

CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

**Cálculo de la Huella de
Carbono en la
Industria Alimentaria:
interés, realidad y
retos.**



TÍTULO

Autor Principal: Luis Antonio Marcos Naveira (Universidad de Burgos)

Otros autores: Francisco Javier Hoyuelos Álvaro (Universidad de Burgos), Manuel Vilda Saezmiera (Universidad de Burgos), María Barrenetxea Arrizabalaga (Universidad de Burgos) y Sonia Marcos Naveira (Universidad de Burgos).

ÍNDICE

1. Título
2. Palabras Clave
3. Resumen
4. Introducción
5. Metodología
6. Resultados
7. Discusión
8. Conclusiones
9. Bibliografía

1. TÍTULO

Cálculo de la Huella de Carbono en la Industria Alimentaria: interés, realidad y retos.

2. PALABRAS CLAVE

Huella de Carbono, Industria Agroalimentaria, Análisis del Ciclo de Vida, Declaración Ambiental de Producto.

3. RESUMEN

El cálculo de la Huella de Carbono de productos alimentarios está cobrando cada vez más interés, ya que tanto empresas como consumidores desean conocer cuál es el impacto sobre el Cambio Climático del conjunto de productos agroalimentarios que constituyen la “cesta de la compra” diaria, a través de un indicador, como la Huella de Carbono que contabiliza las emisiones de gases invernadero totales de la producción, distribución y consumo de los alimentos.

En la presente comunicación se analizan las metodologías más utilizadas para el cálculo de la Huella de Carbono en el ámbito de la industria agroalimentaria, sus diferencias, su potencial y sus limitaciones, al tiempo que se describen diferentes ejemplos del cálculo de la Huella de Carbono para diferentes empresas del sector y para determinados productos alimentarios del ámbito de las industrias láctea, cárnica, vinícola y de los residuos agroalimentarios.

Se analiza igualmente el papel de la Huella de Carbono en la industria agroalimentaria, como indicador de carácter ambiental, no solo por su impacto en el Calentamiento Global, sino como

marcador sencillo de otros parámetros de sostenibilidad, sobre los que los consumidores cada vez están más atentos, como su relación con las distancias de los transportes tal y como se exige en los “Alimentos Km Cero”, su contribución al desperdicio alimentario, su papel en la descarbonización de la economía y del consumo o su vinculación con la Economía Circular, a través de la reducción en la utilización en el uso de plásticos y otros embalajes en su transporte y comercialización.

Se desarrollan en el presente trabajo, las motivaciones del sector empresarial por realizar el cálculo de la Huella de Carbono de sus productos, como una herramienta que facilita la comparación entre empresas o productos similares, la mejora en la imagen de las empresas, al evidenciar una mayor responsabilidad social y ambiental; permite además establecer puntos de partida para la elaboración de planes de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, con sus positivas consecuencias, económicas, ambientales y de posicionamiento en el mercado.

Finalmente se abordan en esta comunicación las limitaciones que exhibe la Huella de Carbono frente a herramientas más poderosas, aunque quizás nos tan visuales y sencillas, como el Análisis del Ciclo de Vida o la Declaración de Producto, y cuáles son las tendencias que, en el ámbito del Sector de productos agroalimentarios, siguen los etiquetados ambientales.

4. INTRODUCCIÓN

El cálculo de la Huella de Carbono de productos alimentarios y de las empresas del sector agroalimentario, está cobrando cada vez más interés, ya que tanto empresas como consumidores desean conocer cuál es el impacto sobre el Calentamiento Global y el Cambio Climático del conjunto de productos agroalimentarios que constituyen la “cesta de la compra” diaria, a través de un indicador, como la Huella de Carbono que contabiliza las emisiones de gases invernadero totales de la producción, distribución y consumo de los alimentos.

En España, la industria de alimentación y bebidas es la primera rama manufacturera del sector industrial, según los últimos datos de Estadística Estructural de Empresas del INE, con 125.841,8 M€ de cifra de negocios que representa el 22,8% del sector industrial, el 21,5% de las personas ocupadas y el 18,9% del valor añadido. El número de empresas de la industria de alimentación y bebidas asciende a 30.730, según los últimos datos del Directorio Central de Empresas del INE, lo que representa el 15,4% de toda la industria manufacturera.

El sector agroalimentario español, es una más de las actividades humanas que tiende a aumentar desde la Revolución Industrial las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, multiplicando el Calentamiento Global del planeta y el peligroso Cambio Climático. Las temperaturas medias anuales del planeta ya se encuentran 1 °C por encima de la media preindustrial, las concentraciones de dióxido de carbono superan las 410 ppm (algo que no ha ocurrido en los tres millones de años precedentes) y los informes de los científicos del IPCC alertan de que las consecuencias si se superan los 1,5°C de temperatura media serán devastadores desde el punto de vista del número e intensidad de los fenómenos extremos, fusión del hielo polar, ascenso del nivel del mar y consecuencias económicas, sociales de salud humana y sobre la biodiversidad planetaria (Caballero et al., 2007).

A nivel gubernamental en España, en enero de 2020, se declara la emergencia climática y ambiental, como forma de procurar combatir dicha crisis a nivel nacional. Esta declaración de alarma supone diferentes medidas para atacar el problema, entre las cuales unas son a largo plazo, y otras se tienen que adoptar en los primeros 100 días. Algunas de las medidas aprobadas fueron la nueva Ley de Cambio Climático y Transición Energética, organizar una descarbonización para lograr en el 2050 una neutralidad climática, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, la Estrategia Española de Economía Circular y la nueva Ley de Residuos y Suelos Contaminados que limita los plásticos de un solo uso y favorece el consumo de agua de grifo, frente a la embotellada, impulsar medidas sostenibles aplicables en distintos campos, imponer normativas que regulen el uso de combustibles fósiles e impulse el uso de energías renovables, principalmente. (MITECO, 2020)

En el año 2019 en Europa se acordó el Pacto Verde Europeo, con los fines de impulsar el uso de energías limpias, reducir los niveles de contaminación y proteger la biodiversidad. Para ello se adoptaron algunas medidas como impulsar tecnologías limpias, descarbonizar a nivel energético, promover el uso eficiente de energía, promover y modernizar el uso de transporte público para que a su vez sea más limpio. (Comisión Europea, 2019)

La huella de carbono es un dato que cada vez está ganando más peso, tanto por exigencias de los clientes, como a nivel legislativo, ya que algunos países están comenzando a establecer normativas que obligan a los proveedores a su cálculo. De hecho, también se están realizando reuniones y debates, tanto en cada país de forma individual, como en conjunto a nivel europeo, para proponer e instaurar medidas para reducir dicha huella, como establecer la huella de carbono como indicador medioambiental, o fomentar el uso de plásticos fabricados con materiales reciclados, o el uso de materiales biodegradables.

Entre las conclusiones extraídas de las Jornadas “La Huella de Carbono en el sector agroalimentario” (5), se detallaron siete motivos por los que hacer hincapié en el análisis de la huella de carbono en el sector agroalimentario, y en el estudio de cómo reducirla.

- Por una demanda del mercado.
- Facilitar la comparación entre empresas o productos similares.
- Lograr una mejora en la imagen de las empresas, ya que dan una imagen de que tienen una responsabilidad social, que están comprometidas en lograr una mayor sostenibilidad, etc.
- Conseguir una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero.
- Disponer de un valor inicial de emisión de gases de efecto invernadero para corroborar su reducción.
- Estudiar propuestas que además de una reducción de la huella de carbono, supongan también un ahorro económico.
- Poder publicar las mejoras, pudiendo así ser visibles para el público interesado. (Bravo, 2016)

Una encuesta realizada en el año 2020 a los consumidores de varios países, reveló que aproximadamente dos tercios de los consumidores apoya la inclusión de etiquetado de la huella de carbono en los productos. Esto se debe a que un importante sector de los consumidores está concienciado con el medio ambiente, por lo que prefieren comprar productos procedentes de empresas que procuran reducir su impacto medioambiental. (Vilda, 2020)

En el registro de Huella de Carbono del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, están inscritas, a fecha de noviembre de 2020, más de 1.300 organizaciones, la mayoría de las cuales pertenecen al sector de la industria manufacturera, de las cuales existe una importante representación del conjunto de empresas del sector agroalimentario (cárnicas, lácteos y derivados, vino, cerveza y otras bebidas, etc...

5. METODOLOGÍA

La Huella de Carbono (HdC) es una potente herramienta para luchar contra el Cambio Climático; mide la cantidad del dióxido de carbono y otros GEI asociados a un producto, empresa o individuo, definiéndose como “la totalidad de Gases de Efecto Invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto en el ciclo de vida del mismo” (Mapama, 2015). Las emisiones pueden ser directas o indirectas:

- Las emisiones directas de GEI proceden de fuentes propiedad o bajo control de la organización. De forma simplificada podrían entenderse como las emisiones liberadas in situ en el lugar donde se produce la actividad.
- Las emisiones indirectas de GEI son producidas por actividades de la empresa, pero por fuentes que son propiedad o bajo control de otra organización.

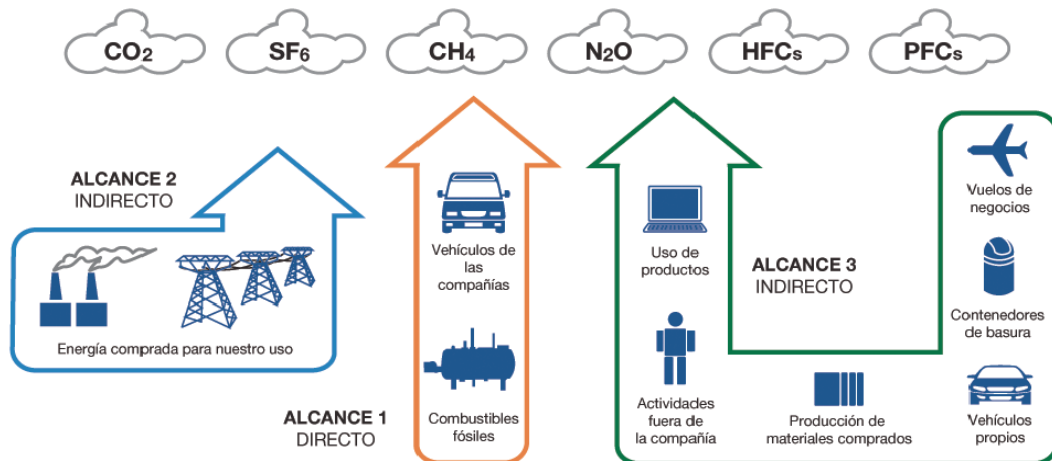
La Huella de Carbono identifica todas las fuentes de emisiones de GEI y establece, medidas de reducción efectivas (Mapama, 2015). La Huella de Carbono sería una versión simplificada del Análisis de Ciclo de Vida (herramienta metodológica que sirve para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema a lo largo de todo su ciclo de vida, partiendo desde la obtención de las materias primas hasta el procesado final) en el que se considera únicamente una categoría del impacto ambiental: el Calentamiento Global (Ihobe, 2009). Existen dos tipos de Huella de Carbono: la de un producto y la de una organización.

La Huella de Carbono de productos o servicios se obtiene midiendo las emisiones de GEI que se generan en la cadena de producción, desde la obtención de materias primas hasta el tratamiento de residuos, pasando por la manufacturación y el transporte basándose en los Análisis de Ciclo de Vida. A través de su análisis, las organizaciones pueden reducir o compensar sus emisiones (Rodríguez Olalla et al., 2015).

La Huella de Carbono de una organización cuantifica sus emisiones de GEI como la suma de las emisiones y absorciones de Gases de Efecto Invernadero, emitidas por efecto directo o indirecto, como consecuencia de todas sus actividades y expresadas en CO₂ (Jiménez Herrero, 2011). En este tipo de Huella de Carbono distinguimos (Figura 1):

- **Alcance 1:** emisiones directas fruto de las actividades propias de la empresa, véase Figura 4. Incluye el calor, electricidad o vapor generados por calderas situadas en las propias instalaciones, así como productos químicos y materiales resultantes de la producción y los vehículos de la empresa.

- **Alcance 2:** son emisiones indirectas generadas por el uso de electricidad necesaria para actividades objeto de estudio, por ejemplo, iluminación, calefacción y procesos de la maquinaria de la empresa.
- **Alcance 3:** son emisiones indirectas generadas por actividades asociadas a las materias



primas de la organización, los viajes de trabajo con medios externos, el transporte de materias primas, de combustibles y de productos realizados por terceros o la utilización de productos o servicios ofrecidos por otros o la gestión de residuos (Mapama, 2015).

Figura 1: Tipos de emisiones que forman parte del Alcance 1, 2 y 3. (Mapama, 2015).

Los proyectos que surgen para medir la HdC (Huella de Carbono) de una organización o producto no sólo tienen como objetivo el cálculo de las emisiones de GEI, sino que también han de establecer medidas de reducción o compensación de dichas emisiones. Los pasos para calcular la HdC de una actividad son los siguientes: se deben identificar qué factores de emisión se corresponden con cada actividad y efectuar su producto por el factor de emisión (Figura 4):

- El dato de actividad: es el parámetro que define el grado o nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI (datos de consumo).
- El factor de emisión: supone la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro "dato de actividad". Estos factores varían en función de la actividad que se trate (kg CO_{2eq}). (Mapama, 2015).

HUELLA DE CARBONO = DATO ACTIVIDAD X FACTOR EMISIÓN

Figura 2: Fórmula para calcular la HdC (Huella de carbono = Dato actividad x factor emisión).

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente existen diferentes metodologías para la medición de la Huella de Carbono. Entre ellas podemos destacar:

- Normas ISO.- La familia de normas ISO 14064 a 14069 tienen como objetivo dar credibilidad y aseguramiento a los reportes de emisión de GEI y a las declaraciones de

reducción o eliminación de GEI. Destacan la ISO 14064, de Cuantificación y e informe de emisiones y mitigación de Gases con Efecto Invernadero, la ISO 14067, Huella de Carbono de Producto y la ISO 14069, Huella de Carbono de Organización.

- Normas PAS.- Desarrolladas en el Reino Unido, han sido las pioneras a nivel mundial. Destacan la PAS 2050 relativa a Huella de Carbono de productos y servicios y la PAS 2060 relativa a neutralidad de carbono en empresas.
- Sistema GHG Protocol. -Metodología creada por el “World Resources Institute” y el “World Business Council for Sustainable Development” para la elaboración de inventarios de GEI.
- Panel IPCC.- Panel intergubernamental sobre el Cambio climático. Respalda la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático (CMCC) con metodologías relativas a los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

A largo plazo, parece probable que la PAS 2050, la PAS 2060 e incluso el protocolo GHG sean reemplazados por la ISO 14067 y la 14069 (publicadas en 2013).

En España red muy popular para el cálculo de la Huella de Carbono de Instituciones y Empresas (Organizaciones) la herramienta para el cálculo de la HdC desarrollada por el hoy Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), anteriormente MAPAMA, el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (Mapama, 2016). Es una iniciativa puesta en marcha en 2014, proporcionando una calculadora sencilla, pero robusta y eficaz, para fomentar la lucha contra el Cambio Climático con el cálculo y reducción de la HdC, (Alcances 1 y 2), de las actividades de las organizaciones españolas, siendo especialmente indicada para las pequeñas y medianas empresas. En el registro de Huella de Carbono del MITECO constan más de 3.000 Huellas de Carbono calculadas. La calculadora consiste en una

CALCULADORA DE HUELLA DE CARBONO DE ALCANCE 1+2 PARA ORGANIZACIONES 2007 - 2016 V.9

CONTENIDO

1. Datos generales de la organización
2. Huella de carbono Alcance 1: Combustibles fósiles
3. Huella de carbono Alcance 1: Fugas de gases fluorados (equipos de climatización y refrigeración)
4. Huella de carbono Alcance 2: Electricidad
5. Información adicional: Renovables
6. Informe final: Resultados
7. Factores de emisión y PCG
8. Observaciones / Explicaciones. Ayuda para la correcta cumplimentación
9. Revisiones de la calculadora

INSTRUCCIONES PARA LA CUMPLIMENTACIÓN: USO DE LA CALCULADORA

CELDA A CUMPLIMENTAR

- Dato numérico a introducir en las unidades indicadas
- Dato a introducir entre los considerados en el desplegable
- Dato de cumplimentación voluntaria

CELDA QUE SE AUTOCOMPLETAN

- Factores de emisión y Potenciales de calentamiento global
- Resultado parcial de emisiones
- Resultado total de emisiones

hoja de cálculo Excel de fácil uso, en la que se introducen los datos correspondientes al año natural correspondiente, que definen la actividad de la organización. La propia calculadora contiene los factores de emisión que se corresponden con cada actividad y realizará las operaciones para obtener un resultado final a partir del cual se llevará a cabo el plan de reducción de emisiones. La hoja de cálculo está dividida en 9 pestañas distintas (Figura 3).

Figura 3.- Contenido de la Calculadora MAPAMA (de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente). Fuente: Calculadora MAPAMA (2016).

6. RESULTADOS

En el presente apartado se van a ofrecer resultados del cálculo de la Huella de Carbono de diferentes actividades industriales del sector de la agroalimentación.

La empresa ESL01 es una actividad industrial del sector lácteo, de la provincia de Burgos con más de 150 empleados y una facturación cercana a los 55 millones de euros. Esta empresa se dedica a la elaboración de alimentos saludables, de origen 100 % vegetal, contando con el certificado de IP de materia prima no transgénica. Su sistema de gestión es SAP, siguen un proceso de mejora continua Lean Manufacturing y cuentan con la certificación ISO 9001 y certificación de productos ecológicos. Comercializa cerca de 50 productos y marcas diferenciadas, dentro de las cuales destacan los derivados lácteos como queso fresco, postres UHT, mantequilla y productos deshidratados, los preparados vegetales: productos UHT y otros y los Alimentos precocinados: caldos y cremas UHT. Aunque su actividad principal es la fabricación de productos de alimentación, como actividad secundaria, genera electricidad y calor mediante una planta de cogeneración (Tombo, 2017).

Los resultados de la Empresa ESL01 para el año natural de 2016, están reflejados en la Figura 4, donde se exponen los alcances 1 y 2 (calculados mediante la Herramienta MITECO), más el alcance 3 determinado utilizando los factores de emisión de desplazamientos, materias primas y residuos. Haciendo un balance de los resultados obtenidos, la suma de ambos Alcances 1 + 2 es de 28.952,36 t CO_{2eq}, es decir, este valor equivale al global de emisiones de GEI directas e indirectas emitidas por la citada organización láctea (Tombo, 2017). El alcance 1 supone un total de 21.226,50 t CO_{2eq}, fundamentalmente debidas a las emisiones de fuentes de instalación fijas, y en mucha menor proporción a los desplazamientos de los vehículos propios de la empresa y a las emisiones de gases fluorados. Por su parte, el alcance 2 (emisiones indirectas por consumo de electricidad, suponen 7.725,87 t CO_{2eq} en el periodo considerado (Tombo, 2017).

Respecto al alcance 3 de la citada empresa ESL01, abarca un total de emisiones de 41.085,76 t CO_{2eq}. El máximo número de toneladas equivalentes de CO₂, se refleja en las materias primas y auxiliares sobretodo en la leche cruda (vaca, cabra, oveja) con un total de 23.530.304 t CO_{2eq}, en los azúcares con 8.270.010 t CO_{2eq}, por último en los cereales y otros vegetales, 4.053.941 t CO_{2eq}.

Por tanto, para el año 2016, el Cálculo de la Huella de Carbono Total para la Empresa del Sector Lácteo de la comunidad de Castilla y León ESL01 es de 70.038,12 t CO_{2eq} en las cuales el Alcance 3 (Tombo, 2017), debido principalmente a las materias primas utilizadas es el máximo responsable (Figura 4).

$$\text{ALCANCE 1 + ALCANCE 2 + ALCANCE 3 = 70.038,12 t CO}_{2eq}$$



Figura 4.- Resultados del Cálculo de la suma de los tres alcances de la Huella de Carbono. Empresa del Sector Lácteo ESL01. Año de Cálculo 2016.

Respecto a la segunda empresa del sector lácteo estudiada, denominada ESL02, según Bercedo (2017), es una actividad industrial proveniente de una larga tradición familiar y dedicada exclusivamente al sector lácteo, fabricando productos lácteos (fundamentalmente quesos frescos, yogures y queso rallado) que comercializa a través de 25 marcas diferentes. Cuenta con 70 empleados y factura anualmente cifras superiores a los 50 millones de euros.

La fábrica cuenta con dos plantas, la primera y más importante de ellas, la denominada planta de queso fresco. En esta se produce transformación del producto, desde la materia prima que suele ser leche, hasta infinidad de derivados lácteos como mozzarellas frescas, yogures, quesos frescos, etc. La otra planta, denominada planta de fundidos, no desarrolla actividades que conlleven la transformación el producto. A esta planta llegan quesos fundidos en grandes bloques y estos son o bien rallados, o bien loncheados, y envasados para comercializar.

Se calcularon los alcances 1 y 2 según la Herramienta MITECO y el alcance 3, mediante los factores de emisión de materias primas, transportes y residuos. La suma de los alcances 1, 2 y 3 nos da un total de la Huella de Carbono de la Empresa ESL02 de 68,483.38 t CO_{2eq} en el año 2015, con una distribución relativa entre los tres alcances que puede verse en la Figura 5 (Bercedo, 2017).

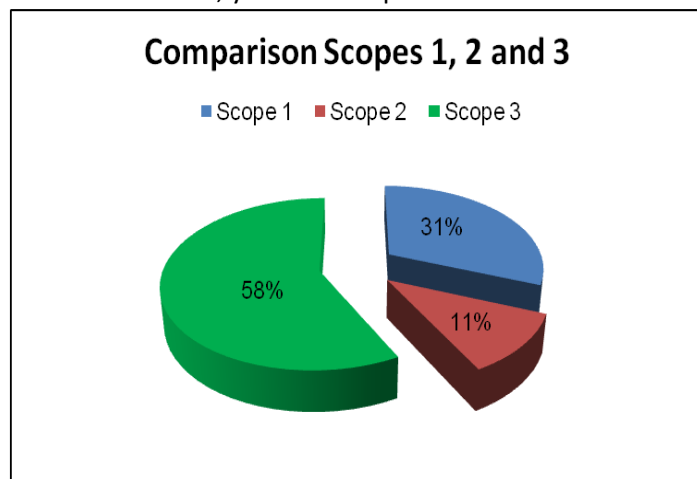


Figura 5.- Porcentajes de la Huella de Carbono por alcances. Empresa del Sector Lácteo ESL02. Año de Cálculo 2015.

La tercera corporación estudiada es la empresa Láctea ESL03, es una actividad eminentemente agrícola y ganadera, de dimensiones modestas, que se dedica fundamentalmente a la producción de leche y derivados lácteos como la nata y quesos, cuenta con 3 empleados fijos y una facturación anual del orden de los 5 millones de euros (Medel 2018). Los alcances 1 y 2, para los ejercicios 2015, 2016 y 2017 se calcularon mediante

la herramienta de cálculo MITECO y los alcances 3 a partir de los factores de emisión. Sumando todas las contribuciones al Alcance 3 para el Cálculo de la Huella de Carbono de la empresa ESL03, en el ejercicio 2017, de 3.540.595, 3 kg CO₂eq, que son con diferencia la aportación más importante al calentamiento global de esta empresa.

En la Figura 6 se exponen los resultados de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para la Empresa ESL03 para los tres ejercicios considerados, si bien no son comparables por no incluir los mismos conceptos (Medel, 2018).

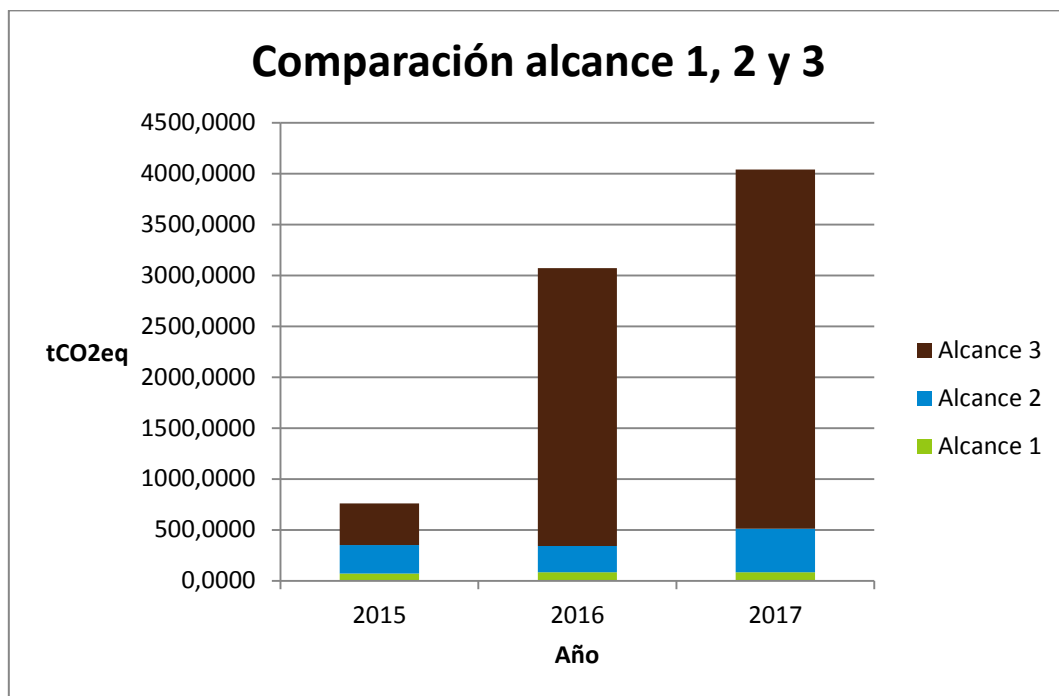


Figura 6: Resultados del Cálculo de la Huella de Carbono Total.
Empresa Sector Lácteo ESL03. Año de Cálculo 2015-16-17; t CO₂eq.

Para comprender mejor el impacto sobre las emisiones de gases de efecto invernadero de las industrias del sector lácteo, es preciso abordar las emisiones de dióxido de carbono equivalente de cada empresa por unidad de producto generada; son cifras complejas y que hay que valorar con precaución, porque las tres empresas del sector lácteo de Castilla y León estudiadas producen una amplia gama de derivados lácteos, cuya huella de carbono individualizada es diferente.

En el caso de la Empresa del Sector Lácteo ESL01, las emisiones de gases de efecto invernadero emitidas por kg de derivados lácteos comercializados son de 7,2 kg CO₂eq. Para la Empresa ESL02 las emisiones equivalentes de dióxido de carbono por kg de productos lácteos son de 9,5 kg CO₂eq. Y finalmente la Empresa ESL03, emite 10,6 kg CO₂eq. por cada kg de productos lácteos procesados puestos en el mercado.

Son unas cifras homologables a las obtenidas en otros estudios, donde Bravo (2016) habla de 9,2 kg de CO₂ equivalente por kg de derivado lácteo, Canellada et al. (2018) de 10,2 kg de CO₂ equivalente por kg de derivado lácteo.

En general, la horquilla de variación de las emisiones de gases de efecto invernadero en empresas de este sector por kilogramo de producto oscilan entre los 2,9 kg de CO₂ equivalente por kg de derivado lácteo para las producciones artesanales de productores locales y los 18,2 kg de CO₂ equivalente por kg de derivado lácteo, siendo los valores más frecuentes los comprendidos entre 8,5 y 12,4 kg de CO₂ equivalente por kg de derivado lácteo, para producciones industriales (Aguirre-Villegas et al., 2011; Clune et al., 2017; Flysjö, 2012; Vasilaki et al., 2016).

El cuarto caso a estudiar en la presente comunicación, es el del Grupo Ecoalia (Burgos) es un conjunto de empresas que se dedican de la gestión de residuos y subproductos de la industria agroalimentaria (Barrenetxea, 2020). Su objetivo, es el de minimizar el impacto ambiental que provocan los residuos generados por las industrias. Estos residuos, son transformados en otros productos aptos para su uso. Los residuos que se gestionan en esta empresa suelen ser residuos orgánicos, aunque es capaz de gestionar cualquier tipo de residuo. El Grupo Ecoalia está formado por un grupo de cuatro empresas que gestionan tipos diferentes de residuos, principalmente SANDACH: Ecoalia, Biogasnalia, Ropulpat y Humusnova. (Barrenetxea, 2020)

Para realizar el cálculo de la huella de carbono del Grupo Ecoalia, se ha utilizado una herramienta de cálculo que nos proporciona el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO), con el fin de cuantificar las cantidades de CO₂ que emite dicha empresa. Esta herramienta nos permite calcular el alcance 1 y 2 de la huella de carbono. La metodología para llevar a cabo este cálculo se basa en multiplicar los datos de las diferentes actividades por su factor de emisión.

El alcance 3 en cambio, no es posible calcularlo mediante esta herramienta. Por eso, los cálculos que se han desarrollado para su obtención se realizan a partir de los factores de emisión de materias primas, residuos y desplazamientos. La Tabla 1, nos expresa para el año 2019, los alcances 1, 2 y 3 de la huella de carbono total del Grupo Ecoalia por medio de su suma.

Tabla 1: Emisión de la Huella de Carbono. Ecoalia. Año 2019.

HUELLA DE CARBONO TOTAL	
	Emisiones (T CO ₂)
Alcance 1	428,481
Alcance 2	283,920
Alcance 3	133.177,970
Total	133.890,400

La cuarta empresa cuya Huella de Carbono se presenta en este estudio es la realizada para 2015, 2016 y 2017 por González (2018) para la Bodega Prado Rey de Ribera del Duero (Burgos). Está situada en la finca más grande al norte de España (Real Sitio de la Ventosilla), en Gumiel de Mercado, Burgos. Es una de las zonas de mayor calidad de la denominación de Origen Ribera del Duero debido al clima, a la altitud y a la composición del suelo.

La finca, creada en 1503, es una empresa que lleva haciendo historia desde entonces por su dedicación a la explotación agrícola, al sector lácteo y a la producción vinícola. El terreno cuenta con alrededor de 3000 hectáreas, en las cuales conviven viñedos, bosques de encinas y chopos, cultivos de cereales, maíz, patata, remolacha y zonas dedicadas a la ganadería vacuna y ovina. Por otro lado, la empresa cuenta con una presa hidroeléctrica y un huerto solar, que le permite autoabastecerse de electricidad, y también con una posada y una bodega donde pueden realizar todas sus actividades.

El cálculo de la Huella de Carbono, para los alcances 1 y 2 se ha realizado mediante la calculadora MITECO, determinándose el alcance 3 por medio de factores de emisión individualizados. El alcance 1 expresado en kg CO₂eq es en 2015 de 87.229,5, en 2016 de 102.846,8 y en 2017 de 112.236,6 kg CO₂eq. Respecto al Alcance 2 (kg CO₂eq) es en 2015 de 49.347, en 2016 de 51.768 y en 2017 de 55.107 kg CO₂eq.

Respecto al alcance 3, los resultados son de 1.584.049,32 kg CO₂eq en 2015, 1.204.543,72 kg CO₂eq en 2016 y de 1.315.690,596 kg CO₂eq en 2017 (González, 2018). La Huella de Carbono por botella de vino producida oscila entre los 0,66 kg CO₂eq en 2017 y los 0,74 kg CO₂eq en 2015.

La quinta empresa estudiada es también una Bodega Vinícola: ÈTIM (Cuadrat, 2010). En el caso de la bodega Ètim, las emisiones totales asociadas a la unidad funcional seleccionada (botella de vino de 75 cl) son de 5,96 Kg de CO₂ equivalente. Como se puede observar en la tabla 2, el Alcance 3 tiene una elevada incidencia en el resultado global. Analizando las gráficas, el 60% de las emisiones totales son producidas en el alcance 3.

Tabla 2: Emisión de la Huella de Carbono. Bodega ÈTIM. Año 2010.

	BOTELLA	BODEGA
SCOPE 1 + SCOPE 2	2,39	837598,2
SCOPE 3	3,56	1247510,44
SCOPE 1 + SCOPE 2 + SCOPE 3	5,96	2085108,64

Teniendo en cuenta exclusivamente las emisiones sobre las que la bodega ejerce un control directo (alcance 1 y 2), el valor disminuye significativamente a 2,39, suponiendo el 40 % de la huella de carbono total. Si analizamos este porcentaje destaca que el 36% corresponde al alcance 2 asociado al consumo eléctrico de la bodega y el 4% restante a las emisiones procedentes del alcance 1, es decir, de los vehículos de transporte, de la caldera de gasoil, del gas de refrigeración, y del tratamiento de residuos (compostaje de raspones y tratamiento de agua). De este 4 %, la mayor cantidad proviene de la combustión móvil.

7. DISCUSIÓN

Finalmente se abordan en esta comunicación las limitaciones que exhibe la Huella de Carbono frente a herramientas más poderosas, aunque quizás nos tan visuales y sencillas, como el Análisis del Ciclo de Vida o la Declaración de Producto, y cuáles son las tendencias que, en el ámbito del Sector de productos agroalimentarios, siguen los etiquetados ambientales.

La Huella de Carbono como indicador ambiental de un producto o de una empresa del sector agroalimentario, presenta la potencia comunicativa y la sencillez de concentrar en un único valor global o por unidad de producto un resultado fácilmente mensurable, que a su vez puede comparar el mismo producto en diversas empresas, así como su evolución en el tiempo (pudiendo por tanto evidenciar una evolución decreciente fruto de mejoras, por mitigación o por compensación de las emisiones de gases de efecto invernadero).

Uno de los aspectos que cuestionan la eficacia como indicador ambiental de la Huella de Carbono, reside en que en muchos casos (la mayor parte de las incluidas en el registro de Huella de Carbono del MITECO, por ejemplo), solo consideran los alcances 1 y 2, evitando el cálculo del alcance 3, que como se ha visto en el apartado de resultados de esta comunicación, es el más importante, a la hora de cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero por una actividad industrial de esta naturaleza.

También cuestiona la plena utilidad de la Huella de Carbono como indicador ambiental, es el hecho de que habitualmente se centra en las actividades internas de la empresa agroalimentaria “de la puerta de entrada a la puerta de salida” (figura 7), con lo cual se dejan sin cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero, respecto a la extracción de materias primas y la primera transformación, así como en la distribución del producto acabado, en el uso por el consumidor y en la gestión de los residuos.

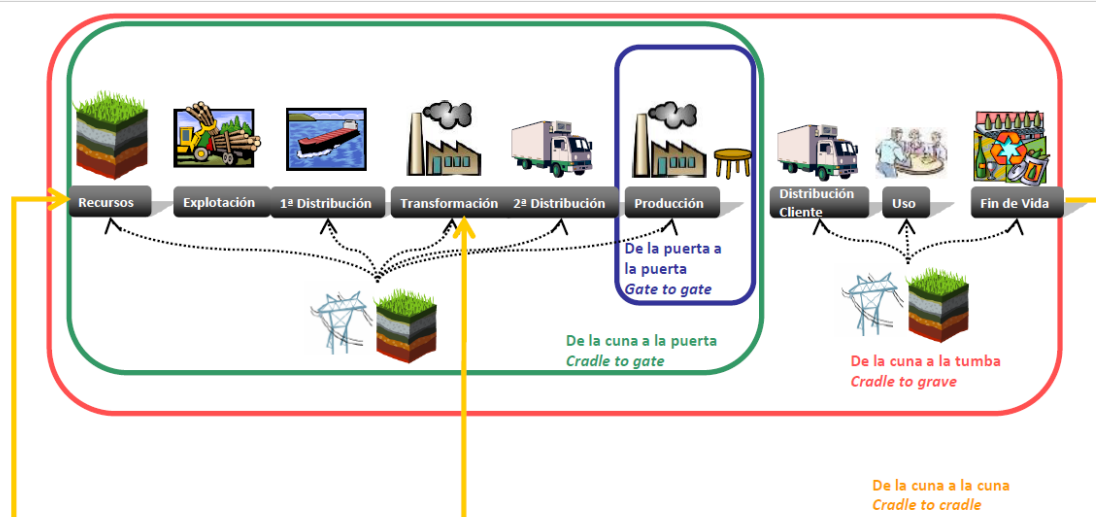


Figura 7: Límites en la empresa de los estudios ambientales, de Huella de Carbono o de Análisis del Ciclo de Vida y de la Economía Circular (Carnerero, 2019).

Finalmente, dentro de las limitaciones del indicador Huella de Carbono en la Industria Agroalimentaria, cabe destacar el hecho de que habitualmente se centra en un único aspecto medioambiental y de sostenibilidad: las emisiones de gases de efecto invernadero, con sus consecuencias sobre el Calentamiento Global y el Cambio Climático. Por tanto obvia otro tipo de impactos (toxicidad, impacto sobre la calidad del agua, suelo y aire, generación de nutrientes, efectos sobre la capa de ozono, etc...) que en algunos casos pueden ser ambientalmente de mayor impacto que las emisiones de gases de efecto invernadero.

Una alternativa a las carencias de la Huella de Carbono como indicador ambiental único de un producto o de una empresa agroalimentaria, consiste en el uso añadido de otros indicadores (como la Huella Hídrica o la Huella Ecológica), lo que, aunque incrementa el grado de información, incrementa la complejidad y la interpretación por parte del consumidor final, y sigue dejando fuera de los límites del estudio notables impactos ambientales potenciales de la actividad.

Los mercados ambientales o ecoetiquetados en productos, constituyen una alternativa al uso en solitario de la Huella de Carbono; pueden obedecer a un cumplimiento legal conteniendo valoración ambiental (como los certificados de eficiencia energética de electrodomésticos o de edificaciones) o carecer de valoración ambiental (como los marcados CE, de productos de consumo humano o de identificación de sustancias peligrosas); también pueden ser voluntarios como el mercado de los Sistemas Integrales de Gestión de Residuos (SIG's), que carecen de valoración ambiental (Carnerero, 2020). Los mercados también pueden ser voluntarios, sin valoración ambiental como las ecoetiquetas, o contener valoración ambiental como las certificaciones de la huella de carbono, de huella hídrica, huella ecológica o de los sistemas de gestión ambiental (Figura 8).



Figura 8: Clasificación de los mercados ambientales en productos (Carnerero, 2020).

Parece existir un cierto consenso, por parte de los profesionales e investigadores de los indicadores ambientales en la industria alimentaria, en las ventajas técnicas del empleo del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) como herramienta más completa y definitiva, por lo menos a la hora de hablar de un producto, ya que presenta notables dificultades su aplicación a una empresa o corporación (Marcos et al, 2018).

El Análisis del Ciclo de Vida es una metodología ambiental que pretende identificar y cuantificar todos los impactos ambientales de un producto, a lo largo de toda su vida. En primer lugar implica delimitar claramente todas las etapas de la vida del producto, desde la extracción de materias primas, sus sucesivas transformaciones y desplazamientos, la elaboración final del producto, su distribución, el periodo de uso y su gestión como residuo; muchas de estas etapas escapan al control del fabricante y distribuidor principal, lo que añade complejidad a un proceso donde la trazabilidad es clave.

El Análisis del Ciclo de Vida (Figura 9) a continuación tiene que definir cuantitativamente todas las entradas de materiales y de energía en el sistema y todas las salidas de residuos y contaminantes; estableciendo todos los impactos ambientales, no solo sobre el calentamiento global, sino sobre los ecosistemas y la biodiversidad, sobre la acidificación, sobre los nutrientes, sobre la capa de ozono, sobre el medio abiótico, sobre los residuos generados, etc... (Marcos et al, 2018).



Figura 9. Etapas del análisis de ciclo de vida (Simón, 2016)

Probablemente las acciones más avanzadas para certificar el compromiso de las empresas del sector agroalimentario y de sus productos, sean las Ecoetiquetas del tipo III o Declaraciones ambientales de Producto; se trata en síntesis de una declaración medioambiental, validada por terceros, a través de un informe técnico que resume los datos más significativos del

comportamiento medioambiental de un producto a lo largo de todo su Ciclo de Vida, con datos cuantificados para cada aspecto más significativo. Lo elabora la propia empresa y un organismo independiente válida la información que contiene (Carnerero, 2020).

AENOR ha publicado tres Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) en el sector de la alimentación, en concreto para leche, huevos y almendra, dentro de su Programa de verificación GlobalEPD. Las DAP proporcionan un perfil ambiental fiable, relevante, transparente, comparable y verificable que permite destacar un producto respetuoso con el medio ambiente, basado en información del ciclo de vida (ACV) conforme a normas internacionales y datos ambientales cuantificados. Por ello, son una potente herramienta para acreditar y comunicar la excelencia ambiental de los productos y servicios de las organizaciones.

Las DAP proporcionan el perfil ambiental de un producto o servicio a través de datos ambientales cuantificados. Forman parte de un conjunto de ecoetiquetas y declaraciones ambientales recogidas en la serie de normas internacionales ISO 14020, siendo una referencia para compra pública y privada en el ámbito global al aportar las siguientes ventajas:

- Alentar la demanda de productos y servicios más respetuosos con el medio ambiente
- Estimular la mejora ambiental continua en los procesos de las organizaciones a través de la demanda del mercado
- Evitar el *greenwashing*, limitando los sesgos o engaños que se pueden producir en la información ambiental facilitada a los clientes

Estas declaraciones ofrecen, de forma transparente y verificable, información relativa al comportamiento ambiental de los productos a lo largo de su ciclo de vida. Esta información incluye los resultados del Análisis de ciclo de vida, junto con información adicional. Al contar con un formato estandarizado, los resultados también pueden emplearse en bases de datos ambientales.

Además de aportar confianza a los consumidores respecto a la información ambiental comunicada, el objetivo de las DAP es proporcionar un *pasaporte ambiental* que permita cumplir los requisitos, cada vez más exigentes, de Administraciones públicas y otras organizaciones (en este sector, distribuidores, supermercados, transformación y procesado de productos agroalimentarios, etc.).

El Análisis de ciclo de vida (ACV) es una herramienta científica para estimar los impactos potenciales, consumo de recursos o la generación de residuos de productos y servicios. Este cálculo, que se realiza conforme a las Normas UNE-EN ISO 14040 y UNE-EN ISO 14044, puede cubrir el ciclo de vida completo (cuna a tumba) o parte de este. Los resultados del ACV nos permiten identificar puntos críticos de consumo de recursos materiales o energéticos, impactos ambientales o generación de residuos, para optimizar los procesos mediante técnicas de ecodiseño.

Las organizaciones pueden comunicar los resultados del ACV mediante las Declaraciones ambientales de producto, que se elaboran y verifican conforme a la Norma UNE-EN ISO 14025. Es preciso contar además con unas Reglas de categoría de producto (RCP) que deben desarrollarse para la familia de productos concreta. En el caso de no contar con unas RCP

aplicables, AENOR constituye un panel sectorial con la participación del sector para su elaboración.

Las DAP son por tanto una potente herramienta de comunicación para las organizaciones pero, debido a abundancia de información técnica, pueden resultar complejas para el consumidor final. Para mejorar esta comunicación B2C se está trabajando en herramientas que permitan obtener puntuaciones o niveles para facilitar la comprensión del resultado. Un ejemplo es el desarrollo de la Huella Ambiental de Producto (PEF^[2]) de la Comisión Europea.

PEF es una herramienta definida en la estrategia Mercado Único para los productos verdes, que busca armonizar las metodologías de comunicación ambiental en Europa. Para ello se establecieron una serie de pilotos, siendo la industria de alimentación y bebidas el sector que ha presentado más proyectos. En concreto, se definieron dos olas de proyectos piloto, siendo la segunda dedicada al sector agroalimentario.

Dado que PEF se basa en los mismos principios que las DAP, las normas de referencia UNE-EN ISO 14040, UNE-EN ISO 14044 y UNE-EN ISO 14025, el trabajo desarrollado en las Declaraciones ambientales podrá aprovecharse, una vez los requisitos estén completamente definidos. Además, en algunos sectores como construcción, se están haciendo importantes esfuerzos para alinear las normas europeas y la metodología PEF, con el objetivo de evitar la coexistencia de dos herramientas muy similares, lo que crea confusión en industria y consumidores.

Tras la finalización del periodo piloto de PEF, se espera que en los próximos años estas metodologías se apliquen en criterios de compra o disposiciones legislativas europeas y nacionales (Carnerero, 2020).

8. CONCLUSIONES

El cálculo de la Huella de Carbono de productos alimentarios y de empresas del sector agroalimentario es de enorme interés, ya que tanto empresas como consumidores desean conocer cuál es el impacto sobre el Cambio Climático del conjunto de productos agroalimentarios, aunque presenta notables deficiencias y carencias a la hora de evaluar el conjunto de sus impactos ambientales.

Se han analizado las metodologías más utilizadas para el cálculo de la Huella de Carbono en el ámbito de la industria agroalimentaria, sus diferencias, su potencial y sus limitaciones, al tiempo que se describen diferentes ejemplos del cálculo de la Huella de Carbono para diferentes empresas del sector y para determinados productos alimentarios del ámbito de las industrias láctea, cárnica, vinícola y de los residuos agroalimentarios.

Se ha analizado igualmente el papel de la Huella de Carbono en la industria agroalimentaria, como indicador de carácter ambiental, no solo por su impacto en el Calentamiento Global, sino como marcador sencillo de otros parámetros de sostenibilidad. Se han desarrollado en el presente trabajo, las motivaciones del sector empresarial por realizar el cálculo de la Huella de Carbono de sus productos, como una herramienta que facilita la comparación entre empresas o productos similares, la mejora en la imagen de las empresas, al evidenciar una mayor responsabilidad social y ambiental; permite además establecer puntos de partida para la

elaboración de planes de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, con sus positivas consecuencias, económicas, ambientales y de posicionamiento en el mercado.

Finalmente se han abordado en esta comunicación las limitaciones que exhibe la Huella de Carbono frente a herramientas más poderosas, aunque quizás nos tan visuales y sencillas, como el Análisis del Ciclo de Vida o la Declaración de Producto, y cuáles son las tendencias que, en el ámbito del Sector de productos agroalimentarios, siguen los etiquetados ambientales.

9. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Peris, José (2003). El efecto Invernadero, el cambio climático, la crisis medioambiental y el futuro de la tierra. Discurso de ingreso Real Academia Nacional de Medicina. Madrid, 2003. Páginas 19 y 20. Consultado en línea 02/05/2018.

Aguirre-Villegas, Horario et al. (2011). "Understand the Carbon Footprint of Cheese". University of Wisconsin-Madison. 28 pp.

Barrenetxea Arrizabalaga, María (2020). "Cálculo de la Huella de Carbono de una Actividad Industrial y Propuestas de Acciones Ambientales para su reducción". Trabajo de Fin de Grado (TFG). Facultad de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Burgos (UBU). 25 pp.

Bercedo Alonso, María (2017). "Cálculo de la Huella de Carbono de una Actividad Industrial y Propuestas de Acciones Ambientales para su reducción". Trabajo de Fin de Grado (TFG). Facultad de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Burgos (UBU). 25 pp.

Bravo Fernández, Elisa (2016). Trabajo de Fin de Master (TFM). "Estudio de la Huella de Carbono de Organización de una Industria Quesera y su Proveedor Lácteo mediante la Norma ISO 14.064-1 en el año 2015". E.T.S. Ingenierías Agrarias (Palencia). Universidad de Valladolid. 51 pp.

Caballero, M., Lozano, S., Ortega B. (2007). "Efecto Invernadero, Calentamiento Global y Cambio Climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra". Revista digital Universitaria - DGSCA-UNAM. 8 (10), 3 – 12. ISSN: 1067-6079.

Canellada, F., A. Laca, A. Laca y M. Díaz. (2018). "Environmental impact of cheese production: A case study of a small-scale factory in southern Europe and global overview of carbon footprint". Science of the Total Environment 635 (2018).167–177.

Carnerero Acosta, Rubén (2019). "Análisis del Ciclo de Vida". Ponencia IK Ingeniería. Universidad de Burgos.

Carnerero Acosta, Rubén (2020). "Ecoetiquetado y Marcados Ambientales de Producto". Ponencia IK Ingeniería. Universidad de Burgos.

Comisión Europea (2019). Un pacto verde europeo. Recuperado de:
https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es

Chauhan, R. R. et al. (2015). "Carbon Footprint and Dairy Industry". National Seminar on Indian Dairy Industry: Opportunities and Challenges. XI Alumni Convention at SMC College of Dairy Science, AAU. 105-110 pp.

Clune, Stephen John ; Crossin, Enda ; Verghese, Karli. (2017) "**Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories**". In: Journal of Cleaner Production. 2017; Vol. 140, No. Part 2. pp. 766-783.

DairyCo (2012). "Greenhouse gas emissions on British dairy farms". DairyCo is a division of the Agriculture and Horticulture Development Board. 54 pp.

FAO (2010). "Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector. A Life Cycle Assessment". FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Animal Production and Health Division. 98 pp.

FIAB (2013). "Alimentamos un futuro sostenible. Retos medioambientales de la Industria Alimentaria a 2020". Informe de la Federación Española de la Alimentación y Bebidas. Financiado por Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA). 68 pp.

Flysjö, Anna (2012). "Greenhouse gas emissions in milk and dairy product chains improving the carbon footprint of dairy products". PhD thesis • Science and Technology • 2012. Aarhus University. Danmark. 165 pp.

IDF -International Dairy Federation- (2015). "A common carbón footprint approach for dairy. The IDF guide to standard lifecycle assesment methodology for the dairy sector". Bulletin of the International Dairy Federation 479/2015: https://www.fil-idf.org/wp-content/uploads/2016/09/Bulletin479-2015_A-common-carbon-footprint-approach-for-the-dairy-sector.CAT.pdf

Ihobe (2009). "Análisis del Ciclo de Vida y Huella de Carbono. Dos maneras de medir el impacto ambiental de un producto". (2009). Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental del País Vasco.

Jiménez Herrero, L. M. (2011). "Enfoques Metodológicos para el Cálculo de la Huella de Carbono". Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE).

Mapama (2015) "Guía para el Cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un Plan de mejora de una organización". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España. 65 pp.

Mapama (2016). "Instrucciones de uso de la calculadora de Huella de Carbono de Alcance 1+2 para una explotación agrícola". (2016). Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA).

Marcos, L.A., Hoyuelos, F.J., Bercedo, M., González, B., Medel, B., Tombo, V. (2018). Cálculo de la huella de carbono en industrias del sector lácteo y medidas para su reducción y/o compensación. Recuperado de:

<http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2018/CT%202018/222224209.pdf>

Medel de Pablo, Beatriz (2018). "Cálculo de la Huella de Carbono de una Actividad Industrial y Propuestas de Acciones Ambientales para su reducción". Trabajo de Fin de Grado (TFG). Facultad de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Burgos (UBU). 25 pp.

Mercasa (2015). Informe Mercasa: "La Alimentación en España: Producción, Industria, Distribución y Consumo". Ediciones Mercasa 2015. 552 pp.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España (2020). Acuerdo de consejo de ministros por el que se aprueba la declaración del gobierno ante la emergencia climática y ambiental. Recuperado de:
https://www.miteco.gob.es/es/prensa/declaracionemergenciaclimatica_tcm30-506551.pdf

Rodríguez Olalla, A., Álvarez Gallego, S. Madrid, (2015). *La Huella de Carbono de las Organizaciones*. AENOR Ediciones.

Tombo Arranz, Virginia (2017). "Cálculo de la Huella de Carbono de una Actividad Industrial y Propuestas de Acciones Ambientales para su reducción". Trabajo de Fin de Grado (TFG). Facultad de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Burgos (UBU). 25 pp.

Vasilaki, V., Katsou, E., Ponsá, S. y Colón, J., (2016). "Water and carbon footprint of selected dairy products: A case study in Catalonia". *Journal of Cleaner Production* 2016, 139, 504-516. Elsevier.

Vergé, X.P.C. et al. (2013). "Carbon footprint of Canadian dairy products: Calculations and issues". *J. Dairy Sci.* 96 :6091–6104.

Vilda Saezmiera, Manuel (2020). "Huella de Carbono en la Industria Agroalimentaria". Trabajo de Fin de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad de Burgos.

Wackernagel, Mathis (2001). "Nuestra huella ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra". Lom Ediciones, 2001. Página 26. Consultado on-line el 08/05/2018.