

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**APLICACIÓN DEL PENSAMIENTO DE
CICLO DE VIDA PARA UNA ECONOMÍA
CIRCULAR DE LA ANCHOA DEL
CANTÁBRICO**

**(Achieving Circular Economy for the
Cantabrian anchovy under a Life Cycle
Thinking approach)**

Para acceder al Título de

Graduada en Ingeniería Química

Autor: María Serrano San Martín

Julio-2017

TÍTULO	APLICACIÓN DEL PENSAMIENTO DE CICLO DE VIDA PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR DE LA ANCHOA DEL CANTÁBRICO		
AUTOR	MARÍA SERRANO SAN MARTÍN		
DIRECTOR/CODIRECTOR	MARÍA MARGALLO BLANCO / JARA LASO CORTABITARTE		
TITULACIÓN	GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA	FECHA	20/07/2017

PLABRAS CLAVE

Análisis de ciclo de vida (ACV), bocartes fritos, bocartes rebozados, boquerones en vinagre, contenido proteico, impacto ambiental.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad una gran cantidad de alimentos se desperdician y no llegan al consumo humano. El incremento de la población a largo plazo junto con la mala gestión de los alimentos puede dar lugar a problemas en su abastecimiento. Uno de los grupos de alimentos que tiene un alto porcentaje en pérdidas es el pescado. Estas pérdidas se deben en gran medida a los descartes, por lo que se han implantado normas para intentar reducir esta cantidad desaprovechada. El mal aprovechamiento de este grupo de alimentos genera pérdidas económicas y nutricionales ya que el pescado es una de las principales fuentes de proteínas en nuestra dieta.

En numerosos artículos científicos se ha estudiado el impacto ambiental generado en productos del mar aplicando el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), para conocer qué contribuye en mayor medida a aumentar el impacto generado. Sin embargo, en ninguno de los artículos se han analizado las alternativas teniendo en cuenta el valor nutricional y el impacto generado.

Por tanto, este trabajo pretende analizar que alternativa de cocinado es más favorable desde un punto de vista ambiental y nutricional. Se centra en los productos de pescado, evaluando y comparando el contenido nutricional y el impacto ambiental de distintos productos de la anchoa europea (*Engraulis encrasicolus*). Para determinar el impacto de dichos productos se ha utilizado el Análisis de Ciclo de Vida. Por otro lado, las propiedades nutricionales se han calculado por medio del contenido proteico a lo largo de toda la cadena de suministro. Para realizar este estudio se han procesado los bocartes

con tres recetas diferentes: bocartes fritos, bocartes rebozados y boquerones en vinagre.

RESULTADOS

La herramienta empleada ha sido el software Gabi 6.0, usando el método CML-IA baseline. Aplicando este método se obtienen 12 categorías, sin embargo, solo se han analizado cinco profundamente, ya que se considera que son las más representativas y gracias a ellas se puede obtener una visión global del proceso.

En este trabajo se ha comparado el valor proteico de las tres alternativas estudiadas y el impacto que generan, para así realizar un estudio con ambas propiedades.

CONCLUSIONES

Al analizar las tres alternativas propuestas se observa que los bocartes rebozados es la más favorable teniendo en cuenta el valor proteico aportado, sin embargo, es la que más impacto genera, siendo la que más contribuye en cuatro de las cinco categorías estudiadas.

Si analizamos el valor nutricional, los boquerones en vinagre es la alternativa que menor cantidad de proteínas aporta, siendo los bocartes rebozados la segunda alternativa que mayor cantidad de proteínas aporta.

Cuando se ha estudiado cada categoría de impacto, se ha comprobado que la etapa de producción y etapa de transporte de materias primas es la más representativa de todo el proceso, ya que en la mayoría de las categorías está representada con el porcentaje más alto.

Analizando tanto el impacto como el valor proteico de cada escenario, no se puede llegar a una conclusión general de cuál de ellos es más favorable nutricional y ambientalmente. Para poder conocer este dato sería necesario un estudio más detallado normalizando los resultados obtenidos para conseguir un único valor adimensional que permita compararlos y así facilitar la toma de decisiones.

TITLE	ACHIEVING CIRCULAR ECONOMY FOR THE CANTABRIAN ANCHOVY UNDER A LIFE CYCLE THINKING APPROACH		
AUTHOR	MARÍA SERRANO SAN MARTÍN		
DIRECTOR/CODIRECTOR	MARÍA MARGALLO BLANCO/JARA LASO CORTABITARTE		
DEGREE	<i>DEGREE IN CHEMICAL ENGINEERING</i>	DATE	<i>20/07/2017</i>

KEYWORDS

Life Cycle Assessment (LCA), fried anchovies, battered anchovies, anchovies in vinegar, protein content, environmental impact.

SCOPE

Nowadays a great amount of foods are wasted and they do not arrive at human consumption. The increase of the population and the bad management of the food can give rise to problems in its supply in the future. One of the food groups that has a high percentage of losses are fish. These losses are largely due to discards, so standards have been introduced to try to reduce this wasted amount. The poor use of this food group generates economic and nutritional losses since fish is one of the main sources of protein in our diet.

In numerous scientific articles the environmental impact generated in marine products has been studied applying the Life Cycle Assessment (LCA), to know that it contributes to a greater extent to increase the impact generated. However, none of the articles have analyzed the alternatives taking into account the nutritional value and the impact generated.

Therefore, this project aims to analyze which alternative of cooking is more favorable from an environmental and nutritional point of view. It focuses on fish products, evaluating and comparing the nutritional content and environmental impact of different European anchovy products (*Engraulis encrasicolus*). Life Cycle Assessment has been used to determine the impact of these products. On the other hand, the nutritional properties have been calculated by means of the protein content throughout the entire supply chain. To carry out this study the anchovies have been processed with three different recipes: fried anchovies, battered anchovies and anchovies in vinegar.

RESULTS

The tool used was the Gabi 6.0 software, using the CML-IA baseline method. Applying this method we obtain 12 categories, however, only five have been analyzed deeply, since they are considered to be the most representative and thanks to them can get an overview of the process. In this work we have compared the protein value of the three alternatives studied and the impact they generate, in order to carry out a study with both properties

CONCLUSIONS

Analyzing the three alternatives proposed, it is observed that the battered anchovies is the most favorable taking into account the protein value provided, however, it is the one that produces the most impact, being the one that contributes the most in four of the five categories studied.

If we analyze the nutritional value, anchovies in vinegar is the alternative that lesser amount of protein contributes, being the battered anchovies the second alternative that more amount of proteins contributes.

When each category of impact has been studied, it has been verified that the stage of production and stage of transportation of raw materials is the most representative of the whole process, since in most of the categories it is represented with the highest percentage.

Analyzing both the impact and the protein value of each scenario, one can not reach a general conclusion of which one is more favorable in nutritional and environmental terms. In order to be able to know this data it would be necessary a more detailed study normalizing the obtained results to obtain a unique dimensionless value that allows comparing them and thus facilitate the decision making.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a Dra. María Margallo Blanco y Dña. Jara Laso Cortabitarte, por su esfuerzo y atención durante la realización del trabajo.

A mis padres, por su apoyo y paciencia durante toda la carrera.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA	4
2. DESARROLLO DEL ACV	7
2.1. OBJETIVO Y ALCANCE	8
2.1.1. UNIDAD FUNCIONAL	8
2.1.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	8
2.1.3. ASIGNACIONES	11
2.2. INVENTARIO	11
2.3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO	14
2.4. ANÁLISIS DE PROTEÍNAS.....	14
2.5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	17
3. CONCLUSIONES	31
4. REFERENCIAS.....	32
5. ANEXOS	37
5.1 ANEXO I: DATOS DEL INVENTARIO	37
5.2 ANEXO II: PORCENTAJES DE IMPACTO AMBIENTAL DE CADA ETAPA.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores nutricionales en 100 g de diferentes tipos de alimento.....	3
Tabla 2. Artículos científicos de diferentes tipos de pescado.....	7
Tabla 3. Referencias del inventario.....	11
Tabla 4. Inventario de los ingredientes de los tres escenarios.....	12
Tabla 5. Datos del transporte de los ingredientes.....	13
Tabla 6. Datos de las proteínas que contiene 100 g de alimento.....	14
Tabla A1.1. Datos de consumo de energía de diferentes tipos de frigorífico.....	37
Tabla A1.2. Datos de consumo de energía de diferentes tipos de cocina... ..	37
Tabla A2.1. Resultados del escenario de los boquerones en vinagre.....	38
Tabla A2.2. Resultados del escenario de los bocartes rebozados.....	39
Tabla A2.3. Resultados del escenario de los bocartes fritos.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de ACV.....	5
Figura 2. Diagrama de flujo de los tres escenarios posibles.	10
Figura 3. Representación del análisis de proteínas de los boquerones en vinagre, bocartes rebozados y bocartes fritos.	16
Figura 4. Representación de acidificación (AP) frente al contenido proteico (PC) del producto final.	19
Figura 5. Contribución de las etapas de ciclo de vida a la acidificación (AP) para cada uno de los escenarios estudiados.....	20
Figura 6. Representación de eutrofización (EP) frente al contenido proteico (PC) del producto final.	22
Figura 7. Contribución de las etapas de ciclo de vida a la eutrofización (EP) para cada uno de los escenarios estudiados.....	22
Figura 8. Representación de calentamiento global (GWP) frente al contenido proteico (PC) del producto final.....	25
Figura 9. Contribución de las etapas de ciclo de vida al calentamiento global (GWP) para cada uno de los escenarios estudiados.	25
Figura 10. Representación de agotamiento de la capa de ozono (ODP) frente al contenido proteico del producto final.	28
Figura 11. Contribución de las etapas de ciclo de vida al agotamiento de la capa de ozono (ODP) para cada uno de los escenarios estudiados.	28
Figura 12. Representación de POCP frente al contenido proteico (PC) del producto final.	30
Figura 13. Contribución de las etapas de ciclo de vida al POCP para cada uno de los escenarios estudiados.	31

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Hoy en día, un tercio de los alimentos producidos anualmente (1.3 billones de toneladas) no llegan a consumirse, puesto que se malgastan o se pierden antes de su llegada a los consumidores. Esto conlleva la pérdida de 310.000 millones de USD en los países en vías de desarrollo, mientras que en los países desarrollados supone 680.000 millones de USD (FAO 2016). Mientras que, paradójicamente, alrededor de 800 millones de personas sufren desnutrición crónica (FAO 2014). Desde el punto de vista ambiental, estas pérdidas generan 3.3 Gt de CO₂ equivalente (Corrado et al. 2017). Además, dado que se estima que la población mundial pueda alcanzar los 9.5 billones de personas en el 2050, esta situación podría empeorar a menos de que los patrones de producción, distribución y consumo se mejoren.

La generación de residuos de alimentos se produce a lo largo de todo su ciclo de vida: desde la etapa de cultivo hasta su manufactura y procesado, distribución y consumo. Hasta un 42% de los residuos de alimentos se produce en los hogares, el 39% de las pérdidas se producen en la etapa de procesado industrial, el 14% se generan en el sector público de restauración, mientras que el 5% de las pérdidas se producen durante la etapa de distribución (Mirabella et al. 2014). Cabe destacar que, en los países con ingresos bajos, la mayoría de los alimentos se pierden en las etapas referidas al suministro, que van desde la producción al procesamiento. Por otro lado, en los países donde los ingresos son más elevados, las pérdidas se producen en la etapa de consumo, sobre todo debido a hábitos de consumo inadecuados. También hay que tener en cuenta el impacto social que estas pérdidas generan. Uno de los problemas que conllevan es la disponibilidad de recursos en un futuro. La pérdida de alimentos ha sido objeto de debate en numerosas ocasiones, ya que en países desarrollados la cantidad de alimentos perdida es muy elevada, mientras que en países en vías de desarrollo la falta de víveres es preocupante (MAPAMA 2014). Como ejemplo, en Europa y América del Norte, la generación de residuos alimenticios per cápita es de 95-115 kg/año, mientras que en África meridional y sudoriental estas pérdidas oscilan entre 6-11 kg/año per cápita (FAO 2016).

De todos los alimentos, el grupo formado por las frutas, hortalizas y tubérculos presenta el porcentaje más alto de pérdidas anuales, oscilando entre el 40% y 50%. Por el contrario, los cereales y semillas oleaginosas constituyen el grupo con el menor porcentaje de mermas al año, entre 30% y 20%. En el caso del pescado, las pérdidas anuales alcanzan un 35%, debido en gran medida al descarte (FAO 2015). Suele ocurrir que, durante la pesca, una gran cantidad del producto capturado no sea apto para la venta porque no cumplen los requisitos mínimos de talla. Estos descartes representan una gran parte de las capturas marinas mundiales, lo que conlleva una pérdida económica para tener en cuenta. Estudios llevados a cabo en el Mar del Norte han establecido las pérdidas de 15.000 toneladas de lenguado, solla, bacalao y baladilla en 25,7 millones de euros (Kelleher 2008). Por otro lado, se estableció el descarte de peces de fondo en E.E.U.U. en 162.161 toneladas con un costo asociado de 92 millones de dólares (Kelleher 2008). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y tras la aplicación de medidas como el Reglamento (UE) 2016/2374 y el Reglamento (UE) 2015/812 se ha comprobado que la cantidad de descartes se ha reducido. Estas normas pretenden regular la pesca para determinadas especies, estableciendo tallas mínimas o límites de capturas. Actualmente, en los países europeos, el porcentaje de descartes puede variar entre el 6% y el 8%, dependiendo de las regiones y del tipo de captura (FAO 2011).

Además, estas pérdidas de alimento están influenciadas en gran medida por los hábitos de consumo, aparte de otros factores, como son el nutricional, económico, social y cultural, que también son importantes. Por ejemplo, la forma de cocinado o incluso el tipo de alimentos consumidos se ha visto afectado por los cambios en la forma de vida de la población. Estos cambios se han producido lenta y gradualmente, siendo los más significativos en los últimos 50 años (Bolaños 2009).

A pesar de su impacto ambiental, los alimentos contribuyen a la sociedad con valor nutricional y la pérdida de estos alimentos conlleva una pérdida de nutrientes a lo largo de la cadena. En la tabla 1 se puede observar la cantidad de energía, proteínas, grasas e hidratos de carbono de los alimentos consumidos con más frecuencia, demostrando que el pescado y la carne aportan gran cantidad de proteínas en nuestra dieta, destacando el pescado seco y salado (FAO 2014). Hay grandes diferencias en los valores de los

nutrientes de los pescados frescos y de los salados. Los que son consumidos frescos tienen 18.4 g de proteínas frente a 47.0 g en el caso de los pescados salados. La cantidad de energía y las grasas también son mayores en los pescados salados. Sin embargo, los hidratos de carbono son mayores en los pescados frescos (FAO 2014). Respecto a la carne, la de vacuno es la que mayor cantidad de proteínas aporta a los consumidores, 21.4 g

Tabla 1. Valores nutricionales en 100 g de diferentes tipos de alimento.

ALIMENTOS	En 100 g de parte comestible			
	Energía	Proteínas	Grasa	Hidratos de carbono
	kcal	g	g	g
Leche de vaca	61	3.3	3.3	4.5
Huevos	158	12.0	11.2	2.3
Carne de vacuno	123	21.4	3.1	2.4
Carne de cerdo	287	20.6	22.3	1.0
Carne de cordero	203	18.8	11.6	5.3
Carne de ave	140	20.0	7.0	0.0
Hígado de vacuno	135	20.0	4.6	3.3
Pescado fresco	90	18.4	0.8	2.3
Pescado seco y salado	255	47.0	7.4	0.1

Por estos motivos, en los últimos años, la Unión Europea ha lanzado varias iniciativas con el fin de promover la producción y consumo sostenible de alimentos. Estas iniciativas destacan el consumo de alimentos sanos y seguros para la salud (CE 2016), la gestión adecuada de los recursos naturales (CE 2011a), la conservación de mares y océanos (CE 2011b) y la simbiosis industrial (CE 2015). Entre las políticas europeas, destaca la estrategia para la seguridad alimentaria y nutricional (CE 2016). Esta iniciativa fusiona la escasez de recursos naturales, el cambio climático y el crecimiento de la población, lo cual afecta a los sistemas globales de alimentación.

Este trabajo se centra en los productos de pescado, que están ampliamente aceptados como un componente esencial para una dieta sana y equilibrada puesto que tienen un elevado contenido en proteínas y micro-nutrientes como vitaminas y minerales (Carlucci et al. 2015). Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, aproximadamente el 35% de las pérdidas de alimentos son debida a la pesca, procesamiento, distribución y consumo de los productos de pescado.

Por estas razones, este trabajo evalúa y compara el contenido nutricional y el impacto ambiental de distintos productos de anchoa europea (*Engraulis encrasicolus*). Para determinar el impacto de dichos productos se ha utilizado el Análisis de Ciclo de Vida. Por otro lado, las propiedades nutricionales se han calculado por medio del contenido proteico a lo largo de toda la cadena de suministro.

1.2. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una de las herramientas más utilizadas para analizar el impacto ambiental de diferentes alternativas.

ACV se define como la recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los potenciales impactos ambientales de un sistema a través de su ciclo de vida. Por lo tanto, este método se encarga de permitirnos medir el impacto ambiental de un proceso teniendo en cuenta cada una de las etapas del mismo. Se puede aplicar tanto a servicios, como productos o procesos (ISO 14040; ISO 14044).

El ACV está dividido en 4 fases:

- Definición del objetivo y del alcance
- Análisis del inventario
- Evaluación del impacto
- Interpretación

En la figura 1 aparecen las diferentes etapas de ACV y sus aplicaciones directas. Como se aprecia en la figura, las etapas no son independientes unas de otras, sino que interactúan entre sí, todas ellas están interrelacionadas.

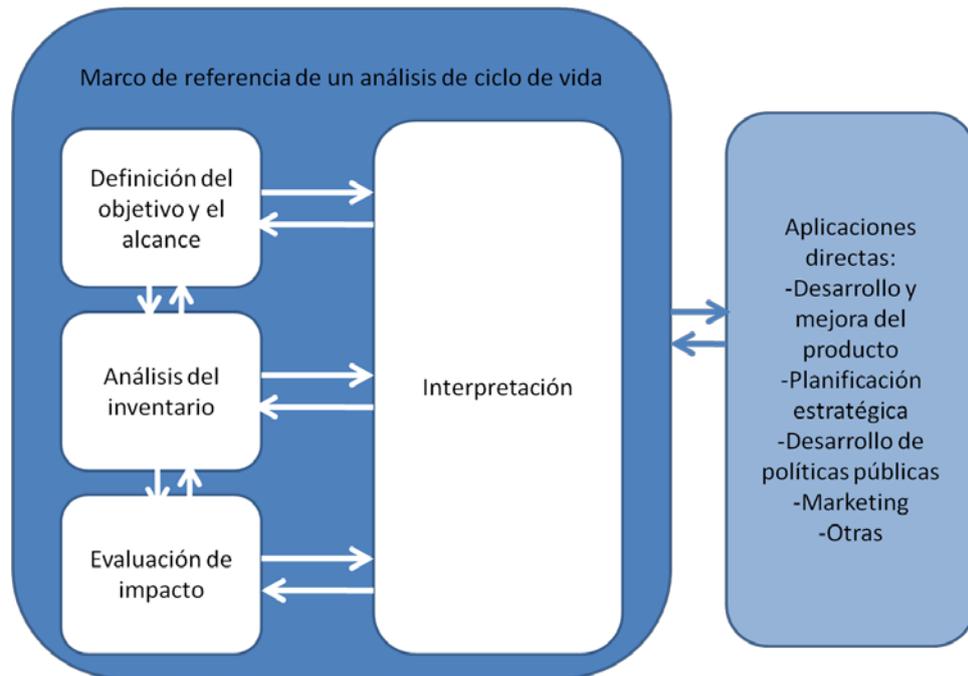


Figura 1. Etapas de ACV

En algunas ocasiones es necesario conocer el impacto ambiental del proceso al completo, es decir, desde la extracción/adquisición de materias primas hasta su fin de vida por lo que se realizan estudios de la “cuna a la tumba”. Sin embargo, esta herramienta se puede utilizar en determinadas etapas del proceso. Por ejemplo:

- Estudios de la “cuna a la puerta”, donde se analiza desde la adquisición y extracción de las materias primas hasta una etapa intermedia del proceso.
- Estudios de “puerta a puerta”, es decir, se estudia el impacto desde un proceso intermedio hasta otro proceso intermedio.
- Estudios de la “puerta a la tumba”, donde solo se tiene en cuenta el impacto ambiental que se produce desde un punto intermedio hasta su fin de vida. (ISO 14040)

Se han realizado numerosos estudios de ACV aplicado a diferentes sistemas de alimentos, y en particular al sector pesquero. La tabla 2 recoge algunos artículos donde se realiza el estudio del ACV en productos del mar.

El mayor impacto de las anchoas en conserva del Cantábrico es debido a las latas de aluminio en las que son envasadas. Los porcentajes que representan el uso de estas latas son: 58 % de la energía total, 61% de materiales y 93 % de agua consumido. Para

reducirlo hay varias alternativas, como el uso de aluminio reciclado, el uso de envases de cristal o de plástico. Sin embargo, este cambio de envasado podría tener menor aceptación social o podría afectar a la calidad del producto final (Laso et al. 2017). Además, Laso et al. 2016, aplica el concepto de economía circular para los residuos de la anchoa generados durante la fabricación de conservas. De esta manera, los deshechos producidos en la limpieza y en el fileteado, que corresponden con un porcentaje bastante alto del total de las anchoas, se han usado para obtener subproductos. Las cabezas y las espinas, obtenidas en la etapa de limpieza, se usan para la obtención de harinas de pescado. Por otro lado, la carne de anchoa retirada en la etapa de fileteado ha sido usada para producir paté.

Almeida et al. 2015 establece que el aceite de oliva y el uso de latas son los dos factores que más influyen en el impacto ambiental. Para intentar minimizar el impacto propone el remplazamiento de las latas de aluminio por latas de plástico o la reducción del aceite de oliva malgastado en el proceso de envasado. A pesar de que el consumo de las sardinas congeladas o frescas reduciría considerablemente el impacto ambiental, estas aportarían menos proteínas al consumidor.

Avadi et al. 2013 aplica el ACV a la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*). Solo un pequeño porcentaje de este tipo de pescado se usa en conserva, utilizando la mayor parte para la fabricación de otra clase de productos, como harinas de pescado. También se ha aplicado el ACV a la anchoveta de Perú (Avadi et al. 2014) y al atún capturado en Ecuador (Avadi et al. 2015). Avadi et al. 2014 compara el impacto ambiental de fabricar diferentes productos de anchoa peruana. El consumo de anchoas en conserva es el que mayor impacto ambiental genera, y al mismo tiempo el que más proteínas aporta. Este impacto ambiental no solo es debido al proceso (donde ya habíamos dicho que la mayor contribución era debida a los envases de aluminio), sino también a que es el escenario donde más porcentaje de la anchoa es desechado. El proceso de conserva, además de tener la etapa de limpieza, como el resto de escenarios, tiene la etapa de fileteado, donde un porcentaje de la anchoa es desperdiciada. El consumo de anchoas usando otro proceso de elaboración, como puede ser frito o en vinagreta reduce el impacto ambiental considerablemente.

Numerosos artículos analizan el ACV de diferentes tipos de pescados, aunque sólo dos de ellos se han centrado en la anchoa del cantábrico, procesándola en conserva. Este trabajo más allá, analizando el nexo que existe entre el impacto ambiental y el contenido nutricional de diferentes productos de anchoa.

Tabla 2. Artículos científicos de diferentes tipos de pescado.

Autor	Pescado	Proceso
Almeida et al. 2015	Sardina de Portugal	Conserva
Avadi et al. 2014	Anchoa de Perú	Fresco/curado/conserva
Avadi et al. 2015	Atún de Ecuador	Congelado/Fresco/Conserva
Hospido et al. 2006	Atún de España	Enlatado
Hospido et al. 2005	Atún de España	Criado
Laso et al. 2016	Anchoa del cantábrico	Conserva
Laso et al. 2017	Anchoa del cantábrico	Conserva
Iribarren et al. 2010	Mejillones de España	Fresco/Enlatado
Vázquez-Rowe et al. 2014	Sardina de Galicia	Enlatado/Fresco/Como cebo

2. DESARROLLO DEL ACV

En este trabajo se ha llevado a cabo un análisis ambiental y nutricional de diferentes tipos de elaboraciones de bocartes (anchoas). Para ello se han seguido las fases desarrolladas en la ISO 14040 y 14044 respecto a la metodología de ACV.

2.1. OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo de este estudio es evaluar y comparar el impacto ambiental y el valor nutricional (tomando como valor de referencia el contenido de proteínas) de diferentes recetas de cocinado de bocartes: bocartes fritos, bocartes rebozados y boquerones en vinagre.

Este análisis se ha realizado de la cuna a la tumba, es decir, desde la obtención de las materias primas hasta su fin de vida. En este caso, desde la pesca del bocarte y la obtención del resto de materias primas hasta el tratamiento de los residuos y desechos generados por los consumidores.

2.1.1. UNIDAD FUNCIONAL

Para llevar a cabo una comparación en los mismos términos es necesario definir una unidad de referencia común. Este estudio ha considerado como unidad funcional 1 kilogramo de bocartes a la entrada de nuestro proceso, es decir, 1 kilogramos de bocartes fresco sin ningún tipo de procesado. Esta unidad facilita la comparación de los diferentes escenarios. Además, esta unidad funcional está acorde con la seleccionada en otros artículos donde se analizan otro tipo de pescados con características similares (Hospido et al. 2006).

2.1.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

En la figura 2 se muestran los tres escenarios estudiados: bocartes fritos, bocartes rebozados y boquerones en vinagre. Este trabajo ha establecido los límites del sistema desde la cuna a la tumba, es decir, desde la extracción de las materias primas hasta la gestión de los residuos producidos por los consumidores.

Todos los escenarios tienen dos etapas en común: la obtención de la materia prima (captura de bocartes) y la refrigeración. Es necesario conocer el tiempo que el producto ha estado en refrigeración, o el tiempo necesario para que sea cocinado. En los tres escenarios se ha tenido en cuenta que el producto está 1 día en refrigeración previamente a aplicar ningún proceso. En el caso de los boquerones en vinagre no necesitan cocinado, pero sí refrigeración después de su preparación, que al igual que antes se ha considerado que es de 1 día. En el caso de los bocartes fritos se ha

considerado que es necesario un tiempo de cocinado de 15 minutos, mientras que en el caso de los rebozados con solo 10 minutos de cocinado se obtiene el producto final.

Bocartes en vinagreta: en primer lugar, los bocartes se limpian con agua. En este proceso se corta la cabeza y se quitan las espinas y las tripas. Estos se gestionan y se depositan en un vertedero en el que se puede recuperar energía por medio del biogás. Después de la limpieza se prepara la vinagreta, donde los bocartes se dejan macerar con vinagre, aceite, ajo y sal. Después de estar durante 1 día en refrigeración se consumen.

Bocartes rebozados: al igual que en los boquerones en vinagre, los bocartes se limpian con agua. Los residuos generados son gestionados y depositados en un vertedero, donde se obtiene energía gracias a la recuperación de biogás. Después, los bocartes se sazonan, se rebozan con huevo y harina y se fríen con aceite de oliva durante 10 minutos. Se considera que el aceite que no ha sido absorbido por el bocarte (aproximadamente el 90%) se tira por el fregadero, por lo que se incorpora a la red de aguas residuales urbanas. Estos residuos son tratados en una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR).

Bocartes fritos: los bocartes se limpian con agua, se sazonan con sal y se rebozan con harina. Después se fríen con aceite durante 15 minutos. El aceite que no ha sido absorbido por los bocartes, al igual que en la receta de los bocartes rebozados, se tira por el fregadero y es tratado en una EDAR. En esta receta, el producto final contiene la cabeza, las tripas y las espinas. Estas partes del producto que las personas no consumen se gestionan como residuo orgánico y se depositan en un vertedero, donde se obtendrá una pequeña cantidad de energía gracias a la recuperación del biogás.

Se ha establecido como regla de corte aquellos flujos de entrada cuya contribución sea menor al 5%. Es decir, aquellas entradas al sistema cuya aportación sea menor del 5% respecto del total de entradas se considera despreciable y se deja fuera de los límites del sistema. Por esta razón, las bolsas de plástico usadas para el transporte del pescado (necesarias para transportar el producto desde que se compra en la lonja hasta donde se cocinan) no se tienen en cuenta. Tampoco se tiene en cuenta el agua usada para limpiar el pescado durante la etapa de preparación.

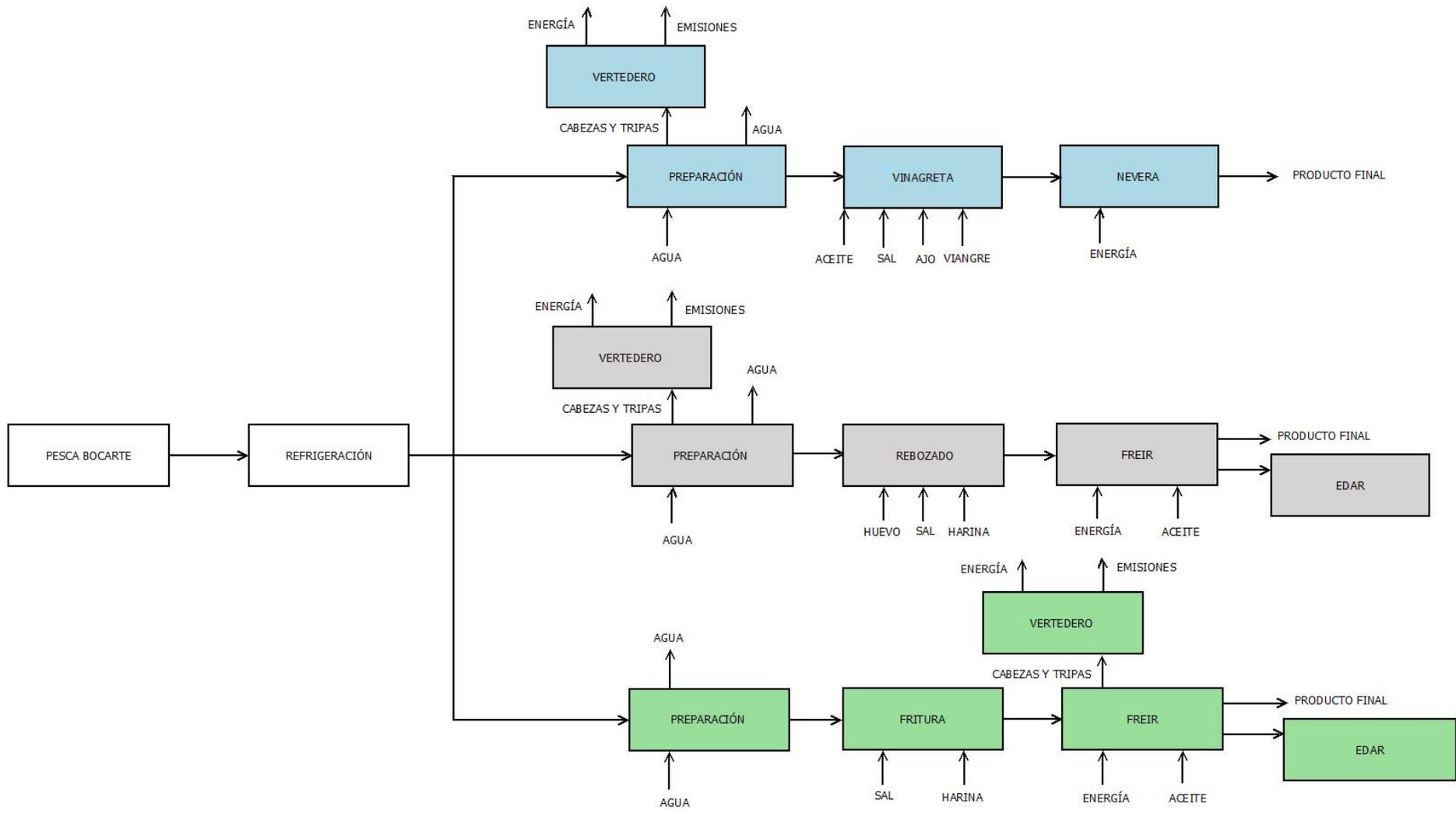


Figura 2. Diagrama de flujo de los tres escenarios posibles.

2.1.3. ASIGNACIONES

Los procesos multifuncionales son aquellos en los que un mismo proceso da lugar a varios productos, por lo que no está claro cuál es el impacto ambiental que le corresponde a cada uno de los productos.

En este caso, en los tres escenarios analizados se obtiene un tipo de bocarte procesado como producto final. Además, la gestión de los residuos en un vertedero genera energía, que es una función adicional. Para gestionar este problema se ha llevado a cabo una expansión del sistema y se han restado las cargas evitadas de producir electricidad por medio del mix eléctrico español de 2016.

2.2. INVENTARIO

Una de las partes más importantes en el ACV de un proceso es el inventario. En esta etapa se obtiene todos los datos necesarios para llevar a cabo el análisis deseado. En la tabla 3 aparecen las fuentes de donde se ha obtenido la cantidad de alimentos en el caso de las recetas, la energía que consumen los electrodomésticos y el impacto ambiental que producen los ingredientes que se van a usar para cocinar las tres recetas.

Tabla 3. Referencias del inventario.

Recetas	Referencia
Receta de bocartes en vinagreta	Cocinando con Goizalde 2017
	El rayador 2013
Receta bocartes rebozados	Cookpad 2013
Receta bocartes fritos	Cookpad 2013
Electrodomésticos	Referencia
Potencia de los electrodomésticos	BOSCH 2016
Alimentos	Referencia
Aceite	OILCA 2011
Harina	ECOINVENT 2013
Ajo	ECOINVENT 2013
Huevo	ECOINVENT 2013
Anchoa	Laso et al. 2016
	Laso et al. 2017
Sal	Onandia 2016
Vinagre	Bartocci et al. 2016

En la tabla 4 se muestra cuanta cantidad de ingredientes es necesario en los tres escenarios posibles. La cantidad de aceite para freír los bocartes se ha conseguido cocinando la receta y midiendo cuanta cantidad de aceite es necesaria para freírlos.

Se han realizado estos cálculos teniendo en cuenta, como ya se ha dicho antes, que la unidad funcional es 1 kilogramo de bocartes a la entrada, es decir, sin limpiar.

Tabla 4. Inventario de los ingredientes de los tres escenarios.

Receta: vinagreta	Cantidad	Unidades
Bocartes sin limpiar	1000	g
Cabezas y tripas	210	g
Vinagre	0.8	l
Aceite	0.4	l
Ajo	112	g
Agua	0.2	l
Sal	64	g
Receta: bocartes rebozados	Cantidad	Unidades
Bocartes sin limpiar	1000	g
Cabezas y tripas	210	g
Huevo	252	g
Sal	0.83	g
Aceite	0.5	l
Harina	333.33	g
Receta: bocartes fritos	Cantidad	Unidades
Bocartes sin limpiar	1000	g
Cabezas y tripas	210	g
Sal	0.83	g
Aceite	0.5	l
Harina	333.33	g

Para realizar los cálculos es necesario la densidad del aceite y vinagre. El valor de la densidad del vinagre utilizado ha sido 1.08 g/cm³ (Mott 2006) y el valor de la densidad del aceite de 0.913 g/cm³ (FAO 2001).

En alguna de las etapas del proceso, como se ha explicado previamente, es necesaria la refrigeración. En la tabla A1.1 situada en los Anexos se muestran los consumos de energía de diferentes tipos de frigoríficos: combi, frigorífico con una sola puerta y

americano. El consumo usado ha sido el de frigorífico combi ya que es la nevera más común en los hogares. El modelo de frigorífico empleado ha sido Serie | 6 KGN36XI32 de la marca BOSCH, que tiene un consumo de energía de 258 kWh/año.

En dos de los escenarios posibles es necesario el cocinado de los bocartes, por lo que se han buscado cuatro tipos de cocina diferentes: cocina de gas con 3 fuegos, cocina de gas con 4 fuegos, vitrocerámica de 4 fuegos y placas de inducción. Los datos de cada una aparecen en la tabla A1.2 situada en los Anexos. La cocina más usada es la vitrocerámica y se ha usado el modelo Serie | 4 PKF631B17E. El dato de la potencia se ha tomado del segundo calentador por lo que el valor usado es de 2 KW.

La tabla 5 muestra los datos del transporte relacionados con los ingredientes necesarios para llevar a cabo las recetas. Se ha tenido en cuenta que el lugar de preparación de los alimentos está situado en Santander. El vinagre es producido en Torrijos (Toledo), el aceite se fabrica en Andújar (Jaén) y la sal en las Salinas de Odiel (Huelva). Se considera que los bocartes se compran directamente en la lonja de Santander, y el trayecto desde la lonja hasta el hogar donde van a ser consumidos se realiza a pie. También se considera que los camiones transportan los alimentos desde donde son producidos hasta los supermercados situados en Santander, donde el consumidor va a hacer la compra a pie, por lo tanto, el impacto debido al transporte será el generado por los camiones. Según el artículo (Martín 2008) a la hora de elegir establecimiento para realizar la compra se intenta buscar uno cercano en el que sea posible ir a pie ya que el 71.3% de las personas va andando frente al 20.2% que utiliza el coche (Martín 2008).

Además, los residuos generados se transportan desde Santander hasta el vertedero que está situado en Meruelo, ambos lugares están ubicados en Cantabria.

Tabla 5. Datos del transporte de los ingredientes

Alimento	Distancia (km)	Autovía (%)	Fuera ciudad (%)	Dentro ciudad (%)
Vinagre	515.3	95.96	3.65	0.89
Aceite	764.6	86.32	13.08	0.60
Sal	913.7	99.38	0.12	0.50
Vertedero	33.90	74.65	19.21	6.23

2.3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO

Para llevar a cabo esta etapa se ha utilizado el software Gabi 6.0 y el método de evaluación de impacto de CML-IA (Guinée et al. 2002). Este método cuantifica el impacto de 12 categorías diferentes: agotamiento abiótico (ADP), agotamiento abiótico (ADP fósil), acidificación (AP), eutrofización (EP), ecotoxicidad acuática en agua dulce (FAETP), calentamiento global (GWP), calentamiento global sin carbón biogénico (GWPC), toxicidad para el ser humano (HTC), ecotoxicidad acuática marina (MAETP), agotamiento de la capa de ozono (ODP), oxidación fotoquímica (POCP) y ecotoxicidad terrestre (TETP).

En este trabajo se va a analizar únicamente cinco de estas categorías: AP, EP, POCP, ODP y GWP. Se ha considerado que son las más representativas y permiten tener una visión global del impacto de todo el proceso estudiado. Comparando estas cinco categorías podremos conocer cuál de los procesos afecta más a cada una de estas categorías y en qué porcentaje contribuyen a aumentar los valores totales.

2.4. ANÁLISIS DE PROTEÍNAS

Para poder realizar el análisis nutricional de las recetas estudiadas es necesario conocer el contenido proteico de cada uno de los alimentos preparados. En la tabla 6 se muestran la cantidad de proteínas por cada 100 g de cada ingrediente (USDA 2017). Algunos de ellos, como el vinagre, el aceite de oliva y la sal no contienen proteínas. El bocarte es el ingrediente que mayor cantidad de proteínas aporta en las tres recetas analizadas.

Tabla 6. Datos de las proteínas que contiene 100 g de alimento.

Alimento	Contenido proteico por cada 100 g (g)
Harina	10.00
Vinagre	0
Aceite de oliva	0
Sal	0
Huevo	12.70
Ajo	3.57
Bocarte	20.35

La Figura 3 muestra los balances de proteínas de las tres alternativas estudiadas. La diferencia de cantidad de proteínas en el producto final viene condicionada por los ingredientes utilizados en cada receta. La primera figura muestra el balance de proteínas de los boquerones en vinagre. El producto final de este escenario posee 164.74 g de proteínas, el valor más bajo de las tres recetas estudiadas. Al analizar los ingredientes de este escenario se observa que los bocartes y los ajos son las únicas materias primas que aportan proteínas en la preparación de esta receta. La mayor cantidad de proteínas en el producto final se obtienen en la receta de los bocartes rebozados con 226.10 g. Este escenario aparece representado en la segunda figura y se puede observar como la harina y el huevo, ingredientes necesarios para el rebozado, aumentan el valor proteico considerablemente. Por último, en la última figura aparece representado el balance de las proteínas de los bocartes fritos con un valor proteico de su producto final de 187.10 g. En este caso, la cantidad de proteínas es menor que en los bocartes rebozados ya que no son necesarios los huevos como ingredientes. Sin embargo, la cantidad de proteínas es más elevada que en los boquerones en vinagre ya que el uso de la harina aporta 33 g de proteínas frente a los 3.99 g del ajo.

Por lo tanto, el escenario de los bocartes rebozados es el que mayor cantidad de proteínas aporta gracias al huevo, mientras que, los boquerones en vinagre es el escenario que menor valor proteico posee.

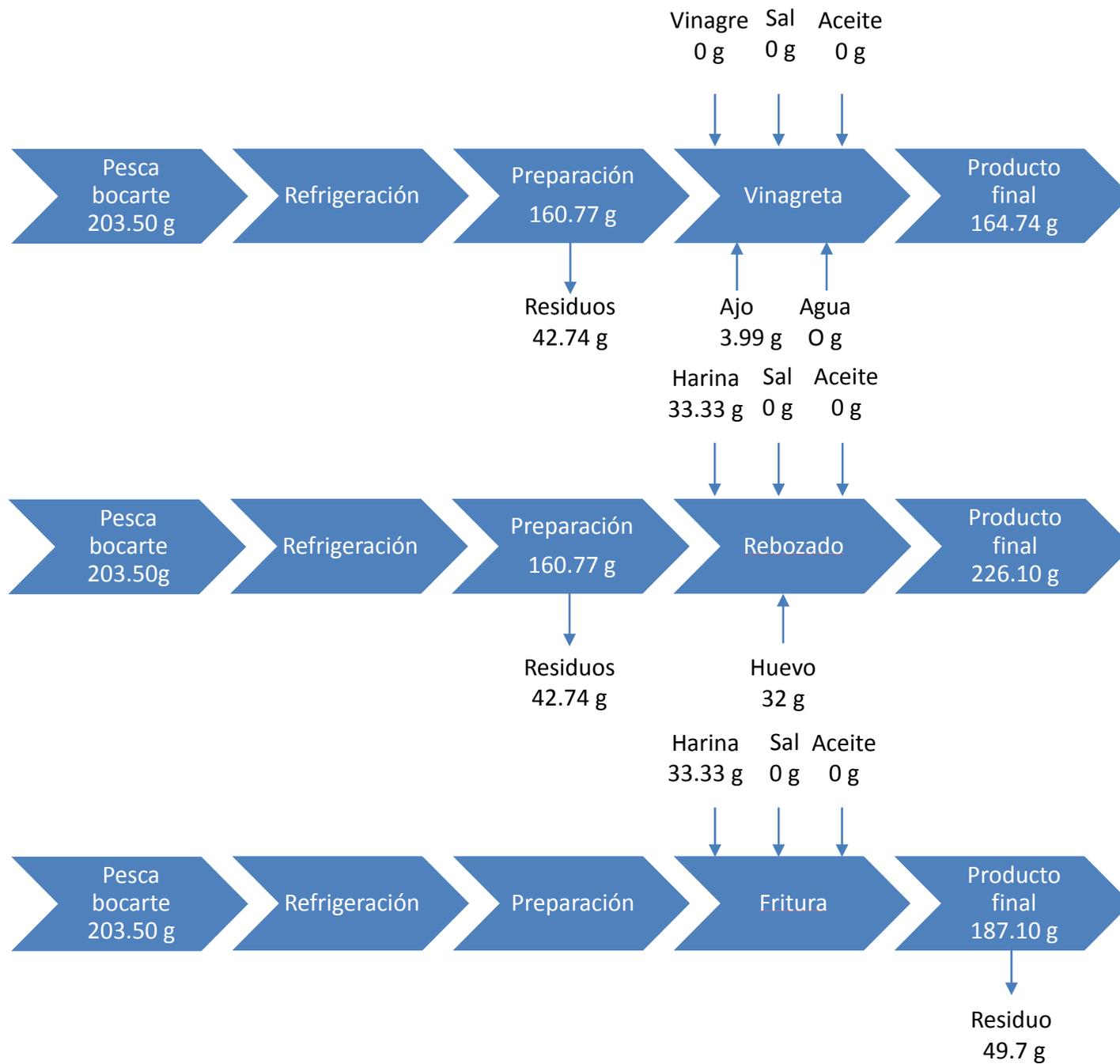


Figura 3. Representación del análisis de proteínas de los boquerones en vinagre, bocartes rebozados y bocartes fritos.

2.5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación, se representan las categorías de impacto seleccionadas frente al contenido proteico del producto final. Cada figura corresponde con una categoría estudiada, donde se analizan los tres escenarios.

La Figura 4 representa la AP (kg SO₂ equivalente) frente al contenido proteico de los productos de anchoa estudiados. El impacto de esta categoría viene dado por las emisiones de: SO₂, HCl, HF, NO₂ y H₂SO₄.

Como se puede observar, los bocartes en vinagreta tienen la menor cantidad de proteínas y emite menor cantidad de kg de SO₂ que el resto de escenarios. Esto es debido a los ingredientes utilizados para cocinar la receta, ya que solo los bocartes y el ajo contienen proteínas. Los bocartes aportan 160.77 g y los ajos tan solo aportan 3.99 g de proteínas.

En los bocartes fritos y rebozados se aprecia diferencia en el valor proteico, siendo los bocartes rebozados los que mayor cantidad poseen. Se debe a que en los bocartes rebozados uno de los ingredientes es el huevo, lo que incrementa la cantidad de proteínas utilizadas. Los bocartes fritos al no ser cocinados con este ingrediente la cantidad de proteínas en el producto final es menor. Los bocartes fritos producen $3.3 \cdot 10^{-3}$ kg de SO₂ eq, cantidad muy similar a la producida en los boquerones en vinagre ($5.42 \cdot 10^{-3}$ kg de SO₂ eq). Sin embargo, en los bocartes rebozados la cantidad emitida es ligeramente superior ($3.91 \cdot 10^{-2}$ kg de SO₂ eq).

El incremento del impacto ambiental en los bocartes rebozados frente a los bocartes fritos se debe al uso del huevo. Esto se explica teniendo en cuenta que es necesario cuidar las gallinas que los producen, lo que incluye tratar los residuos que generan y alimentarlas con piensos, para los que es necesario el uso de fertilizantes. Por esta razón, en el caso de los bocartes fritos, donde no se utiliza huevo para la preparación de la receta este porcentaje es ligeramente inferior. En ese caso, las materias primas que más impacto ambiental conllevan son el aceite y la harina, que para producirlos también es necesario el uso de abonos y fertilizantes.

La Figura 5 muestra la contribución de las distintas etapas (producción y transporte de materias primas, refrigeración, preparación y fin de vida) en el AP producido. En los boquerones en vinagre las etapas que más contribuyen a incrementar el impacto son la refrigeración y la preparación de la receta con un 33.78%, donde en ambos casos se emplea refrigeración durante un día. La producción y transporte de materias primas también contribuye con un porcentaje alto, aunque algo inferior, que corresponde con el 31.73 %. El fin de vida corresponde con el 0.72 %.

En la refrigeración y la preparación se llega a los valores más altos de esta etapa porque la producción del mix eléctrico español hace que las emisiones de SO_2 y NO_2 sean elevadas.

Tanto en el transporte en camiones como el fuel consumido por los barcos durante la pesca producen NO_2 y SO_2 . Los barcos funcionan con fuelóleo, lo que provoca emisiones que hacen que el impacto de la AP aumente. Además, los fertilizantes usados para el cultivo de algunas de las materias primas también deben tenerse en cuenta en esta categoría. Los fertilizantes están compuestos por nitrato, fósforo y potasio (N-P-K), por lo tanto, esta categoría se verá afectada.

La etapa de fin de vida contribuye un 0.72%. El balance del transporte de los desechos, el tratamiento de residuos y la producción de energía se hace casi nulo. Es decir, las emisiones producidas por el transporte y los tratamientos de desechos se ven compensadas con la energía ahorrada al obtener energía de la recuperación de biogás.

En la producción y el transporte de las materias primas se puede observar cómo, en el escenario de los bocartes rebozados, el porcentaje es mayor que en la receta de bocartes fritos. En la receta de los bocartes rebozados el porcentaje es de 93.05%, mientras que en los bocartes fritos es de 52.33%.

En la etapa de refrigeración de los bocartes fritos y de los bocartes rebozados se produce mayor impacto ambiental que en la de cocinado. Esta diferencia se debe a los distintos tiempos de uso de los equipos de cada etapa. En el caso de la nevera, a pesar de que

consume menor cantidad de energía, está en funcionamiento durante 1 día, mientras que la cocina tan solo unos minutos.

El porcentaje que refleja el impacto del fin de vida en ambos casos es muy bajo. En el caso de los bocartes rebozados el porcentaje es de 0.06% y en el caso de los bocartes fritos el porcentaje es de 0.35 %. Estos porcentajes tan reducidos son debidos a que el impacto producido por el vertedero y la EDAR se ven compensados con la energía producida, es decir, con la recuperación del biogás del vertedero. Este hecho hace disminuir considerablemente el porcentaje de impacto ambiental de esta etapa.

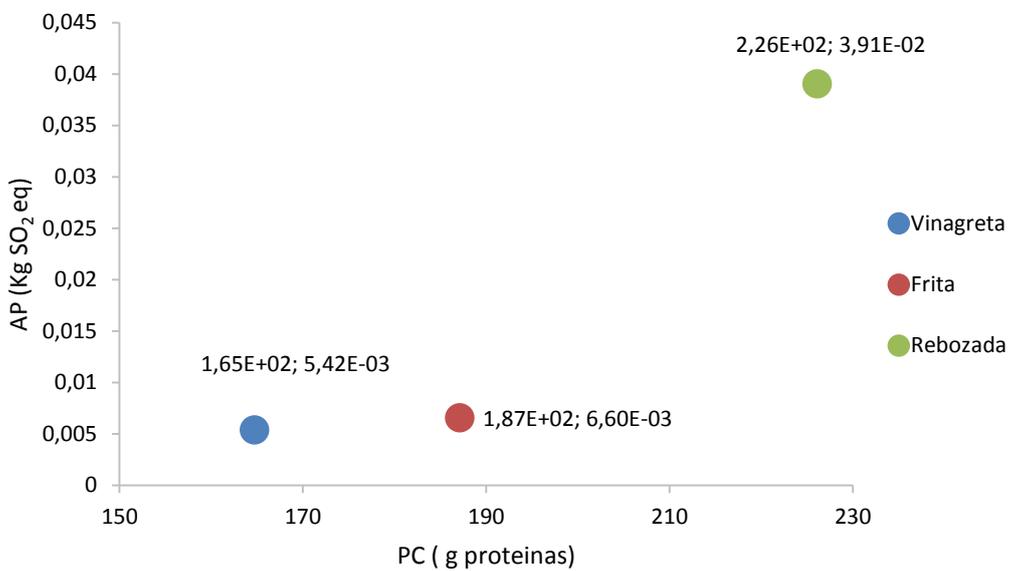


Figura 4. Representación de acidificación (AP) frente al contenido proteico (PC) del producto final.

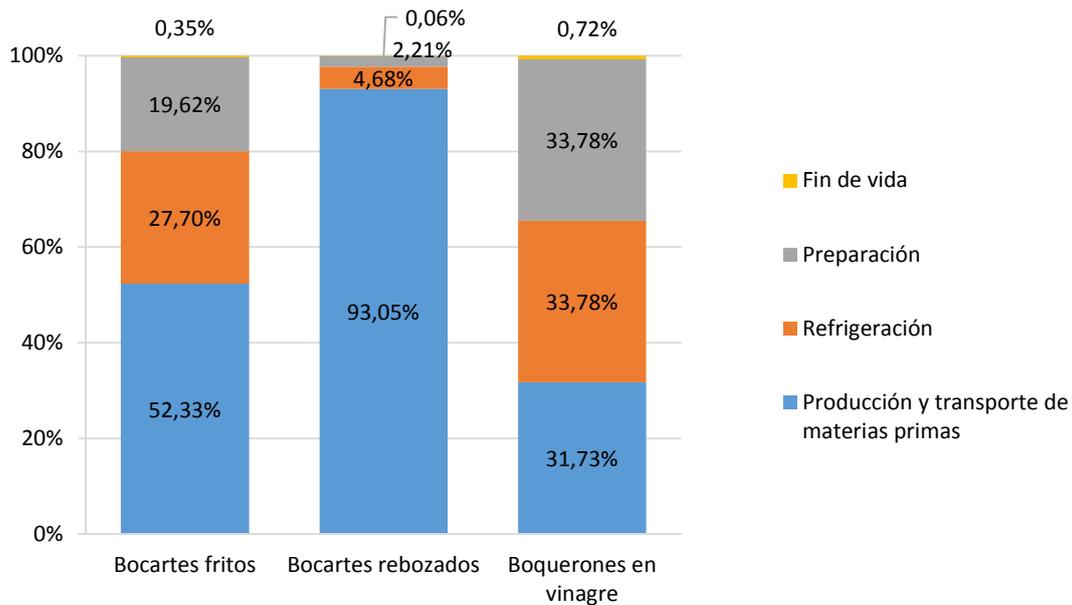


Figura 5. Contribución de las etapas de ciclo de vida a la acidificación (AP) para cada uno de los escenarios estudiados.

El valor de EP frente al contenido proteico del producto final se representa en la Figura 6. En el caso de la EP, tienen influencia las emisiones de NO₂, NO, NO_x, amoníaco, nitrógeno, fósforo, COD y PO₄. La contribución de cada etapa al impacto total aparece representada en la Figura 7.

Los boquerones en vinagreta son los que menor impacto ambiental tienen en esta categoría ($8.03 \cdot 10^{-4}$ kg PO₄⁻³eq). Además, proporcionan la cantidad más baja de proteínas al ingerir el producto procesado, ya que los bocartes y los ajos son los únicos ingredientes en esta receta que poseen proteínas. Los bocartes rebozados y fritos son los escenarios con los que se consigue mayor cantidad de proteínas. Analizando los bocartes fritos y los bocartes rebozados, los rebozados aportan la mayor cantidad de proteínas, pero también mayor impacto. Esto es debido, como se ha comentado anteriormente, al uso del huevo. Al mismo tiempo que incrementan el valor proteico estos ingredientes hacen que el impacto sea mayor. Los bocartes fritos generan un impacto de $2.75 \cdot 10^{-3}$ kg PO₄⁻³eq, mientras que los rebozados producen $1.51 \cdot 10^{-2}$ kg PO₄⁻³eq.

³eq. Los fertilizantes usados en el cultivo del pienso de las gallinas y el fósforo proveniente de los residuos que generan aumentan el impacto de esta categoría.

En el escenario de los boquerones en vinagre, la producción y el transporte de las materias primas es la etapa que mayor contribución posee en esta categoría, con un 39.21%. El transporte de los ingredientes de la receta se realiza mediante camiones que usan combustible diésel. Además, para la producción de algunas materias primas, como puede ser el ajo, el vinagre o el aceite es necesario el uso de fertilizantes, que contribuye al aumento de sustancias que contienen nitrógeno y fósforo.

En la refrigeración y en la preparación de la receta la contribución al impacto ambiental es de 14.78%. Ambas son iguales ya que para las dos etapas es necesario el uso del refrigerador durante el mismo tiempo.

En la etapa de fin de vida, donde se han vertido los residuos, se producen emisiones al agua. En esta etapa se consigue el segundo porcentaje más alto después de la producción y transporte de materias primas, con un valor de 31.23%.

En la EP en el caso de los bocartes rebozados y fritos, la contribución a la producción y el transporte de las materias primas es la más alta. En los bocartes fritos el porcentaje es del 83.65%, mientras que en el caso de los bocartes rebozados es del 97.21%. En esta categoría hay que hacer referencia al transporte de materias primas en camión, donde se realizan emisiones al agua que afectan a esta categoría. Además del uso de fertilizantes para producir las materias primas. En este caso, los bocartes rebozados tienen mayor porcentaje que los fritos, lo que se explica por la presencia de huevos en la receta y, como se ha explicado anteriormente, esto tiene un significado negativo en cuanto al impacto.

En ambos escenarios el porcentaje de la refrigeración es mayor que en la preparación de la receta, ya que a pesar de que la nevera consume más energía es necesario que esté encendida durante un día entero.

El porcentaje de fin de vida es considerablemente mayor en el caso de los bocartes fritos, con un 8.98%, frente al 1.64% de los bocartes rebozados. Las emisiones del vertedero son las que hacen que este valor aumente.

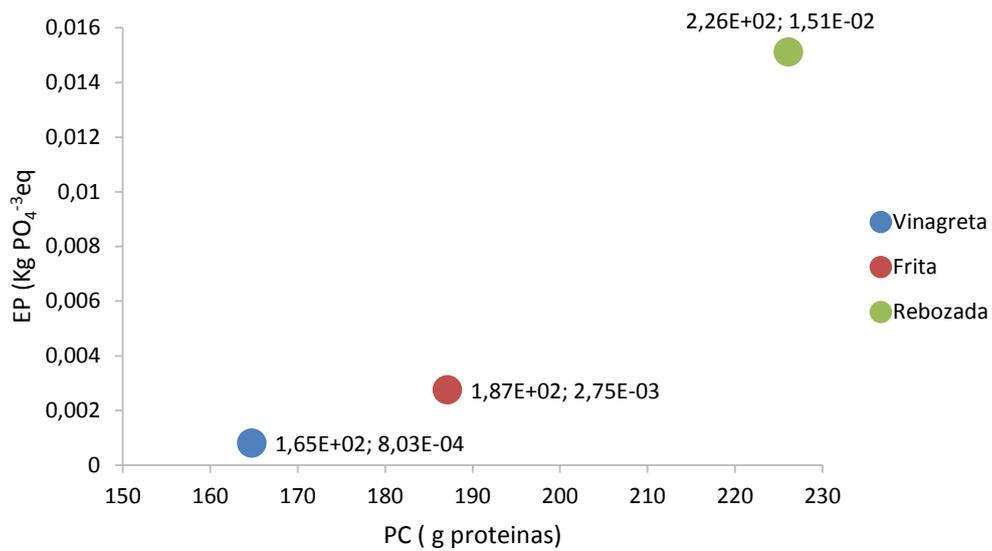


Figura 6. Representación de eutrofización (EP) frente al contenido proteico (PC) del producto final.

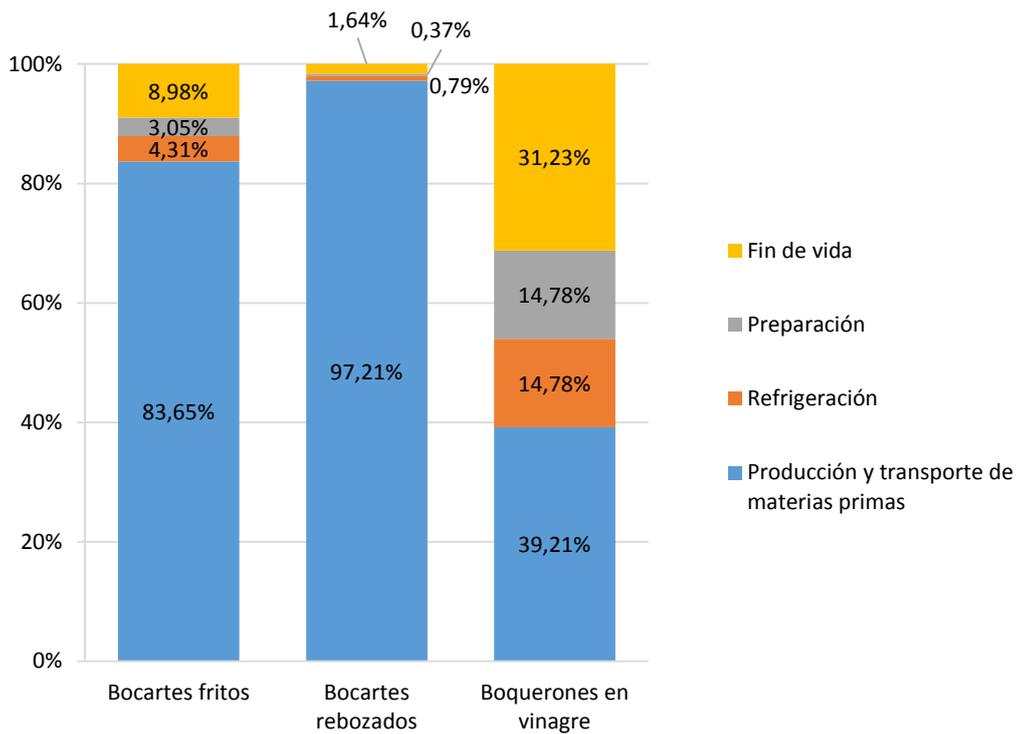


Figura 7. Contribución de las etapas de ciclo de vida a la eutrofización (EP) para cada uno de los escenarios estudiados.

La siguiente categoría que se analizará es GWP y está representada en las Figuras 8 y 9. La Figura 8 muestra el valor proteico frente al impacto. Por otro lado, la Figura 9 representa el porcentaje que cada etapa contribuye a esta categoría en los tres escenarios estudiados.

Al igual que en los escenarios ya explicados, los boquerones en vinagreta son los que menor cantidad de proteínas poseen (164.7 g). Sin embargo, en esta categoría son los que más contribuyen, 1.21 kg CO₂ eq. Esto se debe a la producción de vinagre, ya que siendo uno de los principales ingredientes de esta receta, su producción genera gases que afectan al calentamiento global. Entre otras emisiones, en la producción del vinagre se produce CO₂ durante la fermentación, lo que aumenta el valor de este impacto.

En las otras dos alternativas no es necesario este ingrediente, por lo que el impacto no se ve incrementado de igual manera. Los bocartes fritos, al igual que en las categorías estudiadas anteriormente, tienen menor cantidad de proteínas que los bocartes rebozados. Sin embargo, en esta ocasión tienen mayor impacto ambiental que los bocartes rebozados, aunque la diferencia entre ambos es mínima. En este escenario los bocartes rebozados tienen 0.84 kg de CO₂ eq mientras que los fritos 1.12 kg CO₂ eq. Esto es debido a que en el caso de los bocartes rebozados se fríen en 10 minutos mientras que para cocinar los fritos es necesario 15 minutos, por tanto, la energía necesaria para cocinar los bocartes fritos es mayor y con ella el impacto generado. La producción de energía con el mix eléctrico español, emite gran cantidad de gases de efecto invernadero que se acumulan en la atmósfera y no permiten salir la radiación del sol.

En el caso de los boquerones en vinagre, GWP sigue el mismo patrón que las categorías descritas, aunque los porcentajes están más igualados. El mayor porcentaje corresponde con la producción y el transporte de las materias primas. El uso de energía para la preparación de la receta y la fabricación de los ingredientes son los procesos que más incrementan el impacto de esta etapa. EL mix eléctrico español, como ya se ha dicho antes, emite numerosos gases de efecto invernadero, entre los que destacan el CO₂. En la producción agrícola de algunos de los ingredientes, como el ajo o el vinagre también se producen numerosos gases de efecto invernadero, como el CO₂ y los óxidos de nitrógeno procedentes de los fertilizantes.

La refrigeración y la preparación de la receta corresponden, como se observa en la Figura 9, con el 22.3%, mientras que el fin de vida corresponde con un 21.31%. Tanto para la etapa de refrigeración como para la de preparación de la receta es necesario el uso de la nevera durante 1 día. Por tanto, debido al mix eléctrico usado en España, la emisión de gases de efecto invernadero será alta. Sin embargo, en el fin de vida las emisiones producidas por el vertedero incluyendo el transporte hasta allí están paliadas por la obtención de una cantidad de energía en la recuperación de biogás.

En los escenarios de los bocartes fritos y rebozados sigue siendo predominante el porcentaje que representa la producción y el transporte de las materias primas, que corresponden con un 72.91% en los bocartes rebozados y 36.40% en los bocartes fritos. En este caso, esta gran diferencia es debida, como en otras ocasiones, al uso del huevo como ingrediente. La cría de gallinas produce CH_4 , CO_2 y óxidos de nitrógeno, aunque en menor cantidad que en otro tipo de explotaciones ganaderas.

La segunda etapa que mayor impacto produce es la de refrigeración, alcanzando unos porcentajes de 24.09% en el caso de los bocartes fritos y 11.27% en el caso de los bocartes rebozados. El uso del frigorífico durante 1 día entero consume una gran cantidad de energía y para producirla se emiten gran cantidad de gases de efecto invernadero.

En la etapa de preparación de la receta los bocartes fritos representan el 17.06% mientras que los bocartes rebozados representan el 5.32%. El impacto de esta etapa es inferior al de refrigeración ya que, a pesar de consumir más energía la cocina que el refrigerador, tan solo está encendida 10 minutos en el caso de los bocartes rebozados y 15 minutos en la receta de los bocartes fritos, mientras que la nevera está durante 1 día en funcionamiento.

El fin de vida corresponde con los porcentajes más altos de las 5 categorías estudiadas. En el caso de los bocartes fritos el porcentaje es de 22.44%, mientras que en los bocartes rebozados el porcentaje es de 10.50%. Esto es debido a que el transporte de los residuos hasta el vertedero y el propio vertido incrementa el impacto, ya que se producen emisiones de CO_2 y óxidos nitrogenados.

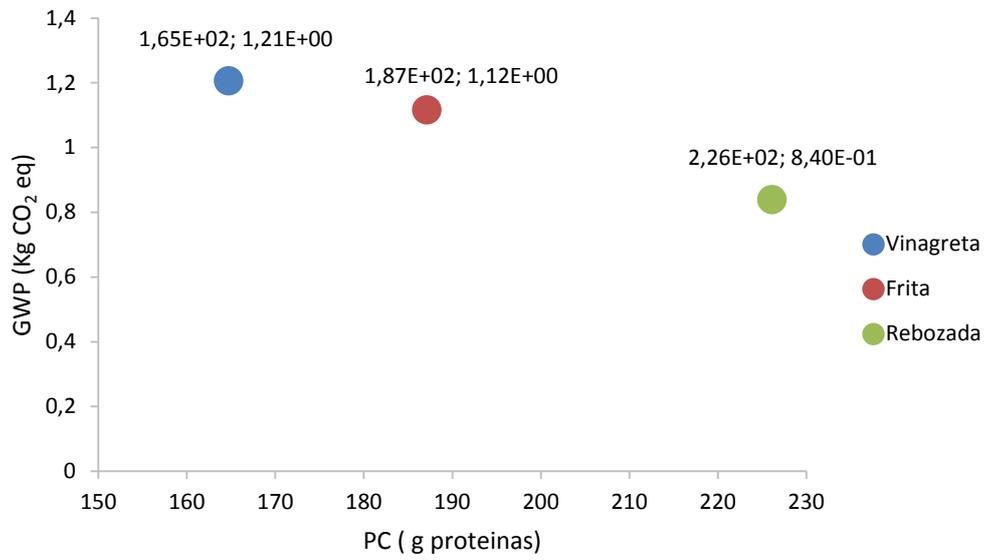


Figura 8. Representación de calentamiento global (GWP) frente al contenido proteico (PC) del producto final.

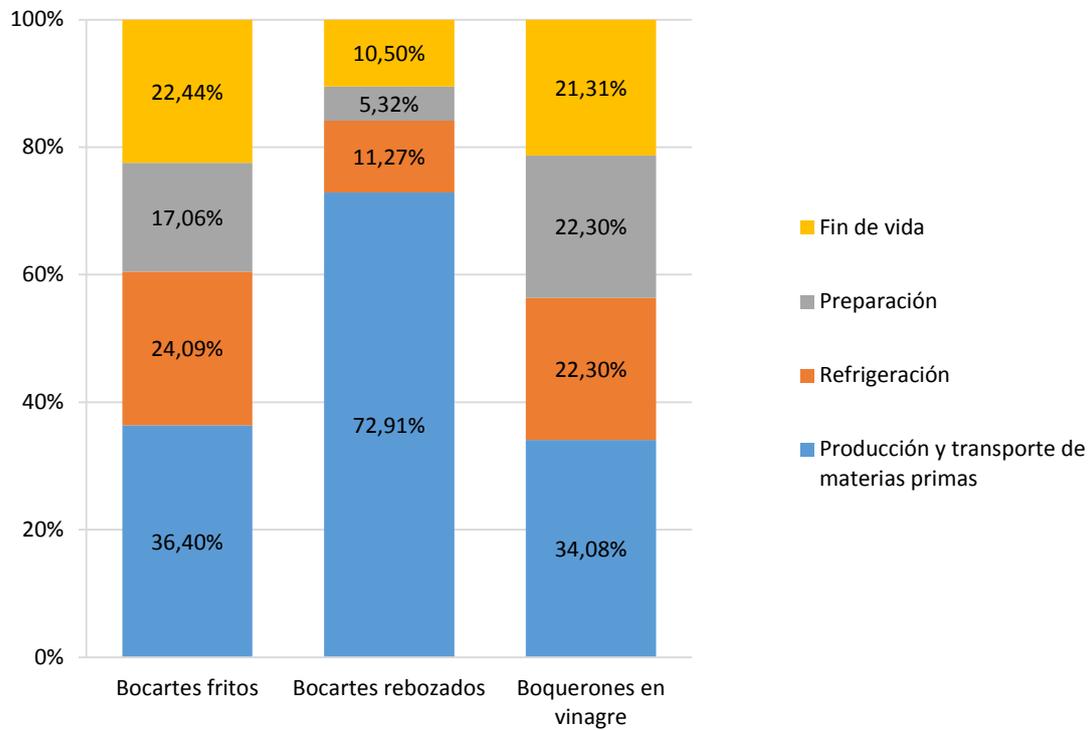


Figura 9. Contribución de las etapas de ciclo de vida al calentamiento global (GWP) para cada uno de los escenarios estudiados.

La categoría ODP frente al análisis proteico está representado en la Figura 10. La Figura 11 muestra el porcentaje que cada etapa aporta al impacto total representando los tres escenarios analizados.

Los gases que influyen en el ODP son los clorofluorocarbonos (CFC's) junto con los hidroclorofluorocarburos (HCFC). También hay otros gases que aumentan el impacto de esta categoría, como el tetracloruro de carbono, el 1,1,1-tricloroetano y el bromuro de metilo. El uso de CFC's está prohibido actualmente, aunque se ha usado con anterioridad para refrigerar vehículos. Actualmente se usa los HCFC's en sustitución. Además, el bromuro de metilo, otro de los gases que contribuyen a este impacto, es usado como fumigante en los campos de materias primas necesarias para conseguir elaborar nuestra receta.

Los boquerones en vinagre contienen menor cantidad de proteínas y mayor impacto ambiental. Los bocartes fritos contienen menor cantidad de proteínas y menor cantidad de impacto ambiental que los bocartes rebozados, aunque como ya se ha dicho antes, las diferencias son mínimas. El valor del impacto ambiental de los bocartes fritos es de $6.98 \cdot 10^{-9}$ kg de R11 eq y el de los bocartes rebozados de $3.34 \cdot 10^{-8}$ kg de R11 eq.

Analizando profundamente el escenario de los boquerones en vinagre, el 98.9% del impacto de esta categoría corresponde con la etapa de producción y transporte de materias primas. El 0.55% corresponde con la refrigeración y la preparación de la receta, para ambas es necesario el uso de la nevera durante 1 día. El porcentaje que corresponde con el fin de vida es nulo. La etapa de producción y transporte de materias primas corresponde con el porcentaje más alto en este escenario. Esto es debido, a los gases emitidos durante el transporte de los ingredientes hasta que llegan al hogar donde serán consumidos y al impacto producido en la fabricación de ingredientes.

Cuando se analizan los escenarios de los bocartes fritos y rebozados, los porcentajes de la producción y el transporte de materias primas vuelven a ocupar el papel más importante, alcanzando el 99.55% en el caso de los bocartes rebozados y 97.48% en los bocartes fritos. Este porcentaje es alto ya que en el impacto ambiental se tiene en cuenta el transporte de las materias primas y de su cultivo, para el que es necesario fertilizantes y abonos. Cuando se emite NO en el transporte y reacciona con el oxígeno

que hay en la atmósfera se incrementa la cantidad de ozono, lo que también es perjudicial ambientalmente. El impacto ambiental es algo mayor en el caso de los bocartes rebozados, ya que es necesario el cuidado de gallinas, que incluye el tratamiento de sus residuos y su alimentación. El bromuro de metilo, que es uno de los gases que se produce con el uso de fertilizantes, influye negativamente en esta categoría, por lo que hace que aumente el impacto.

La refrigeración sigue teniendo valores superiores a la preparación, duplicando su valor en el caso de los bocartes rebozados. En la refrigeración de los bocartes fritos, el impacto es de 1.48%, mientras que en los bocartes rebozados es de 0.31%. En la preparación de los bocartes fritos el impacto ambiental es de 1.05% mientras que en los bocartes rebozados es de 0.15%. El porcentaje referido a la preparación es mayor en los bocartes fritos ya que el tiempo necesario para cocinarlos es de 15 minutos, mientras que el tiempo necesario para cocinar bocartes rebozados es de 10 minutos. Como ya se ha explicado, las emisiones son debidas a los combustibles fósiles que se usan para la producción de energía.

El impacto de fin de vida en los bocartes fritos es de -0.01% y en los bocartes rebozados es casi nulo. Con la recuperación de biogás del vertedero se evita emitir impactos, que en este caso son mayores que los generados por el transporte de los residuos, su vertido y el tratamiento de los residuos por la EDAR. Por esta razón ambos porcentajes tienen valores tan bajos.

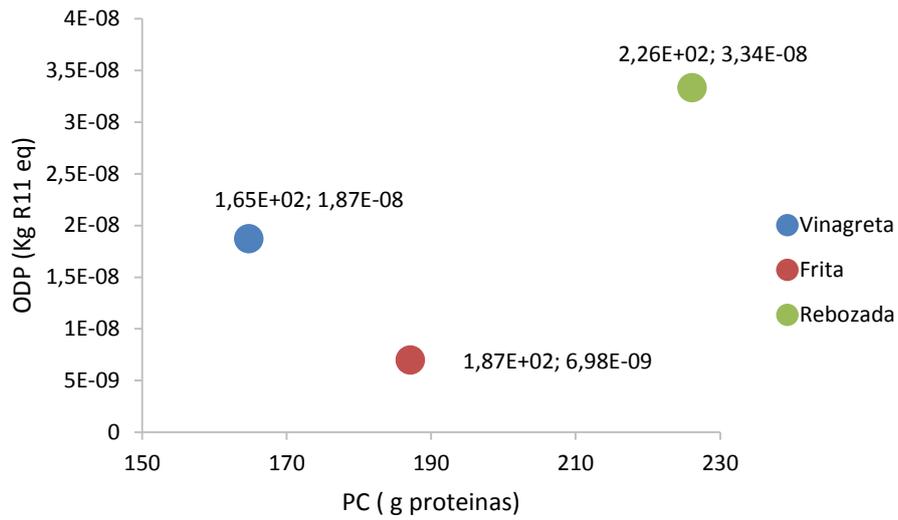


Figura 10. Representación de agotamiento de la capa de ozono (ODP) frente al contenido proteico del producto final.

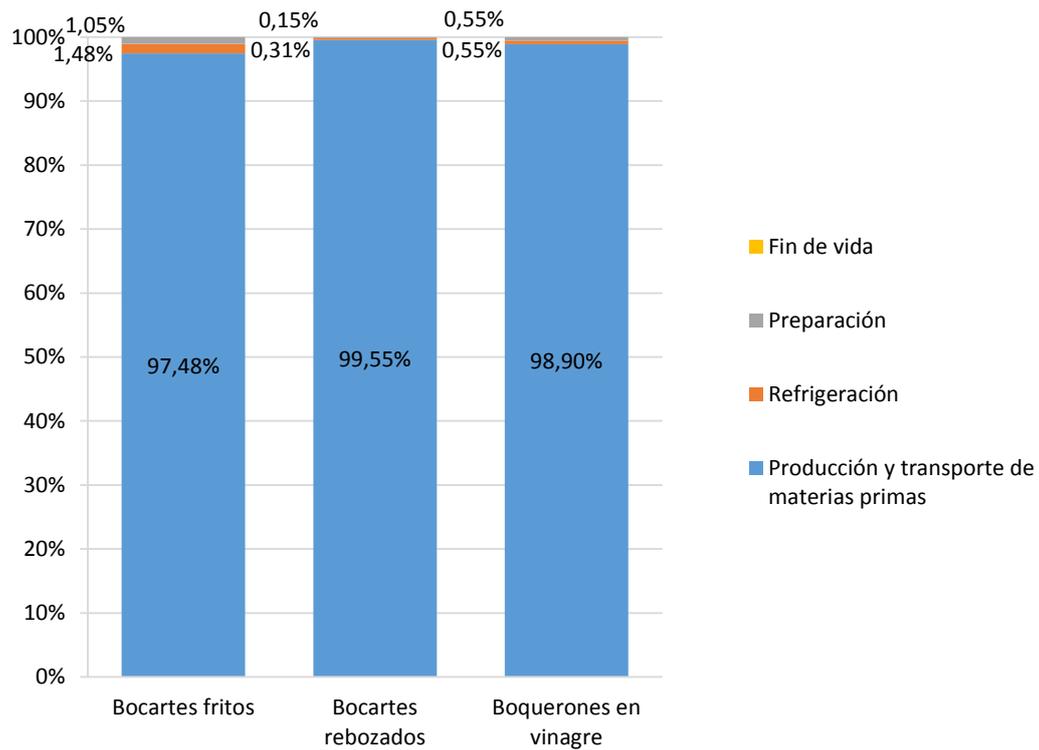


Figura 11. Contribución de las etapas de ciclo de vida al agotamiento de la capa de ozono (ODP) para cada uno de los escenarios estudiados.

La última categoría que analizar es POCP. La Figura 12 representa el impacto ambiental POCP frente al contenido proteico del producto final. En la Figura 13 aparece representados los tres escenarios y la contribución de cada etapa al impacto total generado. En esta categoría se ven involucrados los alcanos, los alquenos, alquinos, aromáticos, aldehídos, cetonas, alcoholes, ésteres, ácidos orgánicos, éteres, halocarburos y otros contaminantes como óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. Cuando la luz ultravioleta de los rayos del sol está en contacto con compuestos como los óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y oxígeno, aparecen agentes oxidantes.

Al igual que en los casos anteriores, el escenario de los boquerones en vinagre es el que menos cantidad de proteínas posee en el producto final con 164.7 gramos. A su vez produce con $4.05 \cdot 10^{-4}$ kg de eteno eq. Comparando los dos escenarios restantes, los bocartes fritos tienen menor cantidad de proteínas en el producto final que los bocartes rebozados, pero también el impacto ambiental es menor, aunque la diferencia entre ellos es muy pequeña, $3.24 \cdot 10^{-4}$ kg de eteno frente a $4.83 \cdot 10^{-4}$ kg de eteno eq de los bocartes rebozados.

El impacto más bajo en el escenario de los boquerones en vinagre corresponde, como en otras ocasiones, al fin de vida con un 13.25 %. La refrigeración y la preparación de la receta tienen un valor alto, siendo éste del 25%. La producción y el transporte de las materias primas, como ya se ha analizado en otras categorías, tienen el valor más alto con un porcentaje de 36.76%.

En el escenario de los boquerones en vinagre, la producción y el transporte de materias primas es la etapa que mayor impacto ambiental produce. Esto se debe a los fertilizantes usados para cultivar las materias primas necesarias para la receta y al transporte, donde se realizan emisiones de gases como pueden ser NO y HC que, acompañados de radiación ultravioleta, contribuyen a aumentar el impacto de esta categoría.

En la refrigeración y la preparación de la receta el porcentaje es del 25% en ambos casos. Este valor es debido a los gases emitidos para la producción de la suficiente energía para mantener el refrigerador encendido durante 1 día. Al igual que en el transporte, se oxidan con las radiaciones ultravioletas y aumentan el porcentaje de impacto ambiental.

En este caso, el fin de vida corresponde con el porcentaje más bajo, ya que los gases emitidos durante el tratamiento de los residuos se ven compensados con el impacto evitado en la obtención de energía debido a la recuperación de biogás.

En el escenario de los bocartes fritos los porcentajes en las etapas están más igualados, aunque sigue siendo la producción y el transporte de materias primas la etapa predominante con un 30.79%. En los bocartes rebozados también es esta etapa donde se alcanza el porcentaje mayor con un 58.45%. En el caso de los bocartes rebozados, como se ha comentado en categorías anteriores, el uso del huevo para la receta hace que el porcentaje sea mayor que en la alternativa donde no se usa.

En la etapa de refrigeración se consiguen los porcentajes más altos de todas las categorías. Los bocartes rebozados tienen un porcentaje de 20.95% y los bocartes fritos de 31.19%.

Los valores de la preparación, al igual que en las otras categorías son inferiores, siendo el 9.89% en los bocartes rebozados y el 22.09% en los bocartes fritos.

El valor del fin de vida es mayor en el bocarte frito donde vale 15.94 % frente a los 10.71% en el escenario del bocarte rebozado.

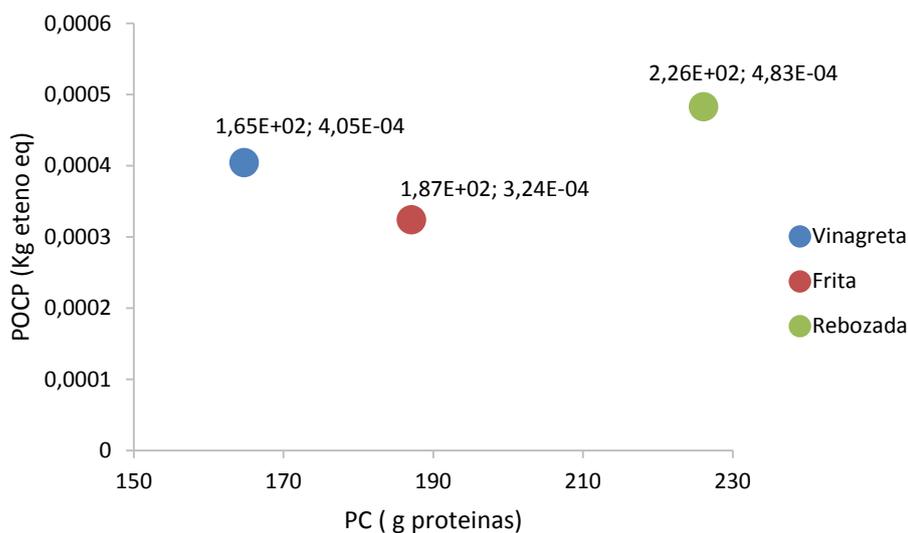


Figura 12. Representación de POCP frente al contenido proteico (PC) del producto final.

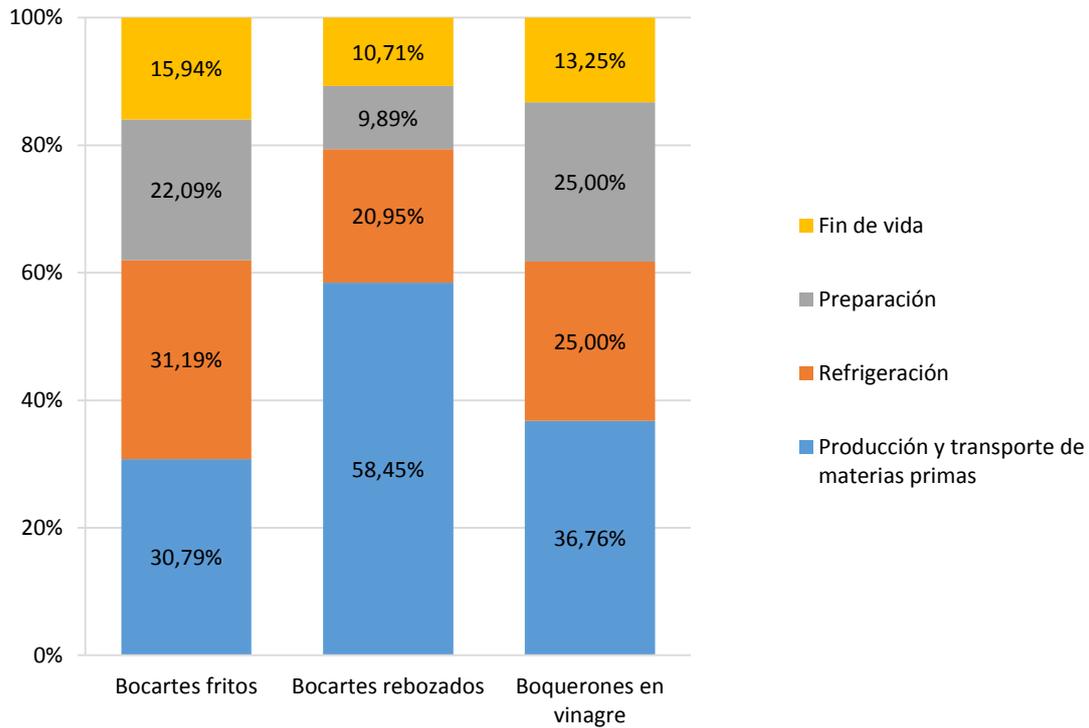


Figura 13. Contribución de las etapas de ciclo de vida al POCP para cada uno de los escenarios estudiados.

3. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado un análisis que combina el valor proteico y el impacto ambiental que generan tres tipos de maneras de cocinarlos. Con este análisis se quiere conocer cuál de los tres escenarios es el más desfavorable y cuál aporta mayores beneficios, teniendo en cuenta ambas propiedades. Para realizar los tres tipos de procesados de bocartes se han empleado tres recetas diferentes, donde los ingredientes y el tiempo o tipo de cocinado son distintos, por lo tanto, genera diferente valor proteico e impacto. Como producto final se han obtenido: boquerones en vinagre, bocartes rebozados y bocartes fritos.

Después de realizar el análisis de las categorías seleccionadas para obtener una visión global del proceso se observa que los bocartes rebozados es el escenario que mayor impacto genera, siendo superior en cuatro de las cinco categorías analizadas

detalladamente. Por otro lado, es la alternativa que aporta mayor cantidad de proteínas al ser consumida.

Los bocartes fritos contienen un valor proteico mayor que los boquerones en vinagre, pero inferior que los bocartes rebozados. En dos de las categorías estudiadas detalladamente es el escenario que menor impacto genera, mientras que en dos de estas categorías está en segunda posición.

Los escenarios de los boquerones en vinagre aportan menor cantidad de proteínas que el resto. El impacto generado es el más pequeño en dos categorías, el mayor en una de las categorías y está en segunda posición en dos categorías.

Analizado detalladamente cada categoría de impacto se ha comprobado como la etapa de producción y transporte de materias primas es la más representativa de todo el proceso, contribuyendo con los porcentajes más altos a incrementar el impacto.

Dependiendo de la categoría analizado, la etapa de preparación de la receta o la de fin de vida son las que aportan el porcentaje más bajo. La etapa de preparación alcanza los valores más bajos cuando su tiempo de cocinado es inferior, es decir, cuando es necesario menor cantidad de energía. El fin de vida alcanza valores bajos, siendo en algunas categorías despreciables o incluso negativos.

Analizando tanto el impacto ambiental como el valor proteico de cada escenario, no se puede llegar a una conclusión general de cuál de ellos es más favorable nutricional y ambientalmente. Para poder conocer este dato sería necesario un estudio más detallado normalizando los resultados obtenidos para conseguir un único valor adimensional que permita compararlos y así facilitar la toma de decisiones.

4. REFERENCIAS

- AENOR. 2006. UNE-EN ISO 14040:2006: Gestión ambiental: Análisis de ciclo de vida, Principios y Marco de Referencia. Madrid: AENOR.
- AENOR. 2006. UNE-EN ISO 14044:2006: Gestión ambiental: Análisis de ciclo de vida, Requisitos y directrices. Madrid: AENOR.

- ALMEIDA, C.; VAZ, S.; FRIEDERIKE, Z. 2015. Environmental Life Cycle Assessment of a Canned Sardine Product from Portugal. *Journal of Industrial Ecology*, **19** (4), pp. 607-617. ISSN 1088-1980. Disponible en: <http://doi.org/10.1111/jiec.12219/>.
- AVADÍ, A; BOLAÑOS, C; SANDOVAL, I; YCAZA, C. 2015. Life cycle assessment of Ecuadorian processed tuna. *Journal of Life Cycle Assessment*, **20** (10), pp. 1415-1428. ISSN 0948-3349. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s11367-015-0943-2/>.
- AVADÍ, A; FREÓN, P; QUISPE, I. 2014. Environmental assessment of Peruvian anchoveta food products: is less refined better? *International Journal of Life Cycle Assessment*, **19** (6), pp. 1276-1293. ISSN 0948-3349. Disponibilidad en: <http://doi.org/10.1007/s11367-014-0737-y/>.
- BARTOCCI, P; FANTOCCI, P; FANTOZZI, P. 2017. Environmental impact of Sagrantino and Grechetto grapes cultivation for wine and vinegar production in central Italy. *Journal of Cleaner Production*, **140** (2), pp 569-580. ISSN 0959-6526. Disponibilidad en: <http://doi.org/10.1016/j.clepro.2016.04.090/>.
- BOLAÑOS RÍOS, P. 2009. Evolución de los hábitos alimentarios de la salud a la enfermedad por medio de la alimentación. *Trastornos de la Conducta Alimentaria*, **9**, pp 956-972. [Consulta: 3 de mayo 2017]. ISSN 1699-7611.
- BOSCH. 2016. [Consulta: 1 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.bosch-home.es/>.
- CARLUCCI, D., NOCELLA, G., DE DEVITIIS, B., VISCECCHIA, R., BIMBO, F., NARDONE, G., 2015. Consumer purchasing behavior towards fish and seafood products. Patters and insights from a sample of international studies. *Appetite*, **84**, pp 212-227. ISSN 0195-6663. Disponible: <http://doi.org/10.1016/j.appet.2014.10.008>.
- Cocinando con Goizalde en. 2017. *Boquerones en vinagre*. [Consulta: 20 de diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.cocinandocongoizalde.com/>.
- COMISIÓN EUROPEA. 2016. Consejo 2016/C 269/04, de 23 de febrero, de conclusiones del Consejo General sobre la mejora de alimentos. *Diario oficial de la Unión Europea*, 23 de julio de 2016, 269, pp 21-25. [Consulta: 28 de junio 2017]. Disponible en: <http://ec.europa.eu/>.

- COMISIÓN EUROPEA. 2015. COM (2015) 614 final, de 2 de diciembre de 2015, para cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular. [Consulta: 28 de junio 2017]. Disponible en: <http://ec.europa.eu/>.
- COMISIÓN EUROPEA. 2011 a. COM (2011)571, de 20 de septiembre de 2011, para desarrollar una hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos. [Consulta: 28 de junio 2017]. Disponible en: <http://ec.europa.eu/>.
- COMISIÓN EUROPEA. 2011 b, de Crecimiento Azul, una estrategia marítima integrada de la UE. [Consulta: 28 de junio 2017]. Disponible en: <http://ec.europa.eu/>.
- Cookpad. 2013. *Boquerones o anchoas rebozadas*. [Consulta: 20 de diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.cookpad.com/>.
- CORRADO, S., ARDENTE, F., SALA, S., SAOUTER, E. 2017. Modelling of food loos within life cycle assessment: from current practice towards a systematization. *Journal of Cleaner Production*, **140**, pp 847-859. ISSN 0959-6526. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.050/>.
- ECOINVENT version 3. [Base de datos on-line]. 2013. [Consulta: 8 de febrero 2017]. Disponible en: <http://www.ecoinvent.org/>.
- El rayador. 2013. *Boquerones en vinagre...perfectos*. [Consulta: 20 de diciembre 2016]. Disponible en: <http://elrayador.blogspot.com.es/>.
- FAO. 2016. *Hallazgos clave*: [sitio web]. [Consulta: 19 diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.fao.org/>.
- FAO. 2015. *Iniciativa mundial sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos*: [Sitio web]. [Consulta: 20 de diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.fao.org/>.
- FAO. 2014. *Nutrientes en los alimentos*: [sitio web]. [Consulta: 19 de diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.fao.org/>.
- FAO. 2011. *Pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo*: [sitio web]. [Consulta: 20 de diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.fao.org/>.
- FAO. 2001. *Apéndice IV Proyecto de norma para los aceites de oliva y aceites de orujo y aceituna*: [sitio web]. [Consulta: 1 de marzo 2017]. Disponible en: <http://www.fao.org/>.

- GUINÉE, J.B., GORRÉE, M., HEIJUNGS, R., HUPPES, G., KLEIJN, R., DE KONING, A., VAN OERS, L., WEGENER, A., SUH, S., UDO DE HAES, H.A., 2001. Life Cycle Assessment. An Operational Guide to the ISO Standards. *Announcing a New LCA Guide*, **6**(5), pp 255. ISSN 0948-3349. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/BF02978784/>.
- HOSPIDO, A.; VAZQUEZ, M.E.; CUEVAS, A.; FEIJOO, G.; MOREIRA, M.T. 2006. Environmental assessment of canned tuna manufacture with a life-cycle perspective. *Resources, conservation and recycling*. [en línea], **47**(1), pp. 56-72. ISSN 0921-3449. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2005.10.003/>.
- HOSPIDO, A.; TYEDMERS, P. 2005. Life cycle environmental impacts of Spanish tuna fisheries. *Fisheries research*. [en línea], **76**(2), pp. 174-186. ISSN 0165-7836. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.05.016/>.
- IRIBARREN, D.; MOREIRA, M.T.; FEIJOO, G. 2010. Life Cycle Assessment of fresh and canned mussel processing and consumption in Galicia (NW Spain). *Resources, conservation and recycling*. [en línea], **55**(2), pp. 106-117. ISSN 0921-3449. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.08.001/>.
- KELLEHER, K. 2008. *Descartes en la pesca de captura marina mundial. Una actualización*. Roma: FAO. [Consulta: 24 junio 2017]. Documento técnico de pesca, nº 470 Disponible en: <http://www.fao.org/>.
- LASO, J.; MARGALLO, M; CELAYA, J; FULLANA, P. 2016. Waste management under a life cycle approach as a tool for a circular economy in the canned anchovy industry. *Waste Management and Research*, **34** (8), pp. 724-733. ISSN 0734-242X. Disponible en: <http://doi.org/10.1177/0734242X16652957>.
- LASO, J; MARGALLO, M; FULLANA, P; BALA, A. 2017. Introducing life cycle thinking to define best available technique for products: Application to the anchovy canning industry. *Journal of Cleaner Production*, **155**, pp. 139-150. ISSN 0959-6526. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.040/>.
- MANFREDI, S.; CRISTOBAL, J. 2016. Towards more sustainable management of European food waste: Methodological approach and numerical application. *Waste Management and Research*, **34**(9), pp. 957-968. ISSN 0734-242X. Disponible en: <http://doi.org/10.1177/0734242X16652965>.

- MAPAMA. 2014. *Catálogo de iniciativas nacionales e internacionales sobre el desperdicio alimentario*: [sitio web]. [Consulta: 25 de mayo 2017]. Disponible en: <http://www.mapama.gob.es/>.
- MARTIN CERDENO, V. J. 2008. 1987-2007, dos décadas del Panel de Consumo Alimentario. *Distribución y consumo*, **18**(100), pp 208-240. [Consulta: 15 de febrero 2017]. ISSN 1132-0176.
- MIRABELLA, N., CASTELLANI, V., SALA, S. 2014. Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *Journal of Cleaner Production*, **65**, pp 28-41. ISSN 0959-6526. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.051>.
- MOTT, R. 2006. La naturaleza de los fluidos y de su mecánica. En: Pearson (ed). *Mecánica de fluidos aplicada*. Sexta edición. Lugar: México, pp. 1-24.
- OILCA. 2011.[Base de datos on-line]. *Olive oil life cycle assessment*. [Consulta: 8 de febrero 2017]. Disponible en: <http://www.oilca.eu/>.
- ONANDIA, R. 2016. *Restos de la industria cloro-alcali desde una perspectiva de ciclo de vida*. J. A. Irabien, R. Aldaco. Tesis. Universidad de Cantabria. [Consulta: 12 de febrero 2017]. Disponible en UCre: <http://hdl.handle.net/10902/8401/>.
- UNIÓN EUROPEA. 2015. Reglamento 2015/812, de 20 de mayo, de Actos legislativos. *Diario oficial de la Unión Europea*, 29 de mayo de 2015, 133, pp. 1-20. [Consulta: 28 de junio 2017]. Disponible en: <http://www.boe.es/>.
- UNIÓN EUROPEA. 2016. Reglamento 2016/2374, 12 de octubre, por el que se establece un plan de descartes para determinadas pesquerías demersales en aguas suroccidentales. *Diario oficial de la Unión Europea*, 23 de diciembre de 2016, 352, pp. 33-38. [Consulta: 28 de junio 2017]. Disponible en: <http://www.boe.es/>.
- USDA National Nutrient Database. 2017. [Base de datos on-line]. [Consulta: 3 de febrero 2017]. Disponible en: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>.
- VÁZQUEZ-ROWE, I.; VILLANUEVA-REY, P.; HOSPIDO, A.; MOREIRA, M.T.; FEIJOO, G. 2014. Life cycle assessment of European pilchard (*Sardina pilchardus*) consumption. A case study for Galicia (NW Spain). *Science of the Total Environment*, **475**, pp. 48-60. ISSN 0048-9697. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.12.099/>.

5. ANEXOS

5.1 ANEXO I: DATOS DEL INVENTARIO

Tabla A1.1. Datos de consumo de energía de diferentes tipos de frigoríficos.

Electrodoméstico	Modelo	Consumo de energía (kWh/año)
Frigorífico combi	Serie 6 KGN36XI32	258
Frigorífico con una sola puerta	Serie 4KSV36VW30	112
Frigorífico americano	Serie 6 KAD90VI30	341

Tabla A1. 2. Datos de consumo de energía de diferentes tipos de cocina.

Electrodoméstico	Modelo	Pot. Conexión gas	Pot. 1º calentador	Pot. 2º calentador	Pot. 3º calentador	Pot. 4º calentador
Cocina gas 3 fuegos	Serie 6 PCC615B90E	8000W	1.55-4 KW	-	0.5-3 KW	0.33-1 KW
Cocina gas 4 fuegos	Serie 6 PPP616B21E	7400W	0.35-1.7 KW	0.35-1.7 KW	0.5-3 KW	0.33-1 KW
Vitrocerámica 4 fuegos	Serie 4 PKF631B17E	-	1.2 KW	2 KW	1.2 KW	0.75;2.2 KW
Placas de inducción	Serie 6 PID651FC1E	-	-	2.2; 2.6; 3.3 KW	1.4 KW	2.2 KW

5.2 ANEXO II: PORCENTAJES DE IMPACTO AMBIENTAL DE CADA ETAPA

Tabla A2. 1. Resultados del escenario de los boquerones en vinagre.

	Producción y transporte de materias primas (%)	Refrigeración (%)	Preparación receta (%)	Fin de vida (%)
ADP [kg Sb-Equiv.]	77.92	10.96	10.96	0.16
ADP fósil [MJ]	44.37	27.34	27.34	0.95
AP [kg SO2-Equiv.]	31.73	33.78	33.78	0.72
EP [kg fosfato-Equiv.]	39.21	14.78	14.78	31.23
FAETP [kg DCB-Equiv.]	92.68	3.13	3.13	1.05
GWP 100 años [kg CO2-Equiv.]	34.08	22.30	22.30	21.31
GWPC 100 años [kg CO2-Equiv.]	35.31	23.55	23.55	17.58
HTP [kg DCB-Equiv.]	58.32	20.69	20.69	0.29
MAETP [kg DCB-Equiv.]	51.51	23.82	23.82	0.84
ODP [kg R11-Equiv.]	98.90	0.55	0.55	0.00
POCP [kg etileno-Equiv.]	36.76	25.00	25.00	13.25
TETP [kg DCB-Equiv.]	72.71	7.39	7.39	12.52

Tabla A2. 2. Resultados del escenario de los bocartes rebozados.

	Producción y transporte de materias primas (%)	Refrigeración (%)	Preparación receta (%)	Fin de vida (%)
ADP [kg Sb-Equiv.]	65.08	23.52	11.10	0.31
ADP fósil [MJ]	74.02	17.26	8.15	0.57
AP [kg SO2-Equiv.]	93.05	4.68	2.21	0.06
EP [kg fosfato-Equiv.]	97.21	0.79	0.37	1.64
FAETP [kg DCB-Equiv.]	99.77	0.13	0.06	0.04
GWP 100 años [kg CO2-Equiv.]	72.91	11.27	5.32	10.50
GWPC 100 años [kg CO2-Equiv.]	29.65	32.05	15.13	23.18
HTP [kg DCB-Equiv.]	77.68	15.08	7.12	0.12
MAETP [kg DCB-Equiv.]	61.77	25.39	11.99	0.85
ODP [kg R11-Equiv.]	99.55	0.31	0.15	0.00
POCP [kg etileno-Equiv.]	58.45	20.95	9.89	10.71
TETP [kg DCB-Equiv.]	99.25	0.24	0.11	0.40

Tabla A2.3. Resultados del escenario de los bocartes fritos.

	Producción y transporte de materias primas (%)	Refrigeración (%)	Preparación receta (%)	Fin de vida (%)
ADP [kg Sb-Equiv.]	52.86	27.39	19.40	0.36
ADP fósil [MJ]	41.71	33.47	23.71	1.11
AP [kg SO2-Equiv.]	52.33	27.70	19.62	0.35
EP [kg fosfato-Equiv.]	83.65	4.31	3.05	8.98
FAETP [kg DCB-Equiv.]	97.66	1.15	0.81	0.38
GWP 100 años [kg CO2-Equiv.]	36.40	24.09	17.06	22.44
GWPC 100 años [kg CO2-Equiv.]	26.36	30.29	21.45	21.90
HTP [kg DCB-Equiv.]	52.18	27.87	19.74	0.22
MAETP [kg DCB-Equiv.]	38.28	35.44	25.10	1.19
ODP [kg R11-Equiv.]	97.48	1.48	1.05	-0.01
POCP [kg etileno-Equiv.]	30.79	31.19	22.09	15.94
TETP [kg DCB-Equiv.]	93.04	2.05	1.45	3.47