



# Análisis comparativo de impactos ambientales de productos de Comercio Justo y convencionales

## El caso del chocolate Ethiquable

**Autora: Blanca del Carmen Lopez del Amo Peña**  
Máster Economía Circular: Aplicación a la Empresa

**Director: Ortzi Akizu-Gardoki**  
University of the Basque Country (UPV/EHU),  
Life Cycle Thinking Group, Department of Graphic Design and Engineering Projects

**Artículo científico original**  
López del Amo B, Akizu-Gardoki O. Derived Environmental Impacts of Organic Fairtrade Cocoa (Peru) Compared to Its Conventional Equivalent (Ivory Coast) through Life-Cycle Assessment in the Basque Country. Sustainability. 2024; 16(2):493.  
<https://doi.org/10.3390/su16020493>

# Índice

<b>Presentación</b>	<b>4</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>6</b>
<b>2. Objetivos y alcance del estudio</b>	<b>9</b>
<b>3. Productos a analizar</b>	<b>10</b>
<b>4. Metodología</b>	<b>11</b>
<b>4.1. Elección del software y base de datos</b>	<b>11</b>
<b>4.2. Reglas de categoría de producto (RCP)         y Declaraciones Ambientales de Producto (DAP)</b>	<b>12</b>
<b>4.3. Selección de metodología de análisis</b>	<b>12</b>
<b>4.4. Análisis de ciclo de vida y sus características: normas</b>	<b>13</b>
<b>5. Inventario de ciclo de vida de cacao</b>	<b>15</b>
<b>6. Resultados de estudios previos</b>	<b>19</b>
<b>7. Análisis comparativo</b>	<b>25</b>
<b>7.1. Impactos en el análisis de ciclo de vida (LCA)</b>	<b>25</b>
<b>8. Resultados</b>	<b>29</b>
<b>9. Propuestas de mejora</b>	<b>32</b>
<b>10. Conclusiones</b>	<b>33</b>

# Presentación

**medicusmundi Álava/Araba** es una Organización No Gubernamental de Desarrollo comprometida con los derechos humanos, que trabaja para hacer realidad el derecho a la salud de todas las personas, en todo el mundo.

En el marco de ese compromiso, apostamos por un modelo económico global y de consumo que garantice que las personas productoras tengan unas condiciones de vida adecuadas, que permita a las consumidoras acceder a productos de calidad y que contribuya a la sostenibilidad ambiental. Lo hacemos a través del Comercio Justo que se define como *“un sistema comercial basado en el diálogo, la transparencia y el respeto, que busca una mayor equidad en el comercio internacional prestando especial atención a criterios sociales y medioambientales. Contribuye al desarrollo sostenible ofreciendo mejores condiciones comerciales y asegurando los derechos de productores/as y trabajadores/as desfavorecidos, especialmente en el Sur”* (Organización Mundial del Comercio Justo, WFTO).

La apuesta por el CJ parte del convencimiento de que nuestras compras no son neutras. Tienen un impacto importante ya que con ellas contribuimos a un modelo económico, el convencional, que prioriza el beneficio económico, o a un sistema que busca aportar a la construcción de un mundo más justo y a un medio ambiente saludable.

Desde hace más de tres décadas promovemos el Comercio Justo, con una tienda física en Vitoria-Gasteiz, en la que colaboran personas voluntarias, y una tienda on line ([www.dendamundi.com](http://www.dendamundi.com)). Realizamos además multitud de actividades para dar a conocer lo que hay detrás de cada producto y para contribuir a que nuestras compras sean cada vez más responsables.

En esta ocasión lo hacemos a través de una nueva investigación sobre los impactos ambientales de uno de los productos estrella del CJ, el chocolate, comparándolos con los de sus homólogos convencionales. Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación de la **AGENCIA VASCA DE COOPERACIÓN** y la colaboración de **IDEAS** (Iniciativas de Economía Alternativa y Solidaria), la cooperativa francesa **ETHIQUABLE** y la cooperativa agrícola peruana **NORANDINO**; además de profesorado y alumnado del Máster Economía Circular de la **UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO/EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA**. Aprovechamos este espacio para darles las gracias.

# Principios de Comercio Justo



# 1. Introducción

El Comercio Justo (CJ) es un modelo comercial que busca una mayor justicia global en materia económica, social, humana y ambiental. Protege los derechos humanos y el ambiente; no fija salarios mínimos específicos pero sí impulsa salarios y pagos dignos para las personas que participan en el primer eslabón de la cadena; establece el pago de una prima a las cooperativas productoras, así como pagos por adelantado para que las personas productoras puedan adquirir las materias primas necesarias para su cultivo sin endeudarse; asegura precios al margen de los vaivenes del mercado internacional, prácticas respetuosas con el medio ambiente, etc.<sup>1</sup>

Por su parte, la Agricultura Orgánica (AO) consiste en un sistema de prácticas agrícolas ecológicas basado en innovaciones científicas a través del cual es posible producir alimentos sin el uso de ciertos productos químicos nocivos para el suelo, el aire, el agua, y respetando los derechos y la salud de las y los agricultores<sup>2</sup>.

Además de regular la interacción económica entre personas productoras y consumidoras tiene un método de producción cuyo objetivo es generar alimentos utilizando únicamente aditivos regulados por las respectivas leyes regionales de certificación de Agricultura Orgánica, que previamente han analizado sus posibles impactos nocivos y su origen natural, promoviendo el uso responsable de los recursos<sup>3</sup>.

Los dos modelos están conectados filosóficamente entre sí para producir productos responsables con el medio ambiente y las personas. El Comercio Justo está regulado por la norma ISO 17065 “Evaluación de la conformidad – Requisitos para organismos certificadores de productos, procesos y servicios” (ISO, 2012), y la Agricultura Orgánica está certificada con la familia de normas de la ISO 14020 “Etiquetas y declaraciones ambientales – Principios generales” (ISO, 2000).

La International Guide Fair Trade Label indica que la certificación de agricultura orgánica no es estrictamente necesaria para obtener el sello de CJ. Sin embargo, en la Tabla 1 se enumeran los requisitos establecidos por la Comisión Europea<sup>4</sup> para la agricultura orgánica y los establecidos por Fairtrade<sup>5</sup> para la certificación ambiental que convergen entre sí. Los fertilizantes y pesticidas que figuran en la lista de Materiales Peligrosos en Comercio Justo<sup>6</sup>, contienen sustancias restringidas también para el cultivo orgánico (rojo: prohibido, ámbar: monitoreado).

---

1 <https://wfto-europe.org/wp-content/uploads/2022/11/12.-Annual-Report-2021-2022.pdf>

2 CULTIVO. (2020). Agricultura Sostenible: La Aplicación Del Nuevo Concepto. En Sistema de Observación de la Tierra. <https://eos.com/es/blog/agricultura-sostenible/>

3 Europea, C. (2021). La agricultura ecológica en pocas palabras. En Web oficial de la Unión Europea. [https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming/organics-glance\\_es](https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming/organics-glance_es)

4 Comisión Europea. (2018). Reglamento (UE) 2018/848 sobre producción ecológica y etiquetado de Producto orgánico. *Diario oficial de la Unión Europea*, 2018(1151), 1-92. <https://eurlex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0848&from=ES>

5 Comercio justo. (2021). *Criterio de comercio justo para el café*. 1-25. [www.fairtrade.net/standards.html](http://www.fairtrade.net/standards.html)

6 <https://docplayer.es/38589369-Lista-de-materiales-peligrosos.html>

**Tabla 1: Convergencia ambiental entre la agricultura orgánica y la certificación Fairtrade para la agricultura.**

Agricultura Orgánica (AO) (Comisión Europea, 2018)	Materiales peligrosos (Comercio justo, 2022)	Comercio Justo (CJ) (Comercio justo, 2021)
(Parte I:1.9.8) Prohibición del uso de fertilizantes nitrogenados minerales.	<b>Sustancias Prohibidas:</b> Nitrobenceno Nitrógeno	Uso minimizado y seguro de agroquímicos.
(23)(32)(40)(Artículo 6. d,e,f)(Parte I:1.8.4) Para reducir el impacto de las malas hierbas y las plagas, eligen variedades resistentes (no modificadas genéticamente) y razas y técnicas que fomentan el control natural de plagas.		
(24)(70)(Parte I:1.1) Limitar el uso de fertilizantes artificiales, herbicidas y pesticidas.	<b>Sustancias Prohibidas:</b> disulfotón endosulfán Sulfotep Famphur sulfato de talio Azinfos-etilo Azinfos-etilo clormefos cumafós dicrotofos Edifenfos (EDDP) Etoprofos (Etoprop) Fenamifos heptenofos metamidofos mevinfos monocrotofos Fosfamidón (Fosfamidon) Fostebupirim (tebupirimfos) propetamfos Tebupirimifos (fostebupirim) triazofos Tris (2,3-dibromopropilo) Fosfato Fosfuro de zinc DNOC (dinitro-orto-cresol) y sus sales (amonio, potasio, sodio) arbosulfán leptofos OMPA (octametilpirofosforamida) fosalona pirazofos 2,4,5-TCP (2,4,5-triclorofenato de potasio)	
		Gestión adecuada y segura de los residuos.
(34)(Artículo 6. d) Rotación de cultivos. (Parte I: 1.9.2 y 1.9.4) Cultivo de plantas fijadoras de nitrógeno y otros cultivos de abono verde para restaurar la fertilidad del suelo.		Mantenimiento de la fertilidad del suelo y de los recursos hídricos.
(23)(Artículo 5: f.iii) Prohibición del uso de OGM.		No uso de organismos genéticamente modificados (OGM).
(23) Prohibición del uso de radiaciones ionizantes.		

Partiendo de estos conceptos, el presente estudio analiza los impactos ambientales de un chocolate de Comercio Justo de producción orgánica, y los compara con el convencional.

La industria del chocolate **es una de las más grandes y prósperas del mundo, con un valor estimado de más de 100 mil millones de dólares en el año 2021** y con un crecimiento anual de un 7%. Entre 5 y 6 millones de personas se dedican al cultivo del cacao, especialmente en África y América Latina, pero se calcula que 50 millones viven de su producción y que casi dos millones de menores trabajan como esclavos en las plantaciones. Las cadenas de producción tienen múltiples intermediarios, aunque el mayor valor añadido se produce en los últimos eslabones, los que se realizan en los países del Norte.

El cacao, junto con el café, el banano y la caña de azúcar son los productos de alimentación más demandados en los circuitos de Comercio Justo, si bien todavía en porcentajes pequeños respecto a la comercialización total: 30% del café; 10% del cacao y 20% del plátano<sup>7/8/9</sup>. Estudios previos señalan que, en términos generales, el cultivo del cacao tiene impactos medioambientales significativos. Según un informe de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO, según siglas en inglés) de 2015<sup>10</sup>, dentro de los mismos figuran la deforestación, la erosión del suelo y la pérdida de biodiversidad. Se calcula que la producción mundial se ha incrementado un 3% al año en las dos últimas décadas, lo que ha supuesto un aumento del área cultivada. Así, Desde 1990 la extensión cultivada en Ghana y Costa de Marfil, principales países productores, ha crecido un 150% lo que en el caso del segundo ha implicado la pérdida del 80% de su bosque en cinco décadas.

---

7 ICCO. (2021). Estadísticas. Organización Internacional del Cacao. <https://www.icco.org/estadisticas/>

8 ICO. (2021). Internacional Café Organización – Tablas de estadísticas comerciales. [http://www.ico.org/trade\\_statistics.asp?section=Estadisticas](http://www.ico.org/trade_statistics.asp?section=Estadisticas)

9 Alianza para la selva tropical (2023). Inicio | Alianza para la selva tropical. <https://www.rainforest-alliance.org/>

10 FAO. (2015). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. (vol. 81, número 2). <https://www.fao.org/documents/card/es/c/4335b66b-a1bd-460f-93a2-aef0d0a0edea>

## 2. Objetivos y alcance del estudio

Este estudio hace uso de la metodología Análisis de Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment, LCA) para **modelar**, mediante herramientas informáticas, una **tableta de chocolate de Comercio Justo** orgánico, lo que permite **calcular** sus diferentes **impactos ambientales**, profundizar en el conocimiento en torno a los **aportes de CJ a la sostenibilidad** y **diseñar acciones para reducir los impactos** detectados.

La LCA es la herramienta más utilizada para realizar análisis cuantificables de los impactos de productos altamente manufacturados como el cacao para chocolate.

En concreto, el Análisis de Ciclo de Vida nos permitirá:

- Realizar el **inventario y modelado de un chocolate de CJ y AO y uno convencional**.
- **Comparar los impactos ambientales** generados por la producción y distribución de 1 kg de chocolate comercializado con la etiqueta de CJ y AO y de un chocolate convencional.
- **Calcular la reducción de Potencial de Calentamiento Global (GWP) y Ecotoxicidad Terrestre (ET)** que puede producirse en Euskadi sustituyendo el consumo de chocolate convencional por el de CJ y AO, considerando que es la comunidad autónoma con mayor consumo per cápita, con 4,73 kg/persona/año, cantidad un 30,3% superior a la media (3,63 kg/persona/año) de España en 2021<sup>11</sup>.
- Obtener **indicadores de impacto ambiental**.
- Profundizar y aumentar el conocimiento del desempeño ambiental de estos productos **identificando los puntos críticos** para una posterior intervención en ellos.
- Aportar a la ciudadanía **información contrastada sobre el impacto ambiental** de los diferentes productos.

---

11 [https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/informe-consumo-alimentario-2021-baja-res\\_tcm30-624017.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/informe-consumo-alimentario-2021-baja-res_tcm30-624017.pdf)

# 3. Productos a analizar

Para el estudio se han seleccionado dos chocolates, uno de Comercio Justo y otro convencional: Ambos tienen porcentaje similares de ingredientes principales (72% pasta de cacao; 1% manteca de cacao), aunque difieren en la cantidad de azúcar (27% de panela ecológica en el chocolate de CJ y 27,8% de azúcar refinada y 0,2% de lecitina vegetal en el convencional).

El chocolate de CJ y AO, comercializado con el nombre de **“NOIR DESSERT CORSÉ 72% DE CACAO”**, se elabora a partir del cacao producido por **la COOPERATIVA peruana NORANDINO**<sup>12</sup>, que se dedica al procesamiento, la comercialización y exportación de café, cacao y panela y actualmente agrupa a, aproximadamente, 7000 pequeños/as productores/as.

Se autodefine como *“cooperativa que integra a productores organizados y articula la comercialización de productos agroindustriales con servicios múltiples de calidad para mejorar la condiciones vida de sus asociados”*<sup>13</sup>.

La pasta de cacao se procesa posteriormente por **ETHIQUABLE, cooperativa francesa** que centra el 100% de su actividad en el comercio justo y el apoyo a la pequeña agricultura orgánica campesina. Es una Empresa Solidaria de Utilidad Social homologada que trabaja con más de 100 cooperativas de pequeños productores/as asociados/as en Francia y en los países del Sur Global, con impacto directo para 48.990 productores/as en 29 países.

En lo que respecta al chocolate convencional utilizado en este estudio, se ha tomado como referente uno de los más consumidos en el mercado de Euskadi; el origen de su cacao es Costa de Marfil y su procesamiento se realiza en el Estado Español.



12 <https://coopnorandino.com.pe/>

13 <https://coopnorandino.com.pe/nosotros/>

# 4. Metodología

## 4.1. Elección del software y base de datos

El software seleccionado para realizar la modelización digital de impactos ambientales ha sido OpenLCA (OpenLCA, 2023). La base de datos elegida para los productos y procesos ha sido Ecoinvent v3.9.1 (Pre' Consultants, 2017).

En cuanto a las metodologías de procesado del cálculo empleadas:

- ReCiPe 2016 Jerárquico de punto medio (Midpoint Hierarchist) para indicadores generales (Potencial de Calentamiento Global, Ecotoxicidad Terrestre y Huella Ambiental).
- AWARE, es el método utilizado para medir la huella hídrica; tiene en cuenta factores locales de agua disponible, además del consumo directo de este recurso. Es el más recomendado, ya que dispone de la aprobación de expertos y expertas de LCA e hidrología.
- Método de demanda de energía acumulada, CED por sus siglas en inglés (Cumulative Energy Demand).

En cuanto a la recogida de datos se han respetado las Normas ISO y sus disposiciones que se utilizan en las organizaciones para asegurar que los productos y/o servicios ofrecidos por dichas organizaciones cumplan con los requisitos de calidad y los objetivos previstos (ISO, 2012).

También reglamentos sobre Agricultura Orgánica y Comercio Justo (cuadro 1) para la selección de aditivos al cultivo, como la cantidad de compost para cultivo orgánico que se extrae de Rofner<sup>14</sup> o el virus entomopatógeno como plaguicida orgánico según Yadav<sup>15</sup>. De Ramos-Ramos<sup>16</sup> se han obtenido datos de energía (kWh), agua (m<sup>3</sup>) y consumo de gas (kg). La fabricación de chocolate se calcula de acuerdo con Lacasa<sup>17</sup>.

---

14 Rofner, NF, Juan, H., García, P., Severino, S., Salinas, J., Mamani, FE, & Torres García, J. (2019). Revista de Investigaciones Altoandinas ARTÍCULO ORIGINAL INFORMACIÓN DE ARTÍCULO. Rev. Investigador. Altoandín,21(2), 4-264. <https://orcid.org/0000-0002-8751-4367>

15 Yadav, AN (2021). Microbiomas del suelo para la anotación funcional de la agricultura sostenible.

16 Ramos-Ramos, TP, Guevara-Llerena, DJ, Sarduy-Pereira, LB, & Diéguez-Santana, K. (2020). Producción Más Limpia Y Ecoeficiencia En El Procesado Del Cacao: Un Caso De Estudio En Ecuador. Investigación y Desarrollo,20(1), 135-146. <https://doi.org/10.23881/idupbo.020.1-10i>

17 Lacasa. (2021).0. Información general 0.1.1-38. [https://grupo.lacasa.es/content/pdf/memoria\\_responsabilidad\\_ES\\_2020\\_2021.pdf](https://grupo.lacasa.es/content/pdf/memoria_responsabilidad_ES_2020_2021.pdf)

## 4.2. Reglas de categoría de producto (RCP) y Declaraciones Ambientales de Producto (DAP)

Las **RCP** son un documento **que proporciona las instrucciones** sobre cómo se debe realizar un LCA; muestran las categorías de impacto que se deben considerar para comparar resultados.

Establece entre otros:

- La unidad funcional: 1 kg de chocolate (extrapolado de una barra de 150 gr de chocolate) en el punto de venta con su respectivo envoltorio.
- Los límites del sistema: de la cuna a la puerta (cradle to gate).
- Las categorías de impacto a analizar: Potencial de Calentamiento Global (GWP), Ecotoxicidad Terrestre (ET); Huella Ambiental (o Uso del Suelo, HA); Huella Hídrica, HH y Huella Energética, HE.

La finalidad de este tipo de documentos es que los productos de función similar se evalúen de forma parecida al realizar el LCA.

Las **DAP**, por su parte, son un tipo de **ecoetiqueta** que ofrece información sobre el comportamiento ambiental del producto. Sin embargo, la información es técnica dado que muestra los resultados del estudio de LCA (IHOBE, 2015).

No existiendo una declaración ambiental específica para chocolate, se decide tener como referencia la DAP 2012:06 Bakery products PCR 2012:06 (3.0).

## 4.3. Selección de metodología de análisis

El método establecido se refiere al proceso en el que los resultados del inventario se transforman en información sobre los daños causados al medio ambiente. La elección de las categorías de impacto debe hacerse de acuerdo con los límites y el alcance del estudio. En este sentido, las PCR detectadas muestran las categorías de impacto que se deben considerar para comparar los resultados publicados por otras organizaciones.

En este análisis, los métodos de impacto de OpenLCA que se han seleccionado son: ReCiPe 2016 Midpoint Hierarchist (H) para indicadores generales. Además, se han modelado dos escenarios para su comparación, teniendo en cuenta parámetros similares que normalmente se requieren en las PCR de productos aproximados:

- **Potencial de Calentamiento Global (GWP)** definido como el impacto radiativo acumulativo, tanto directo como indirecto, en un horizonte de tiempo especificado, resultante de la emisión de una unidad de masa de gas relacionado con algún gas de referencia<sup>18</sup>. Es un indicador ampliamente utilizado y estudiado por su versatilidad y por su fácil comprensión. Se mide en kg de CO<sub>2</sub>-equivalente emisiones.

---

<sup>18</sup> Muralikrishna, IV y Manickam, V. (2017). Tecnologías de control de la contaminación del aire *ambiental Gestión*, 337-397. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811989-1.00014-2>

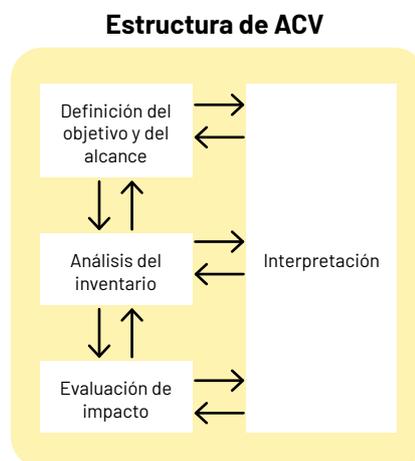
- **Ecotoxicidad Terrestre (ET)**, en kg de 1,4 DCB –equivalente. Es una categoría para indicadores que denotan influencias de sustancias tóxicas en los ecosistemas terrestres<sup>19</sup>.
- **Huella ambiental (HA)**, medida con el dato “Uso del Suelo”, en m<sup>2</sup> una cosecha – equivalente. Refleja indicadores relacionados con la ocupación del cultivo, que no puede ignorarse en el análisis ambiental, ya que es un camino hacia la pérdida de biodiversidad<sup>20</sup>.
- **Huella hídrica (HH)** en m<sup>3</sup>. Es un indicador del uso de agua dulce que se refiere tanto a uso directo e indirecto necesario para producir bienes o servicios<sup>21</sup>.
- **Huella energética (HE)** en MJ megajulios–equivalente. Es la evaluación del consumo de energía relacionado con un producto<sup>22</sup>, y ha sido medido por la Demanda de Energía Acumulada (CED), que suceden en el proceso de la cuna a la puerta.

## 4.4. Análisis de ciclo de vida y sus características: normas

**El Análisis de Ciclo de Vida (LCA) permite contabilizar el impacto ambiental de un producto, servicio o actividad a lo largo de su ciclo de vida, teniendo en cuenta el uso de recursos y las emisiones ambientales asociadas a un sistema.**

LCA es una herramienta para evaluar los impactos ambientales y los recursos utilizados a lo largo del ciclo de vida de un producto, desde la adquisición de la materia prima, pasando por las fases de producción y transporte, hasta la entrega al vendedor<sup>23</sup>.

**Figura 1. Fases de una LCA. Fuente: ISO 2006**



19 Ecotoxicidad Terrestre. <https://www.eco-huella.com/2016/03/huella-ambiental.html>

20 De Baan, L., Mutel, CL, Curran, M., Hellweg, S. y Koellner, T. (2013). Uso de la tierra en el ciclo de vida evaluación: Factores de caracterización global basados en la extinción potencial de especies a nivel regional y global. Ciencia y Tecnología Ambiental, 47(16), 9281-9290. <https://doi.org/10.1021/es400592q>

21 Chapagain, AK y Hoekstra, AY (2004). Huellas hídricas de las naciones Volumen 2: Apéndices Valor de agua. [https://www.fuhem.es/cdv\\_biblioteca/water-footprints-of-nations-volume-2-appendices/](https://www.fuhem.es/cdv_biblioteca/water-footprints-of-nations-volume-2-appendices/)

22 TIC. (2018). ¿Qué es una huella energética? | ICTFOOTPRINT.eu. <https://ictfootprint.eu>

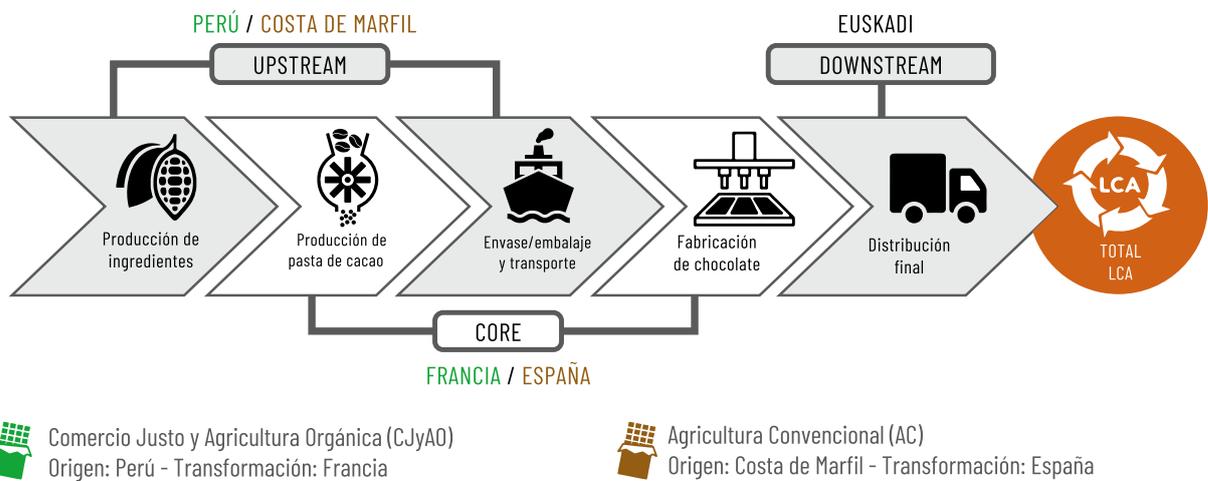
23 Finnveden, G., Hauschild, MZ, Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., Koehler, A., Pennington, D. y Suh, S. (2009). Avances recientes en la evaluación del ciclo de vida. Diario de Gestión Ambiental, 91(1), 1-21. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2009.06.018>

La LCA se basa en la recopilación y análisis de entradas y salidas a un sistema; así se obtiene un resultado que muestra los impactos ambientales potenciales, incluyendo impactos que van más allá de los análisis tradicionales. De esta forma el **LCA** proporciona una **visión global de los aspectos ambientales**, y permite **definir estrategias** que tengan como fin la **reducción de los impactos** identificados. Asimismo, un análisis de esta magnitud permite reconocer cómo las **elecciones en cada etapa del ciclo pueden contribuir o, por el contrario, equilibrar el impacto negativo en el medio ambiente**.

La unidad funcional debe ser precisa y debe estar claramente definida para poder comparar diferentes cacao y chocolates. En este caso, como ya se ha indicado, la unidad funcional que se ha considerado es el equivalente a **1 kg chocolate de (extrapolado de una barra de 150 g con su respectivo envoltorio)**.

El estudio se ha abordado considerando una **perspectiva “de la cuna a la puerta”**, incluyendo los residuos generados en upstream (desde el proceso de producción, pasando por el embalaje, el transporte), pasando por el core (fabricación principal: pasta de cacao en chocolate) hasta el downstream (distribución al por menor hasta el punto de venta a la persona consumidora) y los residuos finales de envases, pero **excluyendo los impactos generados en las etapas de uso y el final de la vida útil**.

**Figura 2. Proceso del ciclo de vida**



# 5. Inventario de ciclo de vida de cacao

El análisis de la huella ambiental requiere detallar todas las fases del proceso de producción, que empieza con la siembra y la cosecha del cacao.

Para el cálculo del LCA completo de los dos chocolates se han considerado las siguientes **fuentes de información**:

- Datos bibliográficos.
- Información sobre los datos productivos de las empresas Ethiquable y Norandino para cacao de CJ orgánico.
- Datos de la base de datos (Ecoinvent v3.9.1.) para el modelado de ingredientes de chocolate convencional.
- Normas sobre CJ y AO (Tabla 1) para la selección de aditivos a la cultivo, como la cantidad de compost para cultivo orgánico que se extrae de Rofner et al. (2019) o el Virus Entomopatógeno como plaguicida orgánico según Yadav (2021).
- Material auxiliar obtenido de Ramos-Ramos et al. (2020), de quien la energía en kWh se ha pasado a MJ.
- Datos de consumo de agua (m<sup>3</sup>) y gas (kg) necesarios para la fabricación de 1 kg de pasta de cacao y la fabricación principal de chocolate según Lacasa (2021).
- Para modelado de ingredientes de chocolate orgánico, receta de chocolate amargo de Stuart (2014).

Se analizan dos chocolates (72% cacao) con diferente origen y métodos de producción agrícola:

## Escenario 1

**Chocolate (72%) de Comercio Justo orgánico:** específicamente, **"NOIR DESSERT CORSE 72% DE CACAO & BIO"**, barra de chocolate (150 g) de la marca Ethiquable. Modelado siguiendo el certificado de Comercio Justo y Agricultura Orgánica (CJ y AO) de los ingredientes (cacao y caña de azúcar cruda) con origen en Perú, y en sus procesos de transformación y transporte, desde el cultivo y procesamiento de pasta de cacao en Perú hasta la fábrica de chocolate en Francia y la posterior distribución al mercado vasco.

Se ha estimado que para la fabricación de 1 kg. de chocolate de 72% masa de chocolate (71% pasta de cacao; manteca de cacao, 1%; y 28% de azúcar de caña sin refinar) se necesitan 13,05 kg de cacao crudo.

En este cultivo no utilizan fertilizantes ni pesticidas naturales ya que la calidad de su suelo se nutre de las hojas y vainas de los propios árboles de cacao; además, con frecuencia no se utiliza ningún tipo de maquinaria eléctrica, ni siquiera en el secado de las habas.

Al igual que en el Escenario 2, la industria del cacao genera un 73% de residuos hasta llegar a pasta de cacao, y un 92% hasta convertirse en tableta de chocolate. Estos residuos, como cáscaras de cacao, vainas de semillas, hojas de poda, mucilagos (capa gelatinosa que rodea las semillas en la fruta fresca), actualmente son arrojados al suelo de la plantación como “compost”; una práctica que no en todos los casos es beneficiosa porque puede llegar a la putrefacción y generación de hongos nocivos; en otros casos, se quema para obtener biomasa o se utiliza como alimento para animales.

En lo que respecta al modelado de la energía en la fábrica de chocolates de Ethiquable, es a partir de recursos renovables, el 25% de los cuales es autogenerado por paneles fotovoltaicos, y el 75% se obtiene de un mix de recursos renovables de la cooperativa eléctrica Enercoop.

Para el transporte se considera la distancia entre los cultivos, los centros de acopio y la planta de fabricación de pasta de cacao en Perú vía camión (759 km); el transporte marítimo (10.002,35 km) de la pasta de cacao hasta la fábrica de chocolate en Gers, Francia; y finalmente, el transporte del chocolate desde la fábrica hasta un punto de venta en Euskadi, en camión (369 km). El embalaje (cartón y papel de aluminio) se estima a partir de los datos de Boakye-Yiadom<sup>24</sup>.

**Tabla 2: Procesos en la fabricación del chocolate.** Fuente: elaboración propia.

Eficiencia	Producción fase	Descripción
13,05 kg	Cacao cultivo	Los árboles de cacao requieren un cuidado especial para producir granos de alta calidad. Las/los agricultores deben seleccionar las variedades adecuadas, mantener el suelo en buenas condiciones y proteger los árboles de enfermedades y plagas.
3,51 kg	Fermentación y secado	Después de la cosecha, los granos de cacao se fermentan y se secan para desarrollar su sabor característico. Durante este proceso, se deben controlar cuidadosamente la temperatura y la humedad para evitar el crecimiento de moho o bacterias.
0,73 kg	Tostado y molienda	Los granos de cacao se tostan para desarrollar su sabor y aroma, y luego se muelen para producir pasta de cacao.
0,01 kg	Prensado	La pasta de cacao se prensa para extraer la manteca de cacao.
1 kg chocolate 72% orgánico de CJ= 0,71 kg de cacao pasta + 0,01 kg manteca de cacao + 0,28 kg de azúcar de caña en bruto	Conchado y templado	La pasta de cacao, la manteca de cacao y el azúcar moreno sin refinar se trituran y se mezclan para producir un chocolate suave. Luego se temple para que tenga una textura y brillo adecuados.
1 kg	Embalaje y distribución	El chocolate se envasa en barras (150 g) y se distribuye a tiendas, supermercados y otros.

<sup>24</sup> Boakye-Yiadom, KA, Duca, D., Pedretti, EF e Ilari, A. (2021). Desempeño ambiental de chocolate producido en Ghana utilizando la evaluación del ciclo de vida. *Sostenibilidad (Suiza)*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/su13116155>

## Escenario 2

**Chocolate (72%) convencional:** ha sido modelado para representar una barra de chocolate estándar de supermercado (150 g), con origen en la agricultura convencional (AC) en Costa de Marfil, siendo este el origen de la mayor parte del cacao en el mercado<sup>25</sup>. Los demás ingredientes (azúcar y aditivos) también son de origen convencional. Se ha planteado la hipótesis del transporte desde zona de cultivo de este país africano hasta una fábrica de chocolate en Barcelona y luego su distribución al País Vasco.

Al igual que en escenario 1, se estima que para obtener una tableta de chocolate convencional de 1 kg. (72% masa de chocolate: 71%, pasta de cacao; 1%, manteca de cacao; 27,8 % azúcar de caña convencional y 0,2 % lecitina vegetal) se necesitan 13,05 kg de cacao crudo.

En referencia a la maquina/personas, el consumo de recursos para producir 1 kg de chocolate también es el mismo, aunque en este caso con origen eléctrico mix energético estándar. El embalaje del chocolate convencional para barra de 150 gr es de 20 gr de polipropileno.

El transporte incluye el traslado de la cosecha hasta los centros de acopio y la planta de fabricación de pasta en Costa de Marfil vía camión (299 km); luego el transporte marítimo (5.645,62 km) de la pasta de cacao a la fábrica de chocolates de Barcelona; y finalmente, el transporte del chocolate desde la fábrica hasta los puntos de venta en Euskadi con camión (432,58 km).

### El rol del transporte

El rol de transporte en el ciclo de vida de los productos alimentarios es relevante, por las distancias que recorren los alimentos desde la producción hasta el consumo. La principal vía de transporte es la marítima, seguida de la terrestre, aérea y en último lugar, el tren.

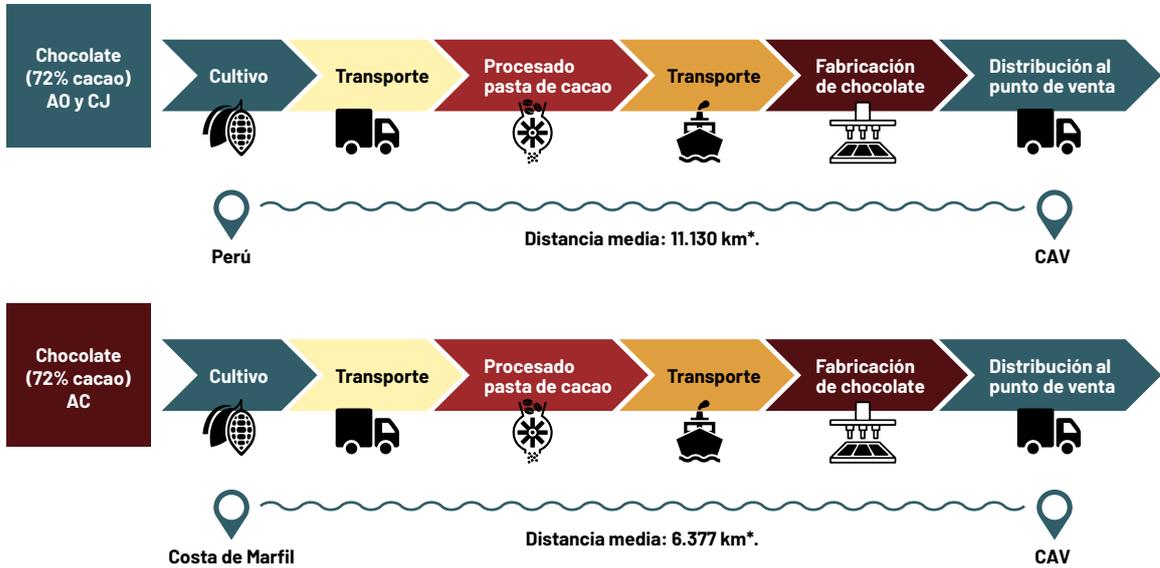
En todo caso, como afirman algunos estudios<sup>26</sup> y veremos confirmado en este trabajo, tomar como único indicador el transporte es inadecuado, dado que pueden producirse emisiones más importantes en otras fases de la cadena alimentaria.

---

25 López Cuadra, YM, Cunias Rodríguez, MY, Carrasco Vega, YL, López Cuadra, YM, Cunias Rodríguez, MY, & Carrasco Vega, YL (2020). El cacao peruano y su impacto en la economía nacional. *Revista Universidad Sociedad*, 12(3), 344–352. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1594>

26 Garnett, T., 2011. Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306919210001132>

**Figura 3. Comparativa de kilómetros recorridos en chocolate de CJ y convencional.**  
*Fuente: elaboración propia*



\* La distancia recorrida no es un indicador justo de sostenibilidad; es necesario reparar en otros factores, como el tipo de cultivo

# 6. Resultados de estudios previos

Algunas de las diferencias en torno al impacto ambiental de productos de Comercio Justo y cultivo orgánico y de productos convencionales ya han sido estudiadas, sin embargo no existe consenso en los resultados.

En Ucayali (Perú), se realizó un estudio sobre el **Potencial de Calentamiento Global (GWP)** generado por un kilogramo de cacao en grano según tipo de producción. En el estudio definen una producción artesanal de baja producción de cacao siendo su impacto 0,17 kg CO<sub>2</sub>-eq; cuando se realizaba en producción orgánica; con maquinaria su impacto era de 0,93 kg CO<sub>2</sub>-eq; y 2,26 kg CO<sub>2</sub>-eq en producción industrial intensiva (donde hay mayor uso de pesticidas y herramientas agrícolas industriales)<sup>27</sup>.

Sin embargo, como puede verse en la siguiente tabla, los análisis actuales generalmente atribuyen índices de Potencial de Calentamiento Global **de entre un 36% y un 59% menores a la producción orgánica de granos de cacao secos y chocolate amargo**.

En los estudios se argumenta que las menores emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente se deben a que la fijación de carbono de un sistema orgánico es mayor que la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GG)<sup>28</sup>. De la misma forma, se han medido **niveles más bajos de Ecotoxicidad Terrestre (ET)**.

**Tabla 3: Revisión de literatura en Potencial de Calentamiento Global (GWP) y Ecotoxicidad Terrestre (ET) de la producción orgánica y de la convencional de cacao y chocolate, Fuente: elaboración propia**

Cacao en diferentes etapas (1kg)				GWP		ET
Fuente	Región	Orgánico/ Convencional	Formato	kg de CO <sub>2</sub> equivalente	diferencial GWP (%)	kg 1,4 DCB - equivalente
(Ivanova et al., 2020)	Perú	Convencional	Semillas secas	0,17	+ 82%	.....
		Orgánico		0,93		
(Nguyen-Duy et al. al., 2018) <sup>29</sup>	Indonesia	Convencional	Semillas secas	4,79		

27 Ivanova, Y., Tristán, MC, Romero, M., Charry, A., Lema, S., Sánchez, J., Vélez, A., Castro, A., & Quintero, M. (2020). Avanzando hacia una cadena de valor de cacao y chocolate libre de deforestación y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Diciembre, 136. [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/110541/CacaoValueChain\\_2020.pdf?sequence=1](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/110541/CacaoValueChain_2020.pdf?sequence=1)

28 Barahona Flores, KP y Monteros Moreno, JM (2022). Determinación de la huella de carbono en el cultivo y producción del cacao (Theobroma Cacao) y planteamiento de estrategias para su reducción en la Finca Yaussa, cantón Puerto Quito, provincia de Pichincha. Universidad Politécnica Salesiana. Sede Quito. Carrera de Ingeniería Ambiental. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23448>

29 Nguyen-Duy, N., Talsma, T., Nguyen, TK, Nguyen, QT y Laderach, P. (2018). Evaluación de carbono para sistemas de cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en Lampung, Indonesia. 32. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/107926>

Cacao en diferentes etapas (1kg)						
Fuente	Región	Orgánico/ Convencional	Formato	GWP kg de CO <sub>2</sub> equivalente	diferencial GWP (%)	ET kg 1,4 DCB - equivalente
(Romero et al., 2022) <sup>30</sup>	Perú	Convencional	Semillas secas	0,19	+ 78%	
		Orgánico		0,87		
(Boeckx et al., 2020) <sup>31</sup>	Mundo	Convencional	Semillas secas	1,7-3,9		
			Chocolate (40%)	0,7-1,6		
(Recanati et al., 2018)	Mundo	Orgánico	italiano oscuro chocolate	2,62		
			chocolatinas en bolsa	4,15		0,03
(Constantas et al., 2018)	Reino Unido	Convencional	Moldeado chocolate	3,39		0,03
			Chocolate líneas de cuenta	2,91		0,02
(Schroth et al., 2016) <sup>32</sup>	Brasil	Convencional	Semillas secas	0,25		
(Ortiz-Rodríguez et al., 2016) <sup>33</sup>	Colombia	Convencional	Semillas secas	0,8		
(Pérez Neira, 2016) <sup>34</sup>	Ecuador	Convencional	Puro chocolate (100%)	2,49		
(Neale, 2016) <sup>35</sup>	Mundo	Convencional	Chocolate ACV	0,36		0,00638
Ecoinvent_391	Mundo	Convencional	Semillas secas	1,184		0,01524

30 Romero, M., Pareja, P., Tristán, M., Sánchez, J., & Quintero, M. (2022). Análisis ex ante de estrategias de mitigación de GEI en el cultivo de palma aceitera en la región de Ucayali, Perú. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 43. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/125014>

31 Boeckx, P., Bauters, M. y Dewettinck, K. (2020). Los desafíos de la pobreza y el cambio climático para intensificación sostenible de los sistemas cacaoteros. *Opinión Actual en Sostenibilidad Ambiental*, 47, 106-111. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.10.012>

32 Schroth, G., Jeusset, A., Gomes, A. da S., Florence, C. T., Coelho, N. A. P., Faria, D., & Läderach, P. (2016). Climate friendliness of cocoa agroforests is compatible with productivity increase. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 21(1), 67-80. <https://doi.org/10.1007/s11027-014-9570-7>

33 Ortiz-Rodríguez, OO, Villamizar-Gallardo, RA, Naranjo-Merino, CA, García-Caceres, RG, & Castañeda-Galvis, MT (2016). Huella de carbono de la producción cacaotera colombiana. *Ingeniería Agrícola*, 36(2), 260-270. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n2p260-270/2016>

34 Pérez Neira, D. (2016). Eficiencia energética de la agrosilvicultura del cacao bajo condiciones tradicionales y orgánicas. *Agronomía para el Desarrollo Sostenible*, 36(3), 1-10. <https://portalcientifico.unileon.es/documentos/5f7d6788299952781cdd37a9>

35 Neale, B. B. (2016). *True Cost of Cocoa Production & a*. [https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/11902/Master%27s%20Project\\_Brittany%20Neale.pdf?sequence=1](https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/11902/Master%27s%20Project_Brittany%20Neale.pdf?sequence=1)

Cacao en diferentes etapas (1kg)							
Fuente	Región	Orgánico/ Convencional	Formato	GWP kg de CO <sub>2</sub> equivalente	diferencial GWP (%)	ET kg 1,4 DCB - equivalente	
(Boakye- Yiadom et al., 2021)	Ghana	Convencional	Muy oscuro chocolate	1,61		0,00035	
			Sazonado leche chocolate	4,21		0,00027	
(Pérez-Neira et al., 2020)	Ecuador	Convencional	Oscuro chocolate	4,66		0,0215	
		Orgánico	(100%)	2,04	- 56%	0,0045	
(Armengot et al., 2021)	Mundo	Convencional		3,740		0,0314	
		Orgánico	Semillas secas	1,560	- 58%	0,0075	
(Miah et al., 2018) <sup>36</sup>	Mundo	Convencional	Oscuro chocolate	6,76			
		Orgánico		2,16	- 68%		
PROMEDIO (Semillas secas)		Convencional		1,741		0,023	
		Orgánico		1,12	- 36%	0,008	
PROMEDIO (Chocolate negro)		Convencional		3,88		0,009	
		Orgánico		2,273	- 59%	0,005	
TÍPICO DESVIACIÓN (Semillas secas)		Convencional		1,801 (103,4%)		0,011	
		Orgánico		0,382 (34,1%)		-	
TÍPICO DESVIACIÓN (Chocolate negro)		Convencional		2,308 (59,5%)		-	
		Orgánico		0,306 (13,5%)		-	

En lo que respecta a la **Huella Ambiental** (en metros cuadrados) se mantiene la hipótesis general de que el **cultivo orgánico necesita mayor superficie para producir la misma cantidad**, por lo que su impacto es mayor. Sin embargo, en la Tabla 3 se muestran resultados diferentes según cada estudio, dado que en cultivo convencional la huella ambiental se expande. Unos apuntan a impactos menores de la agricultura convencional; es el caso del realizado en 2022 por Parra-Paitán<sup>37</sup>; por el contrario, Pérez Neira<sup>38</sup> reporta 63,10 m<sup>2</sup>a crop-eq para los cultivos convencionales de cacao, y 22,10 m<sup>2</sup>a crop-eq para los orgánicos.

36 Miah, JH, Griffiths, A., McNeill, R., Halvorson, S., Schenker, U., Espinoza-Orias, ND, Morse, S., Yang, A. y Sadhukhan, J. (2018). Gestión ambiental de productos de confitería: impactos en el ciclo de vida y estrategias de mejora. *Revista de producción más limpia*, 177, 732-751. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.12.073>

37 Parra-Paitán, C. y Verburg, PH (2022). Contabilización de los cambios en el uso de la tierra más allá del nivel de la finca en evaluaciones de sostenibilidad: El impacto de la producción de cacao. *Ciencia del Medio Ambiente Total*, 825, 154032. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2022.154032>

38 Pérez-Neira, D., Copena, D., Armengot, L., & Simón, X. (2020). El transporte puede cancelar la Ventajas ecológicas de producir cacao orgánico: La huella de carbono del sistema agroalimentario globalizado del chocolate ecuatoriano. *Diario de Gestión Ambiental*, 276, 111306. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2020.111306>

**Tabla 4: Revisión de literatura en Huella Ambiental (HA, Uso de la Tierra) para la producción de chocolate convencional y orgánico.** Fuente: elaboración propia

Cacao en diferentes etapas (1kg)					
Fuente	Región	Orgánico/ Convencional	Formato	HA Uso del suelo m <sup>2</sup> a cultivo crop-eq	diferencial (%)
(Parra-Paitán & Verburgo, 2022) <sup>39</sup>	Ghana	Convencional	Semillas secas necesarias para	49,14	+ 18%
		Orgánico	1 kg de chocolate	59,67	
(Miah et al., 2018)	Mundo	Orgánico	Chocolate negro	4,09	
(Pérez-Neira et al., 2020)	Ecuador	Convencional	Chocolate negro	63,10	- 65%
		Orgánico		22,10	
PROMEDIO (1 kilo de chocolate)		Convencional		56,12	- 49%
		Orgánico		28,62	
TÍPICO DESVIACIÓN (1 kilo de chocolate)		Convencional		9,87	(17.59%)
		Orgánico		28,36	

Respecto a la **Huella Hídrica (HH)**, la Tabla 4 muestra una gran **variabilidad de resultados**. Miglietta<sup>40</sup> estudió la HH de varios productos importados a Italia con etiqueta de CJ, incluido el cacao, situándose en 78,18 m<sup>3</sup>. Por su parte, en 2021 Armengot<sup>41</sup> reportó 76,90 m<sup>3</sup> para cacao de la agricultura convencional y 93,14 m<sup>3</sup> para la orgánica, por lo que se estiman 271,46 m<sup>3</sup> y 328,78 m<sup>3</sup> respectivamente para chocolate.

El promedio sitúa en un **44% menos la huella hídrica** de 1 kg de chocolate de Comercio Justo orgánico si bien la gran variedad de resultados depende seguramente de factores regionales que afectan al cultivo del ingrediente principal, el cacao; esto también se demuestra por el hecho de que las desviaciones típicas son superiores a la media en ambas agriculturas (de 126 a 184%).

39 Parra-Paitán, C. y Verburg, PH (2022). Contabilización de los cambios en el uso de la tierra más allá del nivel de la finca en evaluaciones de sostenibilidad: El impacto de la producción de cacao. *Ciencia del Medio Ambiente Total*, 825, 154032. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2022.154032>

40 Miglietta, PP, Fischer, C. y De Leo, F. (2022). Flujos de agua virtuales y productividad económica del agua del comercio justo italiano: el caso del banano, el cacao y el café. *Revista de comida británica*, 124(11), 4009- 4023. <https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2020-0265>

41 Armengot, L., Beltrán, MJ, Schneider, M., Simón, X., & Pérez-Neira, D. (2021). Alimentos-energía-agua nexo de diferentes sistemas de producción de cacao desde un enfoque de ACV. *Revista de producción más limpia*, 304, 126941. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.126941>

**Tabla 5: Revisión de literatura en Huella Hídrica (HH) ambiental para el cultivo de cacao orgánico y del convencional.** Fuente: elaboración propia.

Cacao en diferentes etapas (1kg)					
Fuente	Región	Orgánico/ Convencional	Formato	HH metro <sup>3</sup>	Diferencial (%)
(Félix Olegário et al., 2014) <sup>42</sup>	Brasil	Convencional	Semillas secas necesarias para 1 kg de chocolate	1135,09	
	Mundo	Convencional		271,46	+ 17%
(Armengot et al., 2021)		Orgánico	Semillas secas necesarias para 1 kg de chocolate	328,78	
(Miglietta et al., 2022)	Italia	Orgánico	Semillas secas necesarias para 1 kg de chocolate	78,18	
(Bulsink et al., 2010) <sup>43</sup>	Indonesia	Convencional	Semillas secas necesarias para 1 kg de chocolate	28,24	
(Van Oel et al., 2009) <sup>44</sup>	Países Bajos	Convencional	Semillas secas necesarias para 1 kg de chocolate	10,45	
(Mekonnen <sup>45</sup> &Hoekstra, 2011)	Mundo	Convencional	Chocolate	17,19	
(Ortiz-Rodríguez et al., 2015) <sup>46</sup>	Mundo	Convencional	Chocolate	0,6	
(Miah et al., 2018)	Mundo	Orgánico	Chocolate negro	1,02	
PROMEDIO (1 kilo de chocolate)		Convencional		243,83	- 44%
		Orgánico		135,99	
TÍPICO		Convencional		448,68	
DESVIACIÓN				(184%)	
(1 kilo de chocolate)		Orgánico		171,38	(126%)

42 Félix Olegário, K., Pereira Andrade, E., Coelho Sampaio, A. P., Sanchez Mato, s J., Brito de Figueirêdo, M. C., & de Almeida Neto, J. A. (2014). Water scarcity footprint of cocoa irrigation in Bahia. *Revista Ambiente e Agua*, 9(3), 445-458. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>

43 Bulsink, F., Hoekstra, AY y Booi, MJ (2010). Hidrología y Ciencias del Sistema Terrestre El agua huella de las provincias de Indonesia relacionadas con el consumo de productos agrícolas. *EnHidrol. Sistema Tierra ciencia*(vol. 14). [www.hydrol-earth-syst-sci.net/14/119/2010/](http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/14/119/2010/)

44 Van Oel, P. R., Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2009). The external water footprint of the Netherlands: Geographically-explicit quantification and impact assessment. *Ecological Economics*, 69(1), 82-92. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.07.014>

45 Mekonnen, MM y Hoekstra, AY (2011). La huella hídrica verde, azul y gris de los cultivos y productos derivados de cultivos. *Hidrología y Ciencias del Sistema Terrestre*, 15(5), 1577-1600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>

46 Ortiz-Rodríguez, OO, Naranjo, CA, García-Caceres, RG, & Villamizar-Gallardo, RA (2015). Evaluación de la huella hídrica de la producción de cacao colombiano. *Revista Brasileña de Ingeniería Agrícola y Ambiental*, 19(9), 823-828. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n9p823-828>

En cuanto a la **Huella Energética**, el cultivo orgánico muestra también en los estudios **mejores resultados** que el convencional, según se deduce del análisis de la tabla 5.

**Tabla 6: Revisión de literatura en Huella Energética (HE) ambiental para el cultivo de cacao orgánico y del convencional.** Fuente: elaboración propia.

Cacao en diferentes etapas (1kg)					
Fuente	Región	Orgánico/ Convencional	Formato	HE MJ-equivalente	diferencial (%)
(Recanati et al., 2018)	Mundo	Convencional	Chocolate negro	33,71	
(Pérez-Neira et al., 2020)	Ecuador	Convencional		11,20	+ 22%
		Orgánico	Chocolate negro	14,40	
(Boakye-Yiadom et al., 2021)	Ghana	Convencional	chocolate negro extra	144	
(Armengot et al., 2021)	Mundo	Convencional	Semillas secas necesarias para 1 kg de chocolate	169,53	- 67%
		Orgánico		55,80	
(Dianawati et al., 2023) <sup>47</sup>	Indonesia	Convencional	Chocolate negro	323,67	
PROMEDIO (1 kilo de chocolate)		Convencional		89,61	
		Orgánico		35,1	
TÍPICO				78,78	
DESVIACIÓN		Convencional		(87,9%)	
(1 kilo de chocolate)		Orgánico		29,27	(83,4%)

47 Dianawati, D., Indrasti, NS, Ismayana, A., Yuliasih, I. y Djatna, T. (2023). Huella de Carbono Análisis de productos de cacao en Indonesia utilizando métodos de evaluación del ciclo de vida. *Revista de Ingeniería Ecológica*, 24(7), 187-197. <https://doi.org/10.12911/22998993/164750>

# 7. Análisis comparativo

## 7.1. Impactos en el análisis de ciclo de vida (LCA)

Los resultados de LCA se muestran y analizan, primero, desde los procesos conjuntos Upstream, Core y Downstream. Posteriormente, explicando al detalle los indicadores de interés para esta investigación, y finalmente, seleccionando los dos más relevantes para calcular cómo afectaría medioambientalmente sustituir en el mercado vasco el consumo de chocolate convencional por el orgánico de CJ.

Como se puede ver en las Tablas 6 y 7, los procesos que ocurren en la **fase Upstream** son en ambos escenarios los que generan **mayor impacto en Potencial de Calentamiento Global, Ecotoxicidad Terrestre, Huella Ambiental, Huella Energética y Huella Hídrica (entre un 78,76% y 99,95%)**. Ello se debe principalmente al cultivo de los ingredientes (cacao y caña de azúcar cruda en el cultivo de Comercio Justo y orgánico y cacao, azúcar de caña y lecitina, en el convencional); lógicamente, también genera impactos destacables la producción de envases y el transporte de larga distancia hasta las fábricas de chocolate, ubicadas una en Francia y otra en Cataluña.

La **fase Core** causa **impactos entre un 0,04% y 28,40% dependiendo de la categoría de impacto** en ambos escenarios. Esto se debe al uso de energía eléctrica y gas para las operaciones de procesamiento de la pasta de cacao, uso de productos contaminantes y uso del agua, para la fabricación del chocolate.

Por último, la fase de **Downstream (transporte para la distribución minorista final)** es la menos significativa, oscila entre **0,01% y 14,87%**.

**Tabla 7: Impactos del chocolate (72% de cacao) proveniente de agricultura convencional (AC) en Potencial de Calentamiento Global, Ecotoxicidad Terrestre, Huella Ambiental (Uso del Suelo), Huella Hídrica y Huella Energética, en las tres fases del sistema de producción.** Fuente: elaboración propia.

	UPSTREAM		CORE		DOWNSTREAM		
AGRICULTURA CONVENCIONAL (AC) CHOCOLATE (72%)	PRODUCCIÓN DE INGREDIENTES	PACKAGING MAT. AUXILIAR Y TRANSPORTE	ELABORACIÓN PASTA CACAO	ELABORACIÓN CHOCOLATE	DISTRIBUCIÓN MINORISTAS	TOTAL IMPACTOS AC	COMPARANDO CON MEDIAS DE OTROS ESTUDIOS
<b>Potencial de Calentamiento (GWP)kg CO<sub>2</sub>-eq</b>	<b>4.41</b>	<b>0.19</b>	<b>2.38</b>	<b>0.71</b>	<b>0.22</b>	<b>7.90</b>	<b>3.88</b>
	55.82%	2.37%	30.08%	8.94%	2.79%	100.0%	-50.91%
	4.60		3.08		0.22	7.90	
	58.19%		39.02%		2.79%	100.0%	
<b>Ecotoxicidad Terrestre (ET) kg 1,4-DCB</b>	<b>102.83</b>	<b>1.50</b>	<b>1.09</b>	<b>0.83</b>	<b>2.39</b>	<b>108.64</b>	<b>0.009</b>
	94.66%	1.38%	1.00%	0.76%	2.20%	100.0%	-99.99%
	104.33		1.92		2.39	108.64	
	96.03%		1.77%		2.20%	100.0%	
<b>Huella Ambiental (HA) (Uso de Suelo) m<sup>2</sup>a crop-eq</b>	<b>47.05</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>47.10</b>	<b>56.12</b>
	99.88%	0.01%	0.07%	0.03%	0.01%	100.0%	19.15%
	47.05		0.04		0.00	47.10	
	99.89%		0.10%		0.01%	100.0%	
<b>Huella Hídrica (HH) m<sup>3</sup></b>	<b>116.22</b>	<b>0.03</b>	<b>0.67</b>	<b>2.36</b>	<b>0.01</b>	<b>119.30</b>	<b>243.83</b>
	97.42%	0.03%	0.56%	1.98%	0.01%	100.0%	104.39%
	116.25		3.03		0.01	119.30	
	97.44%		2.54%		0.01%	100.0%	
<b>Huella energética (HE) (EF) MJ-eq</b>	<b>155.24</b>	<b>3.69</b>	<b>9.74</b>	<b>37.82</b>	<b>2.97</b>	<b>209.46</b>	<b>89.61</b>
	74.11%	1.76%	4.65%	18.06%	1.42%	100.0%	-57.22%
	158.93		47.56		2.97	209.46	
	75.88%		22.70%		1.42%	100.0%	

**Tabla 8: Impactos del chocolate 72% de CJ y AO de Potencial de Calentamiento Global, Ecotoxicidad Terrestre, Huella Ambiental (Uso del Suelo), Huella Hídrica y Huella Energética en las tres fases del sistema de producción.** Fuente: elaboración propia.

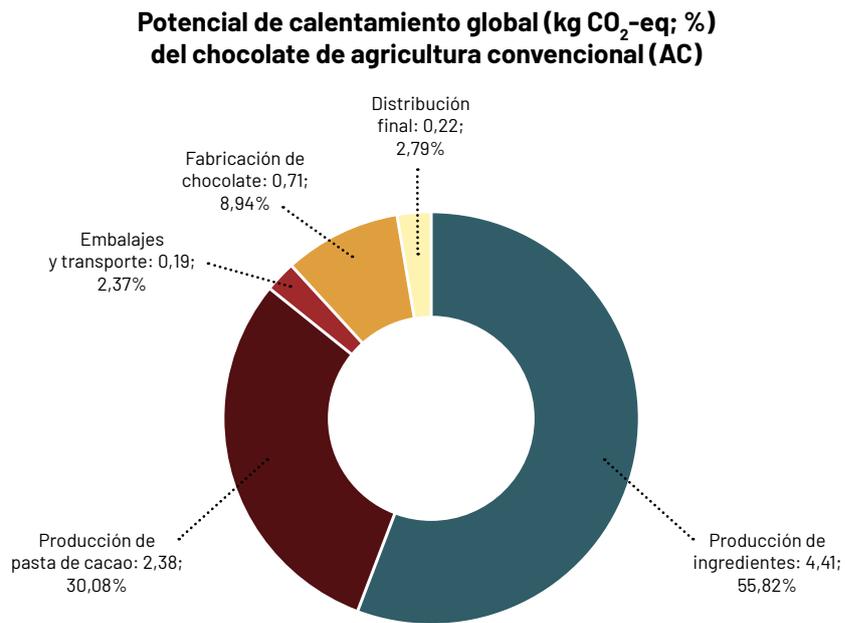
	UPSTREAM		CORE		DOWNSTREAM			
Comercio Justo y Agricultura Orgánica (CJ y AO) Chocolate (72%)	PRODUCCIÓN DE INGREDIENTES	PACKAGING MAT. AUXILIAR Y TRANSPORTE	ELABORACIÓN PASTA CACAO	ELABORACIÓN CHOCOLATE	DISTRIBUCIÓN MINORISTAS	TOTAL IMPACTOS AC	COMPARANDO CON MEDIAS DE OTROS ESTUDIOS	Reducción de CJ y OA respecto a AC
<b>Potencial de Calentamiento Global (GWP)kg CO<sub>2</sub>-eq</b>	<b>1.24</b>	<b>0.37</b>	<b>1.01</b>	<b>0.56</b>	<b>0.19</b>	<b>3.37</b>	2.273	-57.32%
	36.85%	10.85%	30.00%	16.73%	5.58%	100.0%	-32.61%	
	1.61		1.58		0.19	3.37		
	47.69%		46.73%		5.58%	100.0%		
<b>Ecotoxicidad Terrestre (ET) kg 1,4-DCB</b>	<b>7.24</b>	<b>3.10</b>	<b>0.54</b>	<b>0.79</b>	<b>2.04</b>	<b>13.71</b>	0.005	-87.38%
	52.80%	22.64%	3.93%	5.76%	14.87%	100.0%	-99.96%	
	10.34		1.33		2.04	13.71		
	75.44%		9.69%		14.87%	100.0%		
<b>Huella Ambiental (HA) Uso de suelo (m<sup>2</sup>a crop-eq)</b>	<b>55.87</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>55.92</b>	28.62	18.72%
	99.91%	0.02%	0.04%	0.02%	0.01%	100.0%	-48.82%	
	55.88		0.03		0.00	55.92		
	99.94%		0.05%		0.01%	100.0%		
<b>Huella Hídrica (HH) m<sup>3</sup></b>	<b>112.23</b>	<b>0.05</b>	<b>0.66</b>	<b>0.14</b>	<b>0.01</b>	<b>113.09</b>	135.99	-5.20%
	99.24%	0.05%	0.58%	0.12%	0.01%	100.0%	20.25%	
	112.28		0.80		0.01	113.09		
	99.28%		0.71%		0.01%	100.0%		
<b>Huella Energética (HE) MJ-eq</b>	<b>114.09</b>	<b>5.32</b>	<b>6.86</b>	<b>36.19</b>	<b>2.53</b>	<b>164.99</b>	35.1	-21.23%
	69.15%	3.22%	4.16%	21.94%	1.54%	100.0%	-78.73%	
	119.41		43.05		2.53	164.99		
	72.37%		26.09%		1.54%	100.0%		

Los resultados más destacables al **comparar el cultivo de CJ y orgánico del convencional** muestran que el primero es un 57,32% inferior en la categoría de impacto de Potencial de Calentamiento Global (GWP), reduciéndose de 7,90 a 3,37 kgCO<sub>2</sub>-eq. La gran diferencia de impactos se sitúa en la parte del **Upstream**, concretamente, en el cultivo de materias primas, siendo 71.83% menor (de 4,41 a 1,24 kgCO<sub>2</sub>-eq).

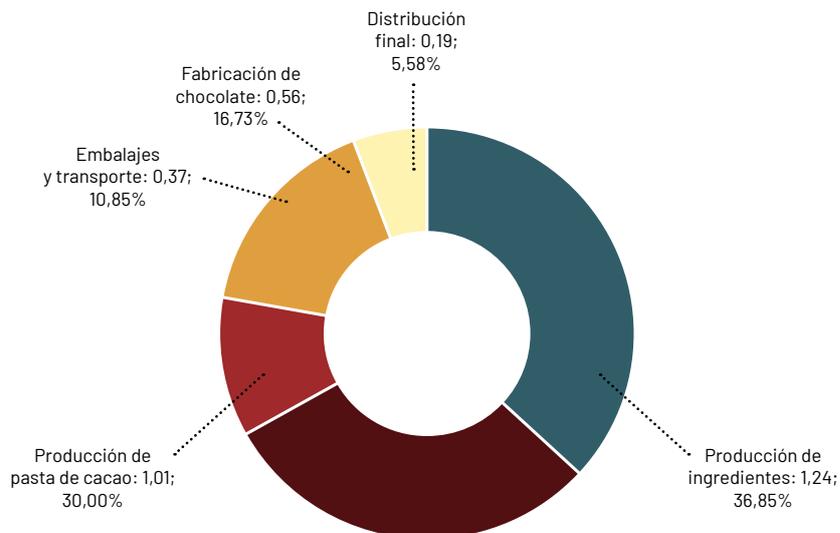
Así mientras que el **Potencial de Calentamiento Global** en Orgánico y Comercio Justo en la fase de producción de ingredientes contamina un 36,85%, en el convencional llega hasta 55,82%. De la misma forma, en la fase de producción de ingredientes contamina en **Ecotoxicidad Terrestre** el 52,80% en CJ y AO y el 94,66% en AC. Esto significa que la

contaminación en cultivos orgánicos es más homogénea en todo el ciclo de vida, mientras que en cultivos convencionales, la gran mayoría de los impactos tienen lugar en la fase de producción de ingredientes. Ello se debe a su uso generalizado de pesticidas y fertilizantes inorgánicos con sustancias químicas peligrosas, que en el cultivo orgánico están prohibidas o estrictamente reguladas. Existen otros estudios<sup>48</sup> que coinciden en los resultados obtenidos.

**Figura 4. Porcentaje de contribución en la categoría de impacto de GWP de cada fase durante el ciclo de vida de la cuna a la puerta, en CJ y AO y en agricultura convencional.**



**Potencial de calentamiento global (kg CO<sub>2</sub>-eq; %) del chocolate de comercio justo y agricultura orgánica (CJ y AO)**



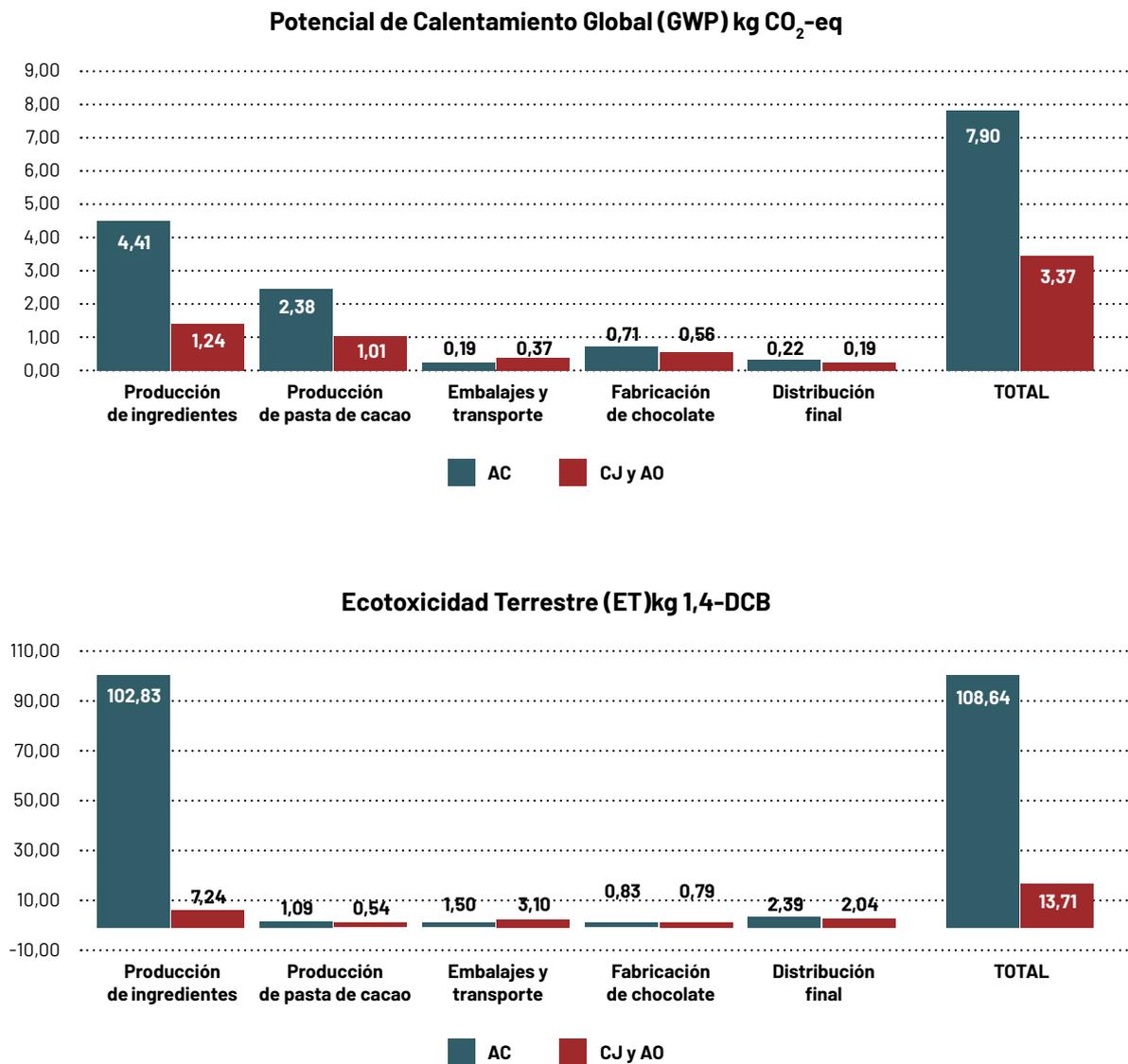
48 Recanati, F., Marveggio, D. y Dotelli, G. (2018). Del frijol a la barra: una evaluación del ciclo de vida hacia cadena de suministro de chocolate sostenible. *Ciencia del Medio Ambiente Total*, 613-614, 1013-1023. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.09.187>

# 8. Resultados

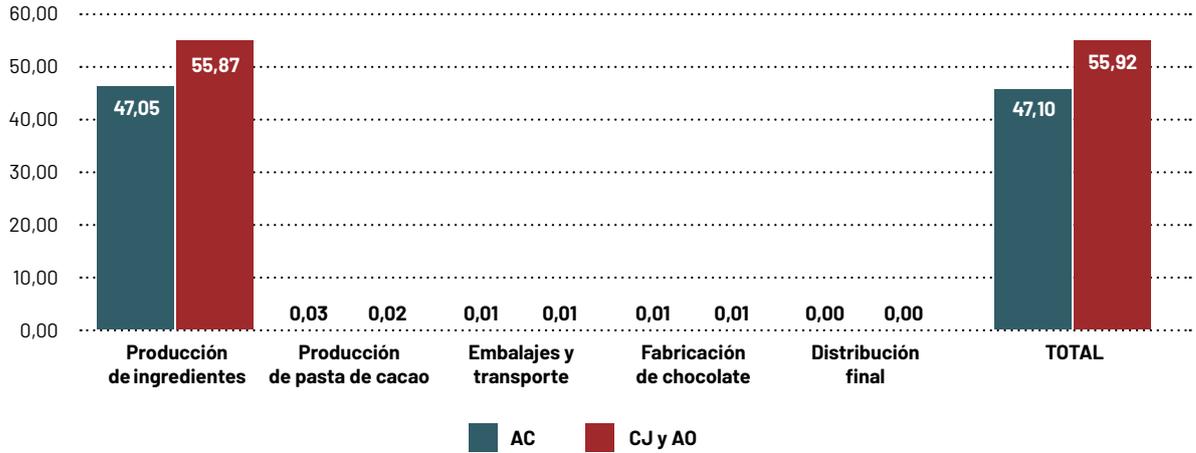
A continuación se muestra de manera gráfica la comparativa de las categorías de impacto LCA seleccionadas:

**Figura 5. Comparativa de Potencial de Calentamiento Global, Ecotoxicidad Terrestre, Huella Ambiental – Uso del Suelo-, Huella Hídrica y Huella Energética para 1 kg de chocolate (72%) de agricultura orgánica y de Comercio Justo frente a su equivalente de la agricultura convencional.**

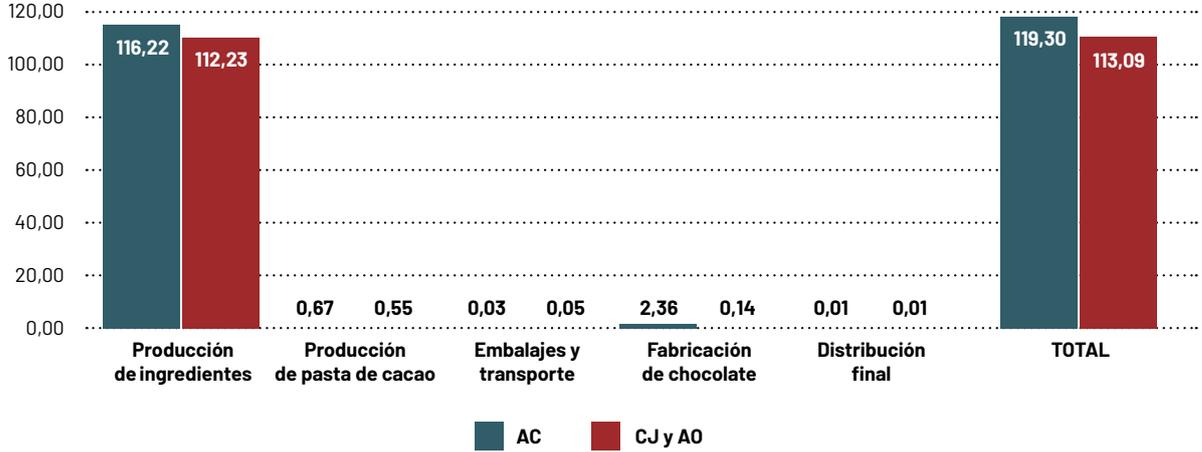
*Fuente: elaboración propia.*



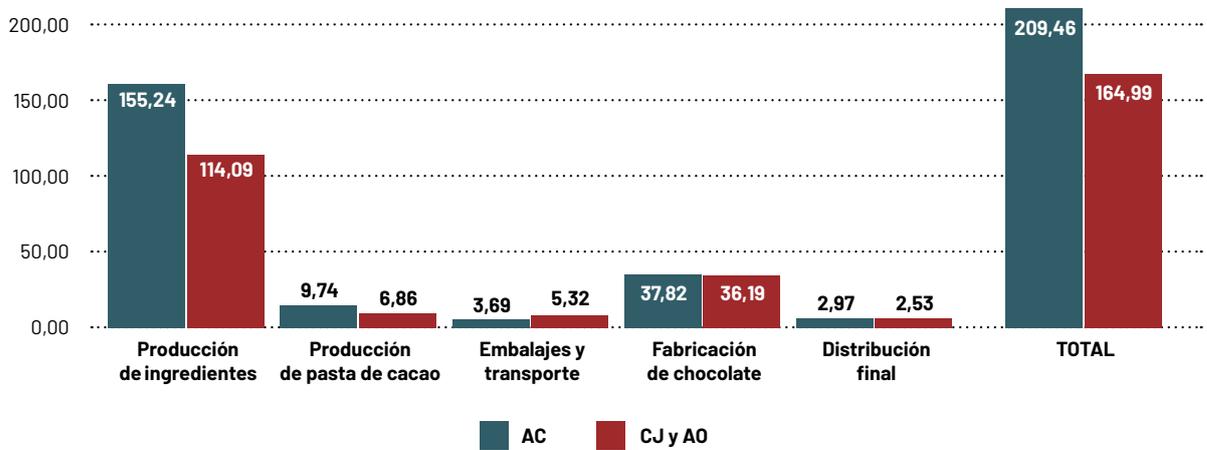
### Huella Ambiental (HA, Uso del Suelo) m<sup>2</sup>a crop-eq



### Huella Hídrica (HH)m<sup>3</sup>



### Huella Energética (HE)MJ-eq



- Respecto al **Potencial de Calentamiento Global (GWP)**, es 3,37 kg CO<sub>2</sub>-eq para el chocolate de CJ y 7,90 kg CO<sub>2</sub>-eq, para el **convencional**, por lo que el **orgánico de comercio justo** tiene **impacto inferior del 57,32%**. La producción de ingredientes (36,85 – 55,82%) es el principal contribuyente, seguido por la fabricación de chocolate (16,73 – 8,94%), en especial, la elaboración de la pasta de cacao.
- En **Ecotoxicidad Terrestre**, la mayoría de los impactos se atribuyen al **cultivo de ingredientes (del 52,8 al 94,66%)** y al **transporte** como segundo contribuidor (del 2,2 al 14,87%), primero con el envío de la materia prima a la fábrica, y luego con la distribución minorista a la tienda. El **chocolate de CJ y orgánico** reduce en un **87,38% los impactos, comparado con el chocolate de cultivo de agricultura convencional ( de 108,64 a 13,71 kg 1,4DCB)**. Ello se debe sobre todo a que se **evita el uso de fertilizantes y pesticidas inorgánicos** en particular el óxido de cobre (fungistático y bacteriostático). En cuanto al transporte de la pasta de cacao, el incremento de 1,5 a 3,1 kg 1,4DCB se debe al aumento de la distancia marítima a recorrer de Perú con respecto Costa de Marfil.
- El mayor impacto en la **Huella Ambiental (Uso del Suelo)**, casi en su totalidad, **se atribuye al cultivo de los ingredientes** necesarios para elaborar chocolate. Hay una diferencia de 18.72% en favor del chocolate convencional (47,10 m<sup>2</sup>-eq) dado que **el cultivo orgánico** (55,92 m<sup>2</sup>-eq) **necesita más tierra para producir la misma cantidad aunque, como se ha indicado, reduce el uso de fertilizantes y pesticidas. Puede ser un resultado que genere controversia, ya que se usa menos terreno pero con mayor impacto en otros indicadores.**
- Los datos de **Huella Hídrica** obtenidos para el chocolate indican una diferencia de **5,20% inferior para el cultivo orgánico**, debido fundamentalmente a riegos más intensivos en cultivos convencionales.
- La **Huella Energética** calculada en esta investigación es 164,99 MJ-eq para el chocolate de orgánico de comercio justo y 209,46 MJ-eq para el convencional, con una diferencia del **21,23% menos en favor del cultivo orgánico**. Por lo tanto, el cacao orgánico es energéticamente menos intensivo, y puede llegar a favorecer procesos de soberanía energética. Los procesos que más impacto tienen en esta categoría son el cultivo de ingredientes y, notoriamente, la fabricación de chocolate. La evaluación destaca el consumo de gas en la maquinaria.

# 9. Propuestas de mejora

Como **modelo hipotético**, se ha planteado que para un futuro próximo el 100% de las y los consumidores vascos dejará de comprar chocolate convencional en beneficio del de Comercio Justo y orgánico. Esta propuesta parte del hecho de que el chocolate es uno de los alimentos más demandados dentro del circuito alternativo y de la evolución aceptada en un estudio realizado en Euskadi<sup>49</sup> que indica que las personas consumidoras vascas están dispuestas a pagar hasta un 10% más por productos de Comercio Justo y orgánico, eligiéndolos por su valor diferencial.

La siguiente tabla muestra cómo, con ese cambio, **los impactos podrían reducirse en el indicador de Potencial Calentamiento Global (GWP) hasta un 21,95 kg CO<sub>2</sub>-eq por persona y año (57,32% menos), y en 449,02 kg 1,4-DCB por persona y año (87% menos) en Ecotoxicidad Terrestre**. Como referencia podemos tener que en el País Vasco una persona emite 8,4 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq al año<sup>50</sup> por lo que esta medida reduciría las emisiones en un 0,26%, una escala no menospreciable.

**Tabla 9: Potencial de Calentamiento Global (GWP) y Ecotoxicidad Terrestre (ET) para los 4,73 kg de chocolate consumidos anualmente por un habitante de la CA de Euskadi.** Fuente: elaboración propia.

Consumo de Chocolate en Euskadi		
	4.73 kg · person-1 · year-1	
	GWP (kg CO <sub>2</sub> -eq)	TE (kg 1,4-DCB)
Chocolate de AC (72% cacao)	37.90	513.87
Chocolate de CJ y AO (72% cacao)	15.95	64.85
Emisiones Evitadas	21.95	449.02
Reducción proporcional	-57.32%	-87.38 %
Impacto total por persona y año en Euskadi	8.4 x 10 <sup>3</sup>	
Reducción relativa per capita en Eskadi	- 0.26 %	

49 Fernández Ferrín, P., Galán Ladero, MM, Calvo Turrientes, A., & Castro González, S. (2021). EL COMERCIO JUSTO EN EUSKADI. <https://medicumundi.es/es/actualidad/publicaciones/publicaciones/389>

50 Muntean, M., Guizzardi, D., Schaaf, E., Crippa, M., Solazzo, E., Olivier, J.G.J., Vignati, E. Fossil CO<sub>2</sub> emissions of all world countries. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC117610>

# 10. Conclusiones

Se ha realizado una comparación de la LCA de chocolate (72% cacao) de Comercio Justo y cultivo orgánico de la marca Ethiquable y un chocolate elaborado a partir de ingredientes de la agricultura convencional. Además, utilizando información publicada por otros estudios se han analizado los impactos ambientales generados por el cacao y el chocolate consumidos a nivel mundial.

El **chocolate de Comercio Justo y orgánico tiene en global un menor impacto ambiental**, pese a que registra un incremento del Uso de Suelo. Un impacto discutible, en caso de que no exista deterioro del mismo.

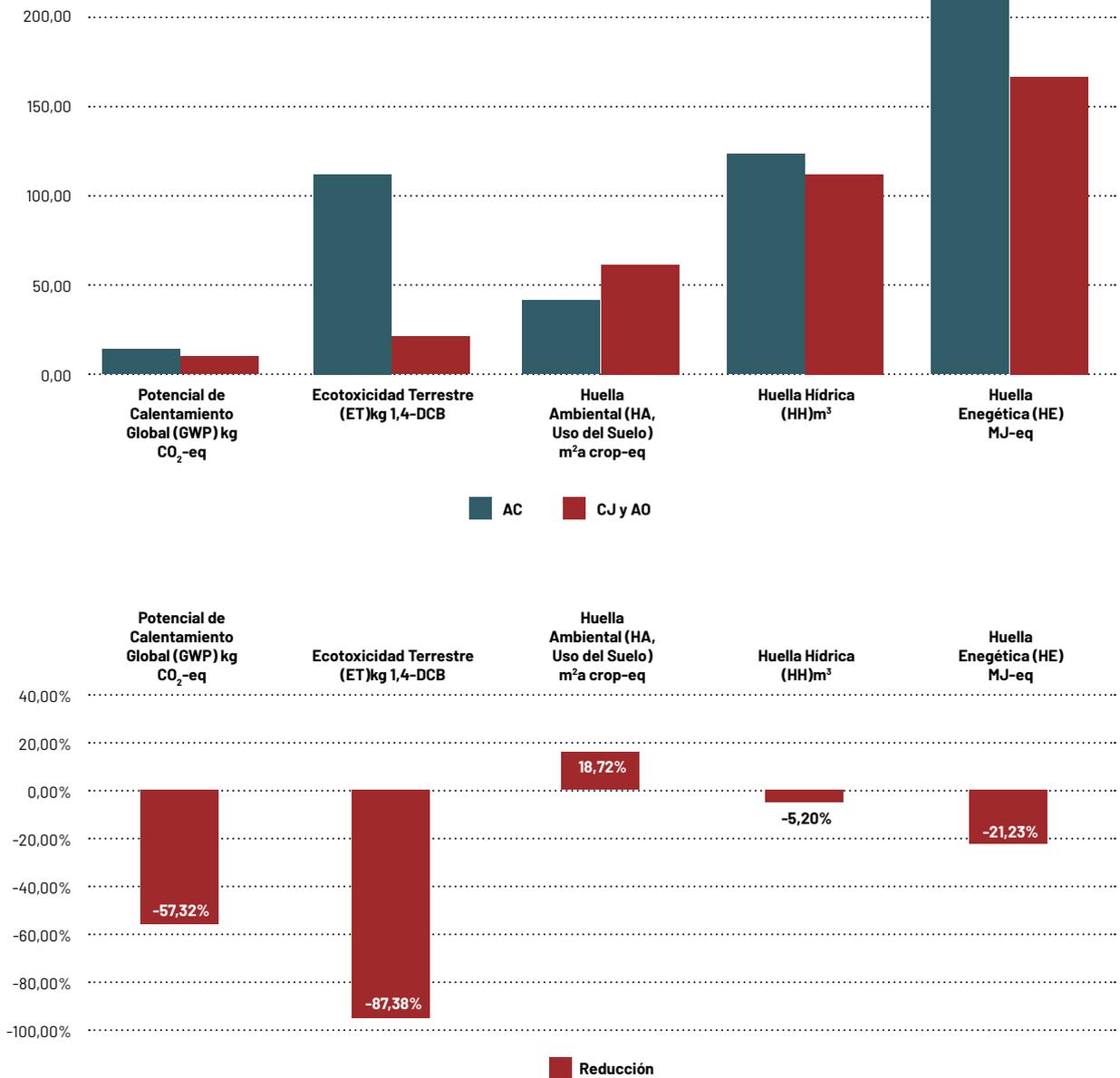
En concreto, el chocolate orgánico de Comercio Justo:

- Tiene, como promedio, un **57,32% menos de impactos de Potencial Calentamiento Global** que el convencional, especialmente en la fase de producción de los ingredientes (-71,83%).
- Tiene un **impacto menor en Ecotoxicidad Terrestre** (-87,38%), una vez más en la producción de sus ingredientes (-92,96%).
- Tiene un menor impacto en **Huella Energética** (-21,23% ).
- Tiene un menor impacto en **Huella Hídrica** (-5,20% ).
- Tiene un mayor impacto en **Uso de Suelo** (+18,72%) aunque no está claro si el deterioro de la calidad del suelo ocupado en la agricultura convencional compensa la reducción de su uso.

Lo que se ha observado en todas las categorías analizadas, es que, a excepción del Potencial de Calentamiento Global, que se distribuye de manera más uniforme, **la carga de impacto está concentrada en el cultivo de los ingredientes (un promedio del 80% del total), en ambos modelos** En todo caso, los resultados indican **diferencias importantes en función del uso o no uso de fertilizantes y pesticidas**.

Por otra parte, es evidente que los **transportes de larga distancia** sin medios controlados siempre son contaminantes. Sin embargo, **los impactos** en el caso de esta investigación **no representan una contribución significativa. En este caso la distribución en barco representa entre 2.37% y 10.87%. En el caso del Chocolate de CJ y AO incrementa de 0.19 al 0.37 kgCO<sub>2</sub>-eq. Es decir, aún existiendo un impacto en la fase de transporte, el computo global sigue reduciéndose en Chocolate procedente de CJ.**

**Figura 6: Resumen comparativo de los resultados de los LCA del chocolate convencional y del chocolate orgánico de CJ.** Fuente: elaboración propia



Subrayar además que, afortunadamente, poco a poco se van introduciendo formas de upcycling para, **a partir de los residuos** de esta industria, **generar productos con mayor o igual valor que el cacao**, con ejemplos como bebidas de mucilagos, tés de cacao, saborizantes, antioxidantes, jabones, mermeladas, fuente de pectina, e incluso bebidas alcohólicas como licores y vino <sup>51 / 52</sup>.

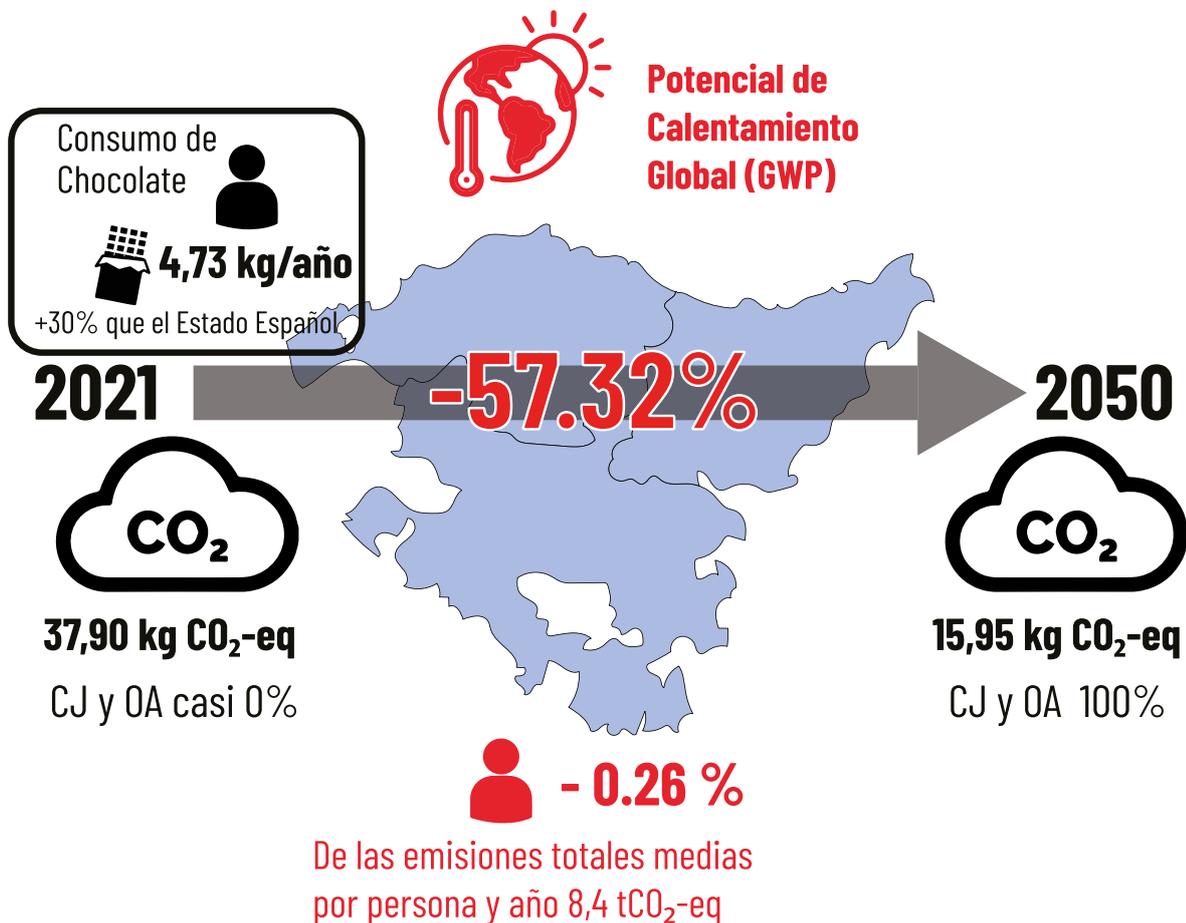
51 Sarbu, I. y Csutak, O. (2019). La microbiología de la fermentación del cacao. En *Cafeina y Cacao Bebidas a base de: Volumen 8. La ciencia de las bebidas*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128158647000131?via%3Dihub>

52 Tapia, C. (2015). Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad arriba y ccn51 para la elaboración de una infusión. Universidad técnica de Ambato, 3-143. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/11981>

Por último, otra de las conclusiones del estudio es que la **sustitución**, en Euskadi, del consumo anual de chocolate convencional por chocolate orgánico y de Comercio Justo tendría efectos positivos para el medio ambiente.

La siguiente figura muestra cómo, con ese cambio, los impactos podrían reducirse en el indicador de Potencial Calentamiento Global (GWP) hasta un 15,95 kg CO<sub>2</sub>-eq por persona y año (57,32% menos), y en 449,02 kg 1,4-DCB por persona y año (87,38% menos) en Ecotoxicidad Terrestre. En lo que respecta al GWP, como referencia podemos tener que en el País Vasco, una persona emite 8,4 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq al año (Ihobe, 2019). Es decir esta medida reduce las emisiones en un 0.26 %,; como decíamos, una escala no menospreciable.

**Figura 7: Propuesta de mejora en el consumo de chocolate en Euskadi.** Fuente: elaboración propia





ISBN: 978-84-09-56207-7

