vs. conventional viticulture activities in NW Spain. J. Clean. Prod. 65, 330–341.

VINECO project. Application of Life Cycle Assessment for Ecoinnovation in wine production. Funded by the Euroregion Pyrenees-Mediterranean. 2013-2014.

Watson J.M.; Gazulla C.; Fullana-i-Palmer P., 2011. Developing Effective Product Panel Methodology through Practice. A Case Study of the catalan Toy Industry J. Ind. Ecology 15(4):629-637.

Weidema, B.P., Thrane, M., Christensen, P., Schmidt, J., Løkke, S., 2008. Carbon footprint: A catalyst for life cycle assessment? J. Ind. Ecol. 12, 3–6.

WFA, Australian Wine Carbon Calculator. Winemakers' Federation of Australia. http://www.wfa.org.au/resources/carbon-calculator.

Wood, R., M. Lenzen, C. Dey and S. Lundie, 2006. A comparative study of some environmental impacts of conventionally and organically grown food. Agricultural Systems 89, 324-348.

Zeppa, Giuseppe. 2007. The science and technology of wine making. [On-line]. Available from: https://www.dairyscience.info/index.php/science-and-technology-of-wine/124-the-science-and-technology-of-wine-making.html . Accessed: 29 December, 2016.

Anexos

ANEXO1 **Eco-innovation and benchmarking of carbon footprint data for vineyards and wineries in Spain and France.**

ANEXO2 **Product vs corporate carbon footprint: some methodological issues. A case study and review on the wine sector.**

Atención¡
Las páginas 102 a 144 de la tesis, que contienen los artículos arriba mencionados, deben consultarse en la web del editor

http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261631976X

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716328881