



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

El caso de la panela *La Cesta Sostenible*  
y el café *Nicaragua*

**Autora: Nerea Aguirre Zumalde**

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

ISBN: 978-84-09-54741-8

# Índice

<b>Presentación</b>	<b>4</b>
<b>Principios de Comercio Justo</b>	<b>5</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>6</b>
<b>2. Objetivos y alcance del estudio</b>	<b>10</b>
<b>3. Productos a analizar</b>	<b>11</b>
<b>4. Metodología</b>	<b>13</b>
<b>4.1. Elección de software y de base de datos</b>	<b>13</b>
<b>4.2. Reglas de categoría de producto (PCR)         y Declaraciones Ambientales de Producto (EPD)</b>	<b>13</b>
<b>4.3. Selección de Metodología de Análisis</b>	<b>14</b>
<b>4.4. System Model: Cutoff</b>	<b>14</b>
<b>4.5. Análisis de ciclo de vida y sus características: normas</b>	<b>14</b>
<b>5. Inventario de ciclo de vida de azúcar/panela y café</b>	<b>20</b>
<b>6. Resultados de estudios previos</b>	<b>26</b>
<b>7. Análisis comparativo</b>	<b>32</b>
<b>7.1. Impactos en el análisis de ciclo de vida (LCA)</b>	<b>32</b>
<b>8. Propuestas de mejora</b>	<b>40</b>
<b>9. Conclusiones</b>	<b>42</b>



# Presentación

**Medicuumundi 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 investigación que estudia los impactos ambientales de dos productos estrella del CJ, la panela y el café, comparándolos con sus homólogos convencionales. Esto ha sido posible gracias a la financiación de la **AGENCIA VASCA DE COOPERACIÓN** y la colaboración del proyecto **ESPANICA**; la organización nicaragüense **COOPAC R.L.**; el Sistema Solidario de Comercialización **CAMARI**, de Ecuador; y 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

En términos de facturación la producción alimentaria en el Estado Español se sitúa en el cuarto puesto entre los doce grupos del ECOICOP<sup>1</sup>, con una facturación media anual de más de 93.000 millones de euros; es el cuarto en Europa y el octavo a nivel mundial, según datos de 2014 de la Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas.

Esta industria **consume grandes cantidades de recursos** naturales, aproximadamente el 48% del total y contribuye considerablemente al cambio climático, debido a las grandes cantidades de **emisiones de gases de efecto invernadero** (GEI) que genera en todo el ciclo de vida (entre el 20-35% de las emisiones mundiales GEI<sup>2</sup>). Se cree que estas emisiones aumentarán en los próximos años debido al incremento de consumo de alimentos de los países empobrecidos.

Todo hace pensar además que el cambio climático afectará a la producción de los alimentos, a su precio y a su acceso a las infraestructuras de las cadenas de suministros<sup>3</sup>.

Otro de los problemas del sector es el **despilfarro alimentario**, que tiene un impacto importante tanto en la economía como en la sociedad. Según datos de ELIKA, Fundación Vasca por la Seguridad Alimentaria, en la Unión Europea, un 20% (89 Mt) de los alimentos producidos se pierden o desperdician al año, o lo que es igual, 179 kg por habitante, lo que traducido en términos económicos supone una pérdida de 143 mil millones de euros<sup>4</sup>.

---

1 European Classification of Individual Consumption by Purpos

2 FAO and WHO, 2020

3 Schmidhuber and Tubiello, 2007; Wheeler and Von Braun, 2013

4 [https://www.ipes-food.org/\\_img/upload/files/CFP\\_ExecSummary\\_ES.pdf](https://www.ipes-food.org/_img/upload/files/CFP_ExecSummary_ES.pdf)

## Desperdicio alimentario por sectores - UE Total: 89 Mt/Año

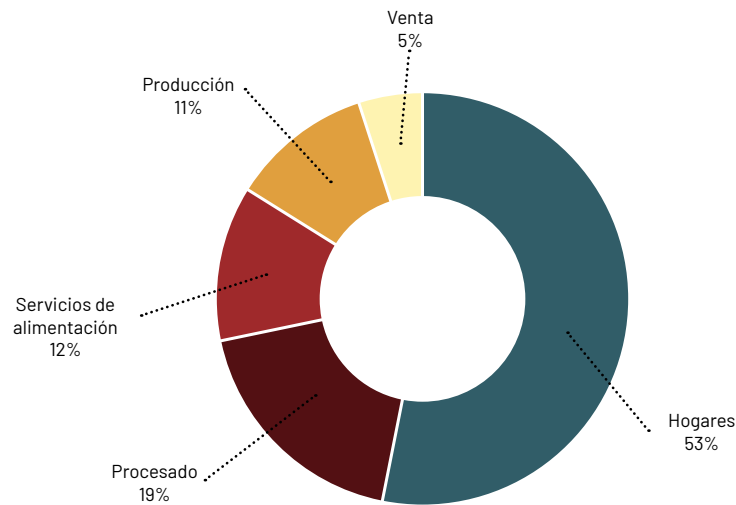


Figura 1: porcentaje de pérdidas alimentarias por sectores en la UE. (Fusions, 2016).

Por otra parte, muchas de las tierras destinadas a la producción alimentaria, localizadas principalmente en países empobrecidos, están bajo el control de corporaciones importantes. Estos **procesos de apropiación** concentran el poder en las mismas empresas y empobrecen los tejidos económicos y sociales locales<sup>5</sup>.

En este contexto, la integración del **concepto de sostenibilidad** es un desafío relevante en la economía de producción alimentaria y en la distribución. Dicho concepto es la esencia de la **Economía Circular (EC)**, que propone una alternativa al modelo económico, convirtiendo los productos que están al final de su vida útil en recursos primarios para la creación de otros bienes, cerrando los ciclos y minimizando el desperdicio<sup>6</sup>.

Construir un sistema alimentario basado en los principios de la EC es clave para abordar la crisis climática, el respeto a la biodiversidad y para hacer frente a la creciente demanda proporcionando alimentos saludables y nutritivos, con un modelo con impactos positivos para la naturaleza, las y los agricultores y los negocios<sup>7</sup>.

La **Responsabilidad Social Empresarial** surge de ese concepto de sostenibilidad y sostiene que las empresas tienen obligaciones indirectas hacia la sociedad (Teoría del contrato social); esto implica que su impacto global debe ser coherente con los objetivos y aspiraciones de la sociedad, entre ellas abordar la distribución socialmente justa de los bienes (Teoría de la justicia)<sup>8</sup>.

5 <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/84058/3Art%C3%ADculoEl%20sistema%20agroalimentario%20globalizado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

6 Stahel, W.R., 2016. The circular economy. Nature 531, 435–438. <https://doi.org/10.1038/531435a>

7 Ellen MacArthur Foundation, 2021. The Big Food Redesign: Regenerating nature with the circular economy.

8 Acquaye, A.A., Yamoah, F.A., Feng, K., 2015. An integrated environmental and fairtrade labelling scheme for product supply chains. Int.

En esa línea, el **Comercio Justo (CJ)** es una demostración práctica de ambas teorías, al proponer condiciones comerciales entre los países empobrecidos (productores de bienes) y los enriquecidos (personas consumidoras), basándose en los tres pilares de la sostenibilidad: **económico, social y ambiental**.

No obstante, la Economía Circular plantea **desafíos** a los que también debe hacer frente el Comercio Justo, según admite la World Fair Trade Organization Europe:

- Las economías lineales se basan en el volumen; en una economía circular las organizaciones deben basarse en modelos que generen valor.
- La economía circular fomenta el abastecimiento local y los mercados de cortos recorridos. Este desafío debe abordarse:
  - » Desarrollando mercados locales de CJ de corto recorrido en todo el mundo.
  - » Adoptando un enfoque global de ciclo de vida para **conocer los impactos ambientales** durante todas las etapas del ciclo de vida, y no sólo en el transporte.

Por otra parte, la sociedad demanda cada vez más conocer el desempeño ambiental y grado de sostenibilidad de los productos alimentarios y por ello se sugiere **integrar en los procesos de certificación de CJ la utilización del etiquetado de carbono o huella de carbono**, lo que contribuirá a fomentar sistemas de producción sostenibles y a mejorar la sostenibilidad en la cadena de suministro de los alimentos.

Partiendo de esa realidad, el presente estudio busca **conocer el impacto ambiental del café, la segunda bebida más consumida del mundo<sup>9</sup>, y del azúcar, cuyo consumo sigue aumentando, pese a las campañas anti azúcar y la imposición de tasas<sup>10</sup>**.

España es un país netamente importador de azúcar aunque también produce una gran cantidad. Más de la mitad de la importación (58%) proviene de Francia, Reino Unido y Portugal. Durante la campaña de 2019 – 2020 se importaron 1.254,457 toneladas, un 3% más que en 2018-2019 y un 5,4% más que la media de las tres anteriores, según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de 2021.

En relación con el mercado del café, en 2020 las importaciones españolas superaron las 356.000 toneladas; de esta cantidad, el 89% correspondía a café verde y el resto, a café tostado y soluble. La variedad robusta supone el 61% de las importaciones, principalmente desde Vietnam (72%). La arábica, que representa el 39% restante, procede sobre todo de Brasil (53%) y Colombia (18%), de acuerdo a datos publicados por la Asociación Española del Café en 2021.

En lo que respecta a sus homólogos de CJ, los registros de la Coordinadora Estatal de Comercio Justo de 2021 indican que el país que más panela suministra es Perú, seguido

---

J. Prod. Econ. 164, 472–483. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.014>

9 Saberian et al., 2021AEDERCO, Agencia de Estudios para el Desarrollo Rural y la Cooperación, 2020. Prueba piloto de medición de huella de carbono en la cooperativa agraria Manduvira LTDA (Paraguay).

10 Villamayor, G., Prieto, J.C., 2020. Informe sobre el sector del azúcar/remolacha en España. Instituto tecnológico Agrario. Junta de Castilla y León.



de Paraguay y Ecuador; mientras, la mayor parte del café proviene de Uganda, Nicaragua, Guatemala y Perú.

Ambos alimentos recorren miles de kilómetros hasta que son consumidos en los países del Norte, sean de CJ o no, lo que siempre genera cierta incertidumbre sobre su valor ecológico real.

# 2.

## Objetivos y alcance del estudio

Este estudio hace uso de la metodología Análisis de Ciclo de Vida (Life cycle assesment, LCA) para **modelar**, mediante herramientas informáticas, **dos productos ecológicos de CJ: panela y café** 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.

En concreto, se pretende:

- Realizar el **inventario y modelado digital de impactos LCA** de dos productos ecológicos de CJ (panela y el café), lo que determinará el comportamiento ambiental de ambos productos en todo el ciclo de vida.
- Realizar el **inventario y modelado digital de impactos LCA** de azúcar y café de producción convencional, modificando la base de datos Ecoinvent para ajustarlos a la realidad vasca, mostrando el comportamiento ambiental del producto durante todas las etapas del ciclo de vida.
- Obtener **indicadores de impacto ambiental** comparables con otros productos del mercado convencionales.
- 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.

# 3. Productos a analizar

La **panela** de CJ analizada en este estudio es producida por la asociación **CUMBRE INGAPI**, ubicada a 28 km de Quito (Ecuador). Fundada en 2003, está formada por 50 familias productoras a pequeña escala que, asociadas, se dedican básicamente al cultivo de la caña de azúcar y a la producción artesanal de panela granulada. Este grupo ha sido capacitado en buenas prácticas de manufactura y Sistema HACCP<sup>11</sup> para asegurar la calidad de sus productos.

La comercialización corre a cargo de la corporación Pakta Mintalay, que realiza la comercialización de productos alimenticios de preferencia orgánicos y artesanales de pequeños productores y productores del campo y de barrios urbanos marginales de Ecuador.

El **café** ecológico seleccionado **de CJ** proviene de la cooperativa **COOPAC R. L.** de Nicaragua y es de variedad 100% Arábica, concebida como una de las de mayor calidad y cultivada con técnicas respetuosas con el medio ambiente. La comercialización corre a cargo de Espanica, una corporación que pretende establecer alianzas entre personas productoras del sur y consumidoras del norte, con el objetivo de superar "las injustas relaciones marcadas por la economía convencional"<sup>12</sup>.

En lo que respecta a los productos convencionales, se ha optado en primer lugar por azúcar producida a partir de la remolacha azucarera cultivada en España y por café proveniente de diferentes países de África y América, tostado y molido en España.

## PEQUEÑOS PRODUCTORES Y PRODUCTORAS



Panela producida por la asociación Cumbres de Ingapi.



Café de Nicaragua 100% Arábica.

11 <https://www.eurofins-environment.es/es/que-es-el-sistema-haccp/>

12 <https://espanica.org/>

La tabla 1 muestra un resumen de las características de todos los productos analizados:

**Tabla 1: características de los productos seleccionados para el estudio.**

Características	Panela Comercio Justo	Café Nicaragua Comercio Justo	Azúcar blanco	Café molido natural
<b>Empresa:</b>	Producido por la asociación Cumbres de Ingapi. Comercializado por la Corporación Pakta Mintalay. Marca: La Cesta Sostenible.	Producido por: agricultores de Nicaragua. Marca: Espanica.	Producido a partir de la remolacha azucarera cosechado por Agricultores de España.	Materia prima producida por agricultores de Colombia, Kenia, Brasil, etc. principalmente la variedad Arábica.
<b>Precio €/kg:</b>	Precio variado: • 19.50€ envase de 5kg (3.90€/kg). • 5€ envase de 1 kg (5€/kg). • 4.00€ envase de 500 g (8€/kg).	Aproximadamente 3.65€ (14.6€/kg).	El precio del producto varía en función de la capacidad del envase, en concreto el precio de 1kg de azúcar cuesta alrededor de 0.85€.	El precio de venta de este producto comercializado en un paquete de 250 g es de 2.85€ (11.4€/kg); y 4.55€ en el envase de 500 g (9.10€/kg).
<b>Envasado:</b>	Distintos formatos de envase. Se selecciona el de 1 kg.	250 g.	Distintos formatos de envase. Se selecciona el de 1 kg.	Distintos formatos de envase. Se selecciona el de 250 g.
<b>Origen:</b>	Ecuador	Nicaragua	España	Centroamérica, pero producido en España
<b>Producción Ecológica:</b>	✓	✓	✗	✗
<b>Comercio Justo:</b>	✓	✓	✗	✗
<b>Producción convencional:</b>	✗	✗	✓	✓
<b>Certificado ecológico:</b>	✓	✗	✗	✗
<b>Otras cuestiones:</b>	Agricultura ecológica y producción artesanal. Certificado de buenas prácticas de manufactura y Sistema HACCP.  Dispone de certificado ÖKO Garantie BCS, que acredita que se lleva a cabo la ejecución del Reglamento Europeo de Producción Orgánica.	Cultivado con técnicas respetuosas con el medio ambiente que evitan el uso de agroquímicos.  Proceso de tueste natural. Calidad SHG (Stricly Hign Grown).		



# 4. Metodología

## 4.1. Elección de software y de base de datos

El software seleccionado para realizar el modelado digital de impactos ha sido el Open LCA<sup>13</sup>.

La base de datos elegida para los materiales y procesos ha sido Ecoinvent v\_3.8<sup>14</sup>.

## 4.2. Reglas de categoría de producto (PCR) y Declaraciones Ambientales de Producto (EPD)

El **PCR** es un documento que **proporciona las instrucciones** sobre cómo se debe realizar un LCA; establece entre otros:

- La unidad funcional
- Los límites del sistema
- Las categorías de impacto a analizar
- Los criterios de corte aceptados

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

Las **Declaraciones Ambientales de Producto** son un tipo de **ecoetiqueta** que ofrece información técnica proveniente del estudio de la LCA sobre el comportamiento ambiental del producto.

En el portal The International EPD System<sup>15</sup> se encuentra publicada la PCR *Raw Sugar, Refined Sugar, and molasses* (The International EDP System, 2019a). En cuanto al café, se ha detectado un PCR de Green Coffee, que actualmente no está disponible en la plataforma; sin embargo, sí está existe un PCR sobre Espresso Coffee.

---

13 Green Delta GmbH, 2022. OpenLCA

14 Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., Weidema, B., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *Int. J. Life Cycle Assess.* 21, 1218–1230. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-8>

15 <https://www.environdec.com/home>

### 4.3. Selección de Metodología de Análisis

La elección de las categorías de impacto debe de realizarse en consonancia con el objetivo y el alcance del estudio. Los resultados obtenidos en el inventario se transforman en información sobre los daños causados al medio ambiente.

Las PCR muestran en su apartado 5.4.5. *Environmental Performance* las categorías de impacto que deben tenerse en cuenta para compararlas con los resultados de otras organizaciones que han publicado y verificado EPDs.

Entre ellas se incluye la **huella hídrica**, que se refiere al volumen de agua dulce (m<sup>3</sup>) utilizada a lo largo de toda la cadena de suministro. El modelo **AWARE**, que 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 ACV e hidrología.

En este trabajo se han seleccionado como métodos de impacto (LCIA) la metodología AWARE y el método IPCC 2013 GWP 100a.

**Tabla 2: categorías de impacto ambiental a analizar.**

Categoría de impacto	UNIDAD
Calentamiento global	kg CO <sub>2</sub> eq
Potencial de escasez de agua	m <sup>3</sup> eq

### 4.4. System Model: Cutoff

Tal y como se establece en el apartado del PCR de referencia, se deben de tener en cuenta los datos de los flujos elementales hacia y desde el sistema del producto que contribuyan a un mínimo del 99% de los impactos ambientales declarados.

### 4.5. 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.**

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 **su reducción**. 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 de la LCA ha de ser precisa y debe estar claramente definida para poder comparar diferentes productos. En este caso, se ha considerado **1 kg de café producido y 1 kg de azúcar/panela producida**.

De acuerdo con los estándares anteriormente mencionados, **el LCA se clasifica en cuatro etapas: objetivo y alcance, inventario del ciclo de vida, evaluación del ciclo de vida e interpretación.**

### Life cycle assessment framework

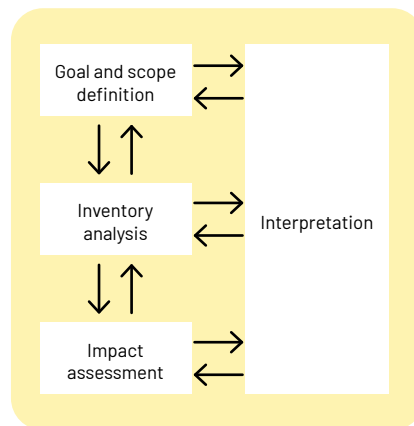


Figura 2: fases de un LCA. Fuente: ISO, 2006.

El presente estudio se ha enfocado teniendo en cuenta la **perspectiva de la cuna a la puerta, "cradle to gate"**, excluyendo los impactos generados en las etapas de uso y final de la vida útil. De esta forma **se han contabilizado los impactos desde la extracción de la materia prima hasta su transporte hasta el punto de venta al que acceden las personas consumidoras.**

En las siguientes figuras se recoge gráficamente el alcance del LCA de los productos de azúcar/panela y café, sean convencionales o CJ. El año de referencia para la recopilación de los datos de inventario es el 2020.

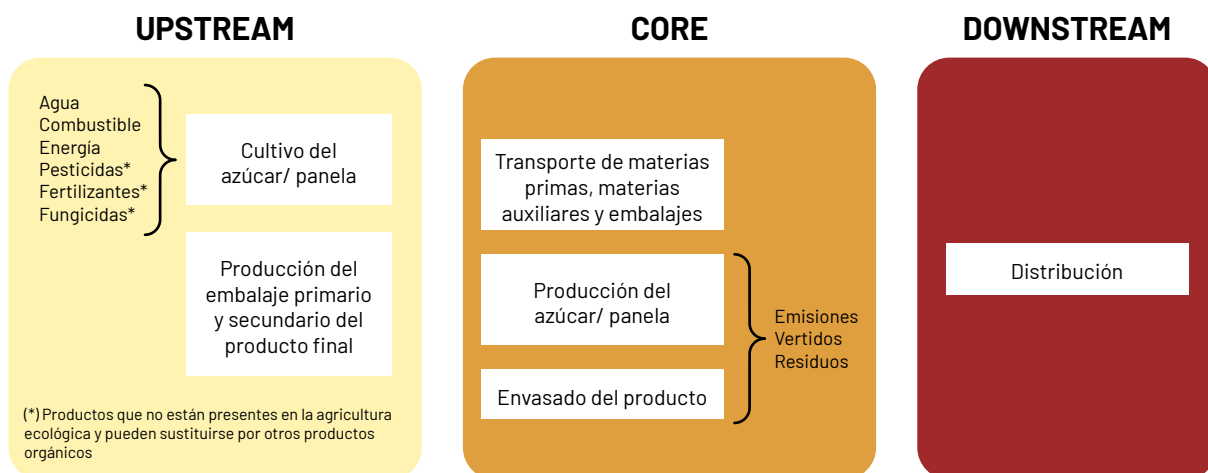


Figura 3: procesos del ciclo de vida de la panela y el azúcar.

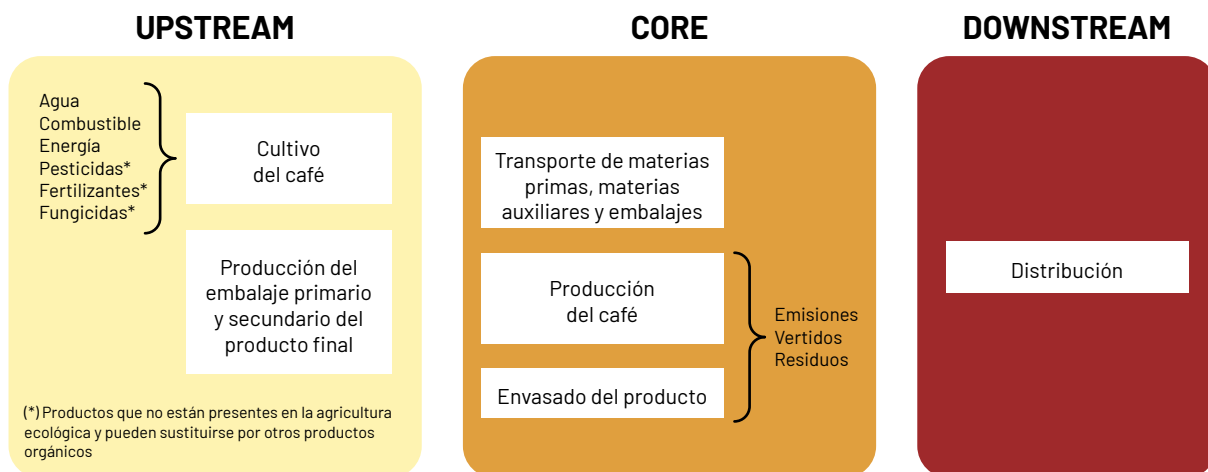
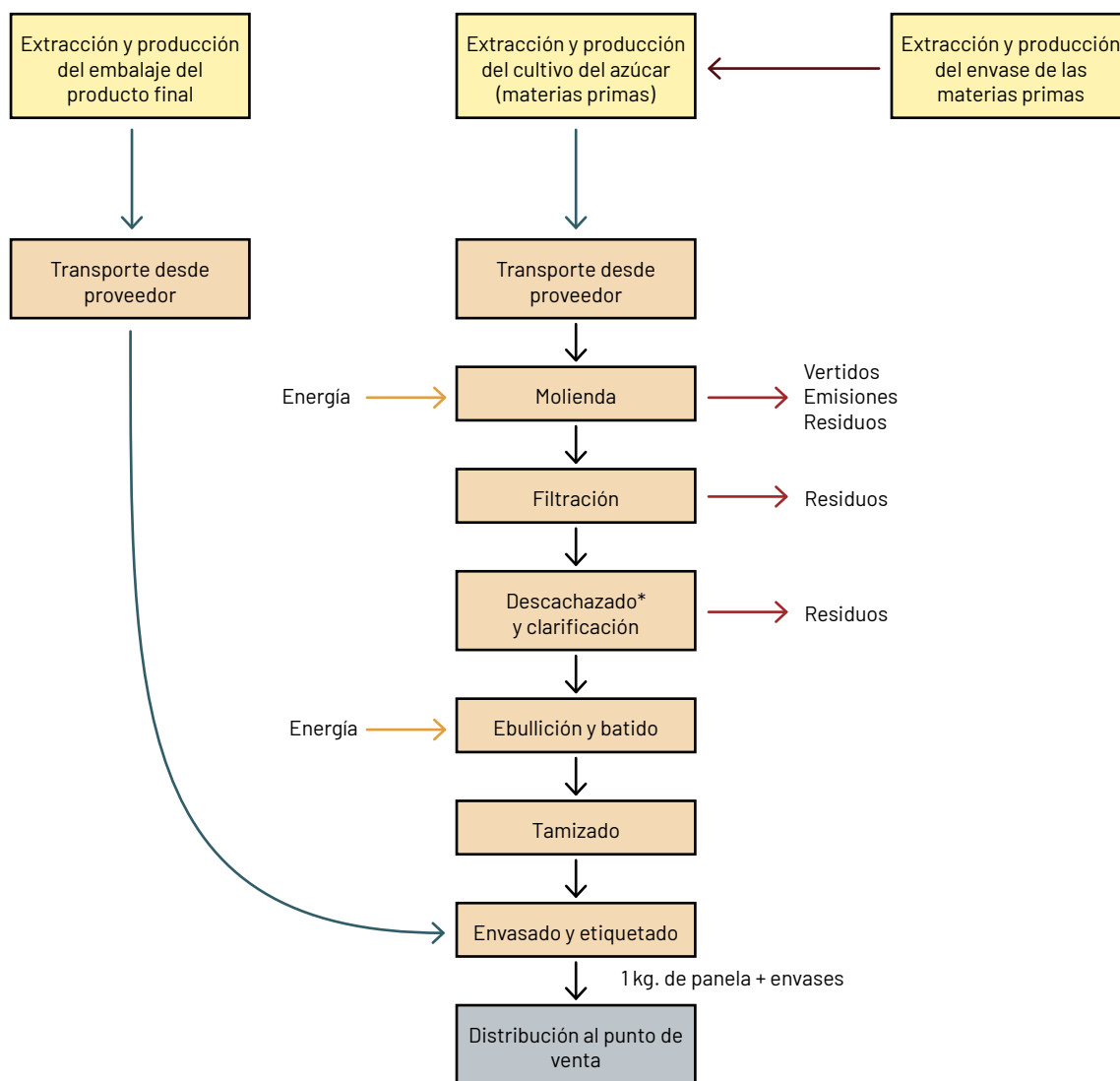


Figura 4: procesos del ciclo de vida del café.

Según la PCR de referencia **el 99% en peso de los compuestos que forman el producto analizado, incluido envase, deben estar contemplados en el análisis.**

A continuación, se recogen los diagramas de flujo del café y la panela analizados, elaborados en base a la información transmitida por las empresas y asociaciones colaboradoras, con el enfoque de la cuna a la puerta.





(\*) Quitar el jugo fermentado de la caña de azúcar

Figura 5: diagrama de flujo de la panela.

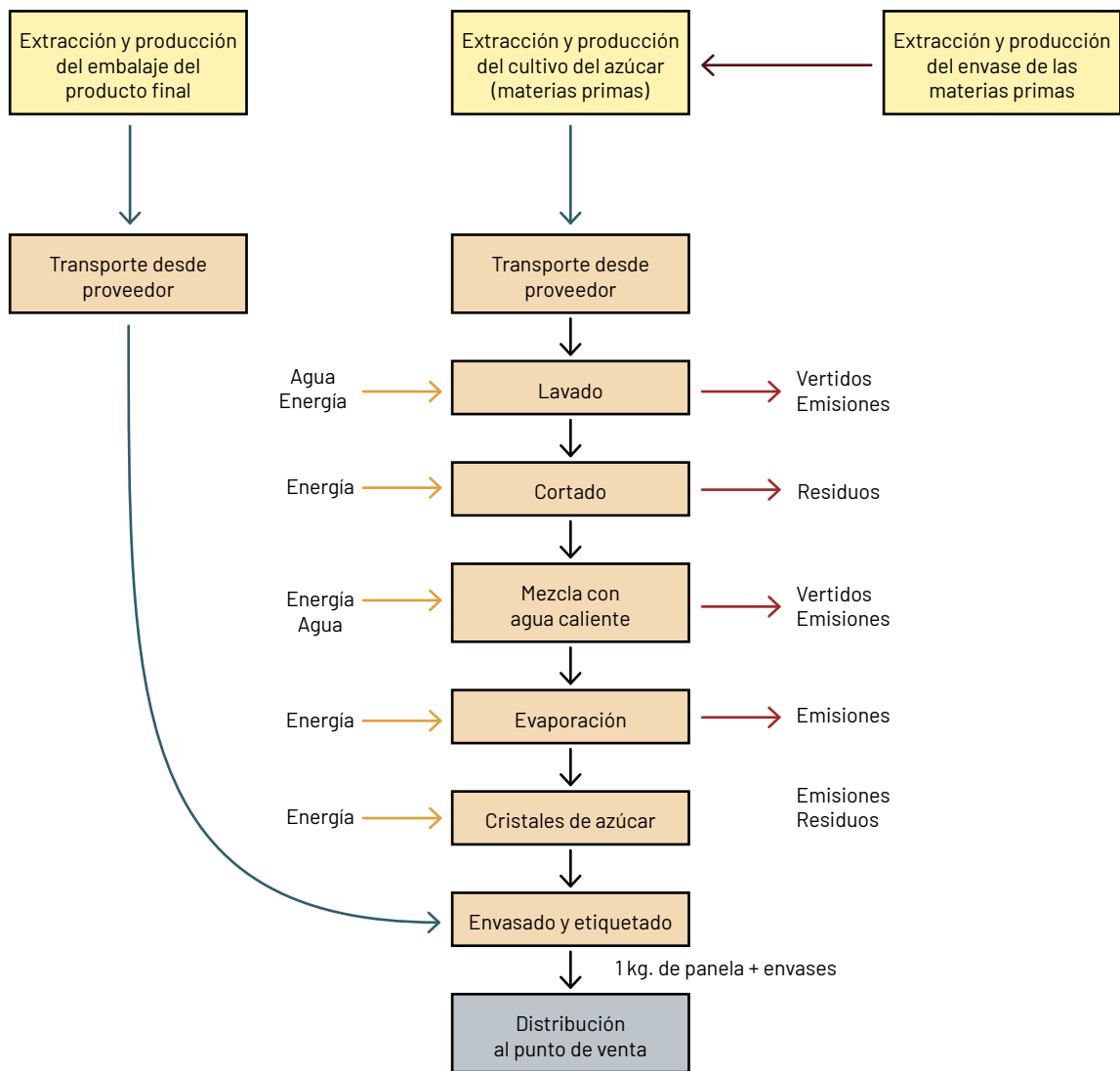


Figura 6: diagrama de flujo del azúcar.

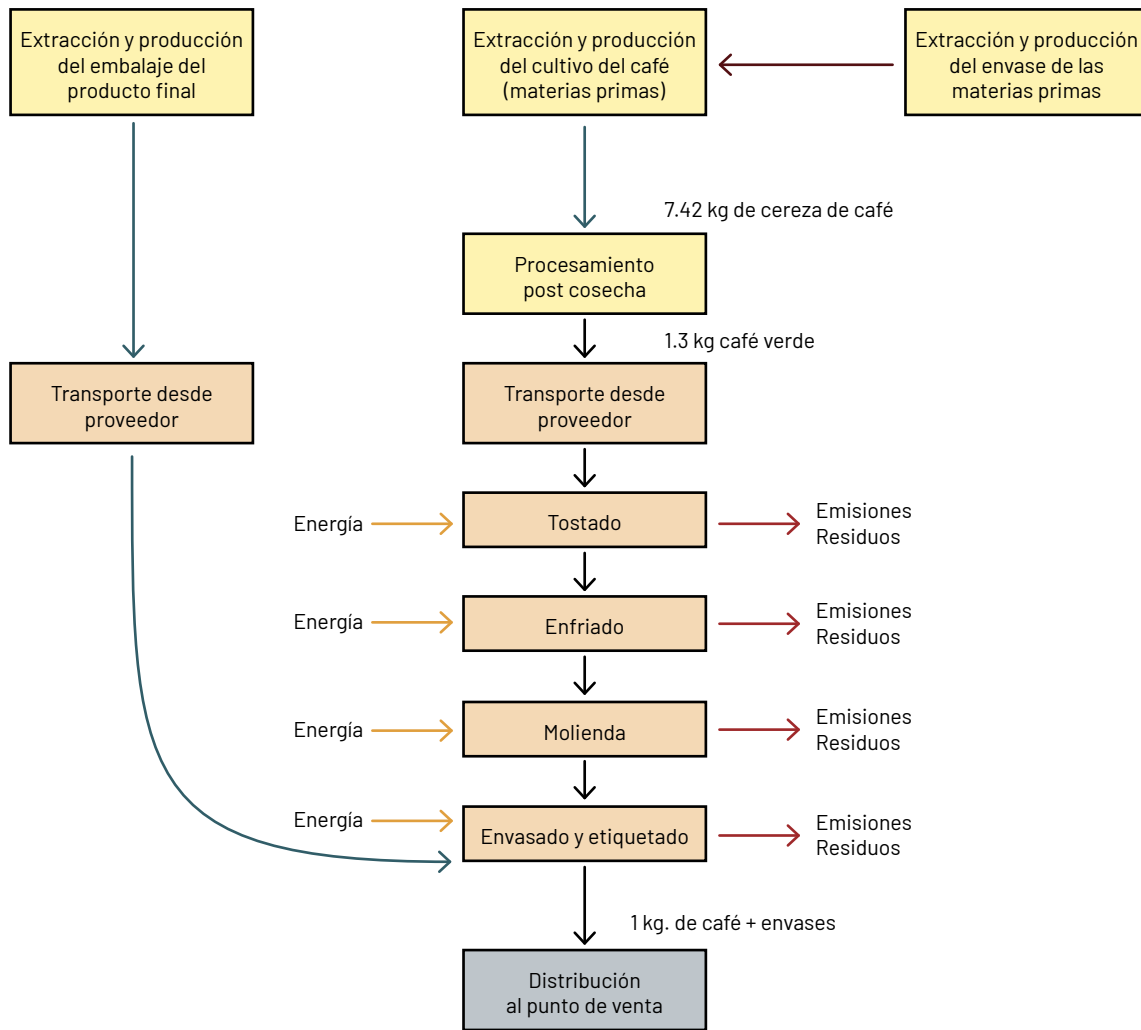


Figura 7: diagrama de flujo del café convencional y del café de CJ.

# 5.

## Inventario de ciclo de vida de azúcar/panela y café

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

### Café convencional

#### Fuentes de información

- Datos bibliográficos asociados a los aspectos ambientales de los sistemas productivos del café convencional.
- Información del proceso productivo de una empresa convencional, datos primarios.
- Datos de la base de datos de Ecoinvent 3.8 (datos secundarios) relacionados con los impactos del ciclo de vida.

#### Análisis

La etapa de cultivo del café se ha modelado teniendo en cuenta el proceso “*Coffee green bean production arabica| Cutoff – Brasil*”, que a su vez tiene en cuenta el proceso del beneficiado del café. Según el diagrama de flujo del café convencional (Figura 7) la relación en peso del café es de 7.34 kg de cerezas de café para producir 1 kg de café molido y 1.34 kg semillas de café verde para producir 1 kg de café molido; esta diferencia en el peso del café verde se debe a la pérdida de la humedad y de pieles de la uva.

Asimismo, se ha modelado el transporte hacia las instalaciones de beneficiado, que no incluía el proceso inicial. Posteriormente, se ha incluido el transporte de la semilla verde a España, al puerto de Barcelona.

Teniendo en cuenta que la variedad arábica es tradicional de Centro América y parte de África, se han considerado como principales orígenes: Brasil (Sao Paulo), Colombia



(Nariño) y Kenia (Chuka). El transporte de los granos de café requiere unas condiciones particulares: temperatura entre 0 y 20º C; ventilación entre 10 – 20 m³/h; humedad relativa entre el 50 y 65% (TIS, Deutschen Transporversicherer, 2022). Por ello, se transporta en contenedores refrigerados.

Tras la recepción de la materia en el Puerto de Barcelona se transporta a Euskadi en camiones con refrigeración. Se ha tomado como destino final de esta materia prima una fábrica de procesado de cafés en Gipuzkoa, una ruta de aproximadamente 632 km que se realiza en camiones refrigerados. Seguidamente, se han considerado todos los procesos e instalaciones de una fábrica de esta tipología para producir un 1 kg de café molido. Para terminar, se ha modelado la distribución del producto a una tienda de Vitoria – Gasteiz, que se sitúa a aproximadamente 43 km y se realiza en un camión sin refrigeración.

## Azúcar convencional

### Fuentes de información

- Datos bibliográficos asociados a los aspectos ambientales de los sistemas productivos del azúcar convencional.
- Información del proceso productivo de una empresa convencional, datos primarios.
- Datos facilitados por AIRA y Neiker (datos primarios) asociados a los aspectos ambientales del sistema del cultivo de la remolacha.

### Análisis

La etapa de cultivo de la remolacha azucarera se ha modelado teniendo en cuenta el proceso *“Sugar beet production|Cutoff – U”*, diseñado tomando como ubicación del cultivo los campos de Araba.

Posteriormente, se ha incluido el transporte de la remolacha a la planta más cercana de procesado de azúcar, en Miranda de Ebro. Tras la recepción de la materia prima en la fábrica se ha modelado teniendo en cuenta todos los procesos e instalaciones de una fábrica de este tipo para producir 1 kg de azúcar blanco. Para ello, se ha basado en el proceso *“Beet sugar production |Cutoff – RoW”*. Para terminar, se ha modelado la distribución del producto a la tienda de medicusmundi Araba en Vitoria – Gasteiz, a aproximadamente 44 km en un vehículo comercial ligero.

## Café ecológico de comercio justo

### Fuentes de información

- Datos bibliográficos asociados a los aspectos ambientales de los sistemas productivos del café ecológico.
- Datos facilitados por las cooperativas de café en Nicaragua (datos primarios) relacionados con los aspectos ambientales del sistema.

- Datos de la base de datos de Ecoinvent 3.8 (datos secundarios), relacionados con los impactos del ciclo de vida.

## Análisis

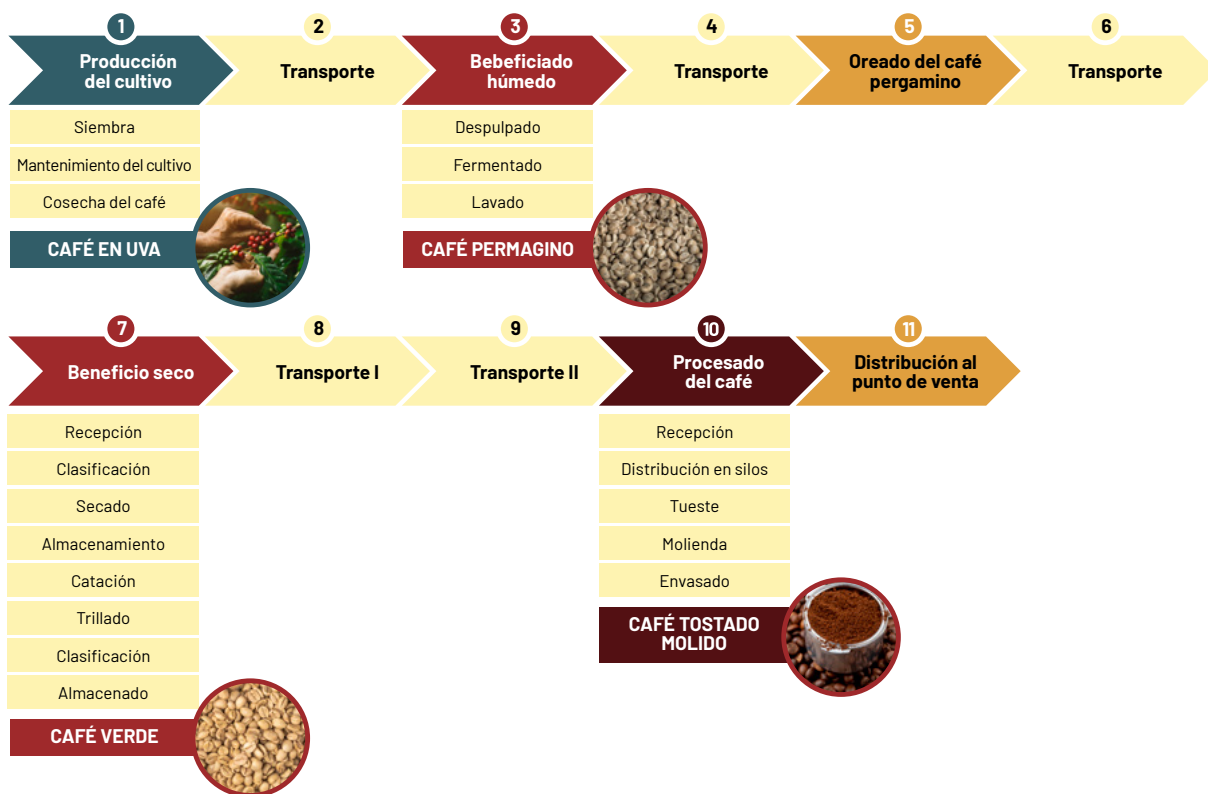


Figura 8: las 11 etapas del proceso productivo del café ecológico y C.J.

La etapa de cultivo del café se ha modelado a partir del proceso "Coffee green bean production arabica| Cutoff - Brasil", sin embargo, se ha modificado dicho proceso debido a que el café de C.J. se cultiva teniendo en cuenta prácticas de producción orgánica. Adicionalmente, se han modelado los procesos de beneficiado húmedo y seco, a través de los que se obtiene la semilla verde, por separado, para su ajuste a la realidad. Por consiguiente, el proceso denominado "Coffee green bean production arabica| Cutoff - Brasil" trata en este caso del cultivo de la cereza del café.

Según datos facilitados por las organizaciones productoras del sur, durante todo el proceso de siembra y cosecha no se realiza ninguna adición de productos químicos inorgánicos; en todo caso, se emplean abonos y aplicaciones sanitarias de origen orgánico, tales como compost mineralizados con polvo de roca y biosulfocalcio. Asimismo, las labores de mantenimiento, regulación de sobras y la recolección de la cereza son manuales.

Una vez cortado el fruto de café en uva, se traslada en vehículo a las instalaciones del beneficio húmedo (a aproximadamente a 1 km. de los campos de cultivo) donde es

despulpado de la cereza, para retirar la piel o pulpa de la cereza, con máquinas de motores de gasolina, y lavado en máquinas pequeñas. Después de dejar fermentar unas 18 horas, se realiza el lavado de la semilla. Esta fase trata principalmente de la transformación de la uva de café en café pergamino.

Una vez lavado el café se envasa en sacos para su traslado a las instalaciones de beneficio seco, ubicadas a 28 km. En este proceso, se clasifica, seca y se realiza el trillado, empleando para ello el calor del sol y máquinas eléctricas. Finalmente, se obtiene el café verde y se deja reposar durante un periodo de 30 días para lograr la estabilidad en temperatura y humedad. Se almacena en bodegas de ventilación controlada y, posteriormente, se envasa en sacos de jute y se traslada en camiones hasta el Puerto de Corinto (Nicaragua), desde donde viaja en barco hasta Euskadi, concretamente al puerto de Bilbao. Al igual que el café tradicional se ha considerado un transporte en contenedores refrigerados debido a las características de la semilla.

Tras la recepción de la materia en el Puerto de Bilbao se transporta a Santander, para realizar el almacenamiento y tueste del café (aproximadamente 90 km.). Posteriormente se transporta por carretera en camiones no refrigerados a Leganés (Madrid) para el envasado (460 km). Para terminar, se ha modelado la distribución del producto a la tienda de medicusmundi Araba, en Vitoria – Gasteiz.

## Panela ecológica de comercio justo:

### Fuentes de información

- Datos facilitados por la Asociación Camari. Datos primarios, relacionados con los aspectos ambientales del sistema, materias primas, energía, residuos, emisiones y vertidos.
- Datos bibliográficos asociados a los aspectos ambientales de los sistemas productivos de la panela orgánica.
- Datos de la base de datos de Ecoinvent 3.8 (datos secundarios) relacionados con los impactos del ciclo de vida del producto.

### Análisis



Figura 9: las etapas del proceso productivo de la panela

La etapa de cultivo de la caña de azúcar se ha modelado teniendo en cuenta el proceso “*Sugarcane production| Cutoff - Colombia*”; sin embargo, se ha modificado dicho proceso debido a que este tipo de caña se cultiva teniendo en cuenta prácticas de producción orgánica, que siguen unos controles estrictos, certificados y auditados por terceros.

El procesado de la caña de azúcar se realiza en el país del origen. Según la información obtenida de las entrevistas realizadas, durante todo el proceso de siembra y cosecha no se utilizan productos químicos. Además, dada la ubicación de las fincas, en el trópico, el cultivo no requiere ningún riego. Todo el proceso del cultivo es manual; la limpieza de la tierra y de la caña se realiza con machetes; la recolección de la caña es también manual, y posteriormente se transporta en mulas.

Después de la recolección se realiza el traslado de la caña a un trapiche, lugar en el que se procesa para su transformación en panela. Se trata de un proceso de evaporación, concentración y cristalización del jugo de la caña de azúcar, mediante una molienda y la extracción y filtración de los jugos que, cocinado en altas temperaturas y batiendo y tamizando, da lugar a la panela granulada. Una vez obtenido el producto final se envasa y se transporta a su destino final.

El proceso requiere de la mano de obra humana. Sin embargo, con el tiempo las instalaciones han ido avanzando y modernizándose, y disponen de molinos de extracción de jugo eléctricos. Durante el proceso de obtención de la panela no se genera ningún residuo de origen vegetal, ya que toda la materia orgánica se reaprovecha como combustible, abono para el cultivo o para la alimentación animal.

La panela viaja desde Quito al puerto de Guayaquil (ambas en Ecuador) en un camión que realiza 445 km, desde donde se embarca en barcos contenedores e inicia el viaje al puerto de Bilbao (9120 km). Tras la llegada, el producto se transporta a Noain (Navarra a 180 km.), y desde ese punto se distribuye a todas las tiendas, incluida la de medicusmundi Araba (105 km), en Vitoria Gasteiz. Todo este viaje es por carretera en camiones no refrigerados.

## **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; seguidamente se exponen dos figuras que muestran los medios de transporte empleados en las importaciones, tanto del café como del azúcar, y la distancia media que se recorre en ambos casos.



### Medios de transporte en las importaciones del café

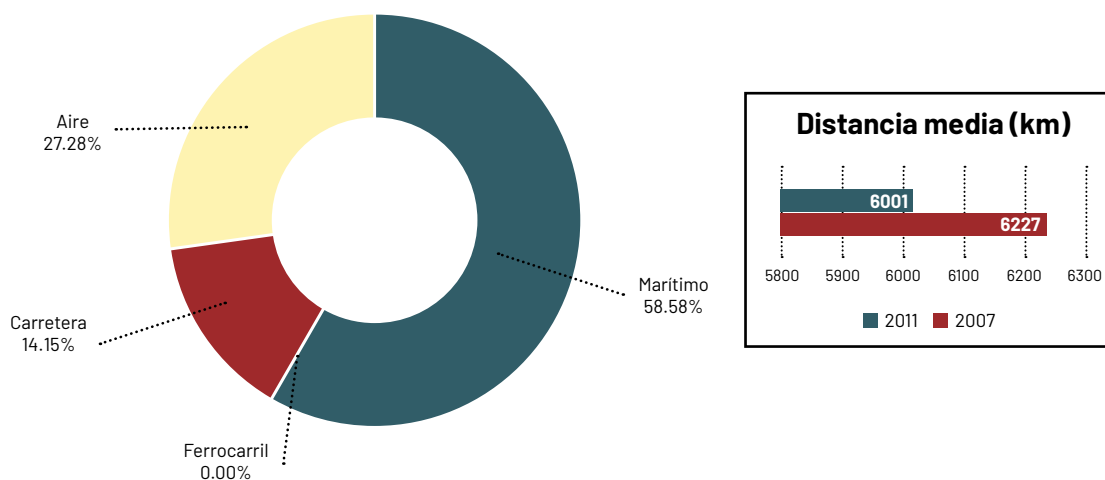


Figura 10: medios de transporte y distancias en las importaciones de café. (Copena et al., 2016).

### Medios de transporte en las importaciones de azúcar

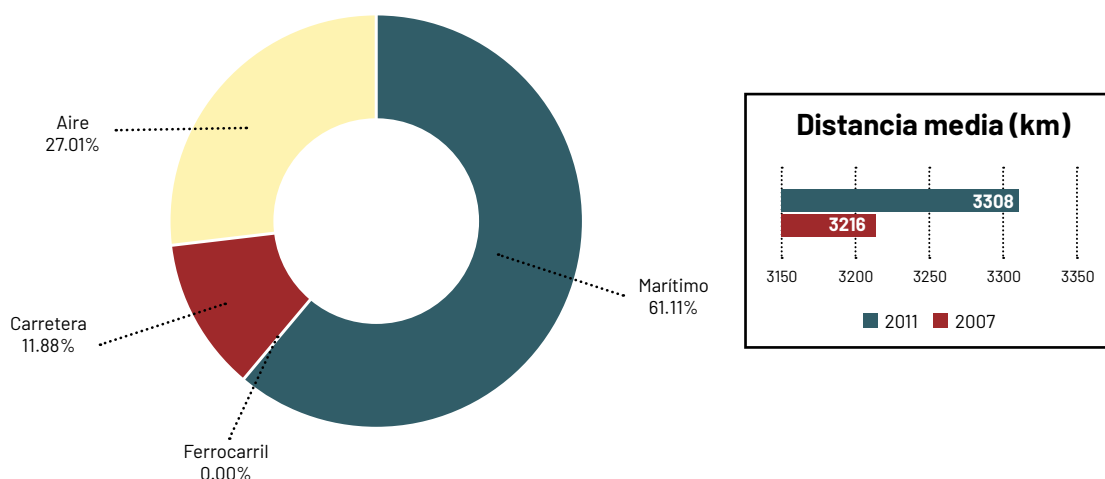


Figura 11: medios de transporte y distancias en las importaciones de azúcar. Copena et al., 2016).

En todo caso, como afirman algunos estudios<sup>16</sup> y veremos confirmado en este estudio, tomar como único indicador el transporte es inadecuado, dado que pueden producirse emisiones más importantes en otras fases de la cadena alimentaria.

16 Garnett, T., 2011. Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain). <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2010.10.010>

# 6. Resultados de estudios previos

Son varios agentes los que han empezado a calcular y medir los impactos ambientales de los productos alimentarios; existen diferentes LCA de cafés y azúcares, de CJ, pero también de producción convencional. En las tablas siguientes se enumeran algunos de los estudios, junto con la referencia del autor/a y el año.

**Tabla 3: referencias analizadas de LCAs de cerezas de café, café verde y cafés procesados.**  
Fuente: elaboración propia.

Publicación	Referencia	Tipo de producto
Life Cycle Assesment applied to coffee production: investigating environmental impacts to aid decision making for improvemets at company level	(Salomone, 2003)	Negocio de café situado en Sicilia
Environmental Profile of Brazilian Green Coffe	(Coltro et al., 2006)	Café verde Brasileño
Life cycle assessment of spray dried soluble coffee and comparison with alternatives (drip filter and capsule espresso).	(Humbert et al., 2009)	Café soluble secado por pulverización, café expreso en capsulas, filtros de goteo
Huella de carbono en cadenas productivas de café (coffea arabica L.) con diferentes estándares de certificación en Costa Rica	(Segura & Andrade, 2012)	Café de Costa Rica de diferentes estándares de producción
Greenhouse gas emissions in coffee grown with differing input levels under conventional and organic management	(Noponen et al., 2012)	Café de Costa Rica y Nicaragua, de producción tradicional y orgánica
Carbon footprint across the coffee supply chain: the case of Costa Rican Coffee	(Bernard et al., 2013)	Café verde de Costa Rica exportado a Europa
Environmental Impact Associated with the Supply Chain and Production of Grounding and Roasting Coffee through Life Cycle Analysis	(Giraldi-Díaz et al., 2018)	Café de producción convencional Arábica
Comparative life cycle assessment for conventional and organic coffee cultivation in Vietnam	(Trinh et al., 2019)	Café de producción convencional y orgánica de Vietnam
Carbon and water footprint of coffee consumed in Finland- life cycle asesment	(Usva et al., 2020)	Café de producción convencional cultivado en Brasil, Nicaragua, Colombia y Honduras, y procesado en Finlandia.
Life cycle assesment synthesis of the carbon footprint of Arabica coffee: case study of Brazil and Vietnam convencional and sustainable coffe production and export to the United Kingdom	(Nab & Maslin, 2020)	Café arabica de producción convencional y sostenible de Brasil y Vientam
Carbon and water footprint of Robusta coffee through its production chains in Thailand	(Ratchawat et al., 2020)	Café Robusta de producción convencional cultivado en granjas de Tailandia

**Tabla 4: referencias de algunos LCA realizados de la panela.**  
**Fuente: elaboración propia.**

Publicación	Referencia	Tipo de producto
Life cycle analysis of the panela agroindustry: intensification for its development	(Quezada et al., 2017)	Panela producida en Ecuador
Environmental impact evaluation of the industry of panela by Life Cycle Analysis	(Quezada et al., 2007)	Panela producida en Ecuador

**Tabla 5: referencias de algunos LCA realizados del azúcar.**  
**Fuente: elaboración propia.**

Publicación	Referencia	Tipo de producto
Life Cycle Assessment of Cane- Sugar on the Island of Mauritius	(Ramjeawon, 2004)	Caña de azúcar de la Isla Mauricio
An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet ( <i>Beta vulgaris</i> ) production in the UK	(Tzilivakis et al., 2005)	Producción de remolacha azucarera en el Reino Unido
LCA of Queensland cane sugar lessons for The application of LCA to cropping systems in Australia	(Renouf, 2006)	Azúcar de caña de Australia
Comparative Life Cycle Assessment of four alternatives for using by- using of cane sugar products	(Contreras Moya et al., 2009)	Azúcar de Cuba
LCA of the South African sugar industry	(Mashoko et al., 2010)	El cultivo de la caña de azúcar, la fabricación de fertilizantes y herbicidas, la quema de la caña, el transporte de la caña y la fabricación de azúcar
Life cycle assessment of sugar industry: a review	(Chauhan et al., 2011)	Revisión del LCA de la industria azucarera
Application of Life Cycle Assessment (LCA) in Sugar Industries	(Astuti et al., 2018)	Aplicación de LCA en industrias del azúcar
Land-water-energy nexus of sugarcane production in Thailand	(Silertruksa & Gheewala, 2018)	Nexo tierra-agua-energía de los sistemas de producción de caña de azúcar en las cuencas del Chao Phraya y del Chi en Tailandia

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos en estos estudios:

**Tabla 6: resultados del impacto en el calentamiento global del café. Fuente: elaboración propia.**

<b>Autores</b>	<b>Unidad funcional</b>	<b>Resultados Calentamiento global (kg CO<sub>2</sub> eq)</b>	<b>Tipo de producto</b>
(Segura & Andrade, 2012)	<b>1 kg de café verde producido</b>	<b>Diferentes estándares de certificación:</b> <b>Rainforest:</b> 2.4 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Producción orgánica:</b> 11.4 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>UTZ Kapeh:</b> 5.6 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Comercio Justo:</b> 5.4 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Producción Convencional:</b> 13.0 kg CO <sub>2</sub> eq.	
(Noponen et al., 2012)	<b>1 kg de cerezas de café frescas de producción convencional y ecológica</b>	<b>Producción convencional:</b> 0.26 – 0.67 kg CO <sub>2</sub> eq. (media: 0.465) <b>Producción ecológica:</b> 0.12 – 0.52 kg CO <sub>2</sub> eq. (media: 0.32)	<b>Media:</b> 5.22 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Desviación estándar:</b> 5.41 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Max:</b> 16.04 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Min:</b> 0.32 kg CO <sub>2</sub> eq.
(Bernard et al., 2013)	<b>1 kg de café verde</b>	<b>Los procesos en Costa Rica para producir 1 kilo de café verde:</b> 1.93 kg de CO <sub>2</sub> eq. <b>Los procesos en Europa</b> generan 3.05 kg CO <sub>2</sub> eq.	
(Trinh et al., 2019)	<b>1 kg de grano de café robusta verde de la comuna de Tan Ha, distrito de Lam Ha de la provincia de Lam Dong, Vietnam</b>	<b>Producción convencional intensiva:</b> 0.935 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Producción convencional no intensiva:</b> 0.729 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Producción orgánica intensiva:</b> 0.644 kg CO <sub>2</sub> eq.	
(Nab & Maslin, 2020)	<b>1 kg de granos de café Arabica</b>	<b>Producción convencional Vietnam:</b> 16.04 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Producción convencional Brasil:</b> 14.61 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Producción orgánica Vietnam:</b> 3.64 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Producción orgánica Brasil:</b> 3.37 kg CO <sub>2</sub> eq.	
Ecoinvent 3.8	<b>1 kg de café verde Arábica</b>	<b>Producción convencional:</b> 4.908 kg CO <sub>2</sub> eq.	
ECO-SCORE	<b>1 kg de café</b>	<b>Producción convencional:</b> 9.40 kg CO <sub>2</sub> eq.	
(SNV & Factor CO <sub>2</sub> , 2013)	<b>1 kg de café</b>	<b>Producción Comercio Justo:</b> 4.21 kg CO <sub>2</sub> eq.	

**Tabla 7: resultados de potencial de escasez de agua. Fuente: elaboración propia.**

<b>Autores</b>	<b>Unidad funcional</b>	<b>Resultados Potencial de escasez de agua (m<sup>3</sup> eq)</b>
(Giraldi-Díaz et al., 2018)	<b>1 kg de café molido Arabica</b>	<b>METODO RECIPES MIDPOINT H:</b> <b>Fase de cultivo:</b> 0.0437 m <sup>3</sup> <b>Fase de procesamiento:</b> 0.0532 m <sup>3</sup>
(Usva et al., 2020)	<b>1 l de café consumido</b>	<b>METODO AWARE:</b> 0.02 m <sup>3</sup> eq/l para los sistemas sin riego 0.15 a 0.27 m <sup>3</sup> eq/l de para los sistemas de regadío (media: 0.21 m <sup>3</sup> eq/l). La cantidad total de agua consumida en los sistemas de secano fue de unos 8 l, y en los sistemas de regadío, ascendió a 60 y 110 l.
(Ratchawat et al., 2020)	<b>1 Kg de café Robusta verde</b> <b>1 Kg de café Robusta tostado y molido</b>	<b>METODO DE HOEKSTRA:</b> <b>Cereza del café:</b> 10 m <sup>3</sup> <b>Café tostado y molido:</b> 27 m <sup>3</sup>
Ecoinvent 3.8	<b>1 kg de café Arábica</b>	<b>Producción convencional:</b> 32.61. m <sup>3</sup> eq

**Tabla 8: resultados del impacto en el calentamiento global del azúcar. Fuente: elaboración propia.**

<b>Autores</b>	<b>Unidad funcional</b>	<b>Resultados Calentamiento global (kg CO<sub>2</sub> eq)</b>	<b>Tipo de producto</b>
(Ramjeawon, 2004)	<b>1 kg de azúcar de caña exportada</b>	0.16 kg CO <sub>2</sub> eq por kg de azúcar	<b>Media:</b> 0.54 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Desviación estándar:</b> 0.25 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Max:</b> 0.74 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Min:</b> 0.16 kg CO <sub>2</sub> eq.
(Renouf, 2006)	<b>1 kg de azúcar que sale de la fábrica.</b>	<b>Diferentes sistemas de cultivo en Australia:</b> <b>Tropico:</b> 0.60 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Media del estado:</b> 0.63 kg CO <sub>2</sub> eq. <b>Region Burdekin:</b> 0.74 kg CO <sub>2</sub> eq.	
Ecoinvent 3.8	<b>1 kg de azúcar de caña</b>	<b>Producción convencional:</b> 0.82 kg CO <sub>2</sub> eq.	
ECO- SCORE	<b>1 kg de azúcar blanco</b>	<b>Producción convencional:</b> 0.75 kg CO <sub>2</sub> eq.	
(AEDERCO, Agencia de Estudios para el Desarrollo Rural y la Cooperación, 2020)	<b>1 kg de azúcar</b>	<b>Producción Comercio Justo:</b> 0.34 kg CO <sub>2</sub> eq.	

**Tabla 9: resultados de potencial de escasez de agua. Fuente: elaboración propia.**

<b>Autores</b>	<b>Unidad funcional</b>	<b>Resultados Potencial de escasez de agua (m<sup>3</sup> eq)</b>
(Silalertruksa & Gheewala, 2018)	<b>1 kg de caña de azúcar</b>	<b>Cultivo de caña de azúcar de regadío:</b> 0.011 m <sup>3</sup>
Ecoinvent 3.8	<b>1 kg de caña de azúcar</b>	<b>Producción convencional:</b> 0.0116 m <sup>3</sup> eq.
Ecoinvent 3.8	<b>1 kg de remolacha azucarera</b>	<b>Producción convencional:</b> 0.0055 m <sup>3</sup> eq.

Del análisis de los datos se deduce que **el café tiene un impacto considerable en el medio ambiente;** en el estudio liderado por Bernard<sup>17</sup>, la mayor parte de las emisiones totales, aproximadamente el 72%, proviene de la aplicación de fertilizantes a los cultivos y las aguas residuales generadas durante el proceso de molienda del café, seguidos del modo de preparación del café en los hogares de Europa. El aporte del transporte a la huella fue del 5% para su exportación desde Costa Rica a Europa, y del 3% para las distribuciones en el continente europeo. Por tanto, **para la reducción de la huella de carbono, se propone la reducción del uso de fertilizantes y plaguicidas.**

En todo caso, hay estudios que señalan que la **intensidad de la huella de carbono de los sistemas de producción orgánica es menor que la de los métodos convencionales**<sup>18</sup>, llegando a ser un 24% menor en algunos casos<sup>19</sup>.

<sup>17</sup> Bernard, Killian, Lloyd, Rivera, Mélissa, Soto, David, Navichoc, 2013. Carbon Footprint across the Coffee Supply Chain: The Case of Costa Rican Coffee. undefined.

<sup>18</sup> Noponen, M.R.A., Edwards-Jones, G., Hagggar, J.P., Soto, G., Attarzadeh, N., Healey, J.R., 2012. Greenhouse gas emissions in coffee grown with differing input levels under conventional and organic management. Agric. Ecosyst. Environ. 151, 6–15. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.01.019>

<sup>19</sup> Nab, C., Maslin, M., 2020. Life cycle assessment synthesis of the carbon footprint of Arabica coffee: Case study of Brazil and Vietnam

En lo que respecta a la **industria azucarera**, un estudio de 2004 indicaba que el cultivo y la cosecha del azúcar de caña son los principales causantes de los impactos ambientales (44%), seguidos de la fabricación de fertilizantes y herbicidas (22%), procesamiento de azúcar y generación de electricidad (20%), transporte (13%) y quema de caña (1%)<sup>20</sup> y otros subrayaban que se puede mejorar significativamente su comportamiento ambiental **reduciendo el uso de fertilizantes y eliminando gradualmente la quema de caña**<sup>21</sup>. Algunas investigaciones incluyen también el impacto ocasionado por la producción de etanol, que proviene de los subproductos de bagazo y la melaza<sup>22</sup>. Por otra parte, en un estudio sobre la panela convencional<sup>23</sup> se concluye que también genera problemas ambientales en la etapa industrial.

En resumen, **los diferentes estudios de ciclo de vida reflejan que los impactos ambientales de café y azúcar dependen sobre todo del uso de pesticidas y fertilizantes en la gestión de los cultivos**<sup>24 25 26</sup>.

En cuanto a la **huella hídrica**, solo se ha encontrado un estudio<sup>27</sup> en el ámbito del café que utilice como método de cálculo AWARE, y concluye que la etapa de riego es la que más contribuye al impacto de escasez de agua; de ahí que dicho impacto varíe en función de la ubicación de los cultivos, de 0.02 m<sup>3</sup> eq/l de café en sistemas sin riego de América Central, a 0.15 – 0.27 m<sup>3</sup> eq/l de café en fincas de regadío brasileñas. A partir de ahí, si bien se reconoce que el riego puede dar lugar a mejoras en el rendimiento y a una utilización más eficiente del nitrógeno, se concluye que la **optimización del riego es la estrategia de mitigación más importante para reducir el impacto de la escasez de agua**.

Existen estudios que han determinado la huella hídrica del café en base a otras metodologías. Según la publicación de Ratchawat<sup>28</sup>, la fase de tostado y molido de 1 kg de café robusta tiene una huella de 27 m<sup>3</sup>, mientras que el café en cereza lleva asociado un uso de agua de 10 m<sup>3</sup>/kg. En todo caso, el 68% del consumo total de agua está asociado a las aguas residuales procedentes de la inspección del café, la fermentación, el despulpado y el lavado.

---

conventional and sustainable coffee production and export to the United Kingdom. *Geo Geogr. Environ.* 7. <https://doi.org/10.1002/geo2.96>

- 20 Ramjeawon, T., 2004. Life Cycle Assessment of cane-sugar on the Island of Mauritius. *Int. J. Life Cycle Assess.* 9, 254–260. <https://doi.org/10.1007/BF0297860>
- 21 Mashoko, L., Mbohwa, C., Thomas, V.M., 2010. LCA of the South African sugar industry. *J. Environ. Plan. Manag.* 53, 793–807. <https://doi.org/10.1080/09640568.2010.488120>
- 22 Astuti, A.D., Astuti, R.S.D., Hadiyanto, H., 2018. Application of Life Cycle Assessment (LCA) in Sugar Industries. *E3S Web Conf.* 31, 04011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183104011>
- 23 Quezada, W., Contreras Moya, A.M., Dominguez, E.R., Quezada-Torres, D., Molina Borja, F.A., Rojas Molina, J.O., 2007. Environmental Impact Evaluation of the Industry of Panela by Life Cycle Analysis. *Int. J. Environ. Agric. Biotechnol. IJEAB* 2, 8. <https://doi.org/10.22161/ijeab/2.1.68>
- 24 Bernard, Killian, Lloyd, Rivera, Mélissa, Soto, David, Navichoc, 2013. Carbon Footprint across the Coffee Supply Chain: The Case of Costa Rican Coffee. *undefined*.
- 25 Coltro, L., Mourad, A., Oliveira, P., Baddini, J., Kletecke, R., 2006. Environmental Profile of Brazilian Green Coffee (6 pp). *Int. J. Life Cycle Assess.* 11, 16–21. <https://doi.org/10.1065/lca2006.01.230>
- 26 Mashoko, L., Mbohwa, C., Thomas, V.M., 2010. LCA of the South African sugar industry. *J. Environ. Plan. Manag.* 53, 793–807. <https://doi.org/10.1080/09640568.2010.48812>
- 27 Usva, K., Sinkko, T., Silvenius, F., Riipi, I., Heusala, H., 2020. Carbon and water footprint of coffee consumed in Finland—life cycle assessment. *Int. J. Life Cycle Assess.* 25, 1976–1990. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01799-5>
- 28 Ratchawat, T., Panyatona, S., Nopchinwong, P., Chidthaisong, A., Chiarakorn, S., 2020. Carbon and water footprint of Robusta coffee through its production chains in Thailand. *Environ. Dev. Sustain.* 22, 2415–2429. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0299-4>

Otros cálculos<sup>29</sup> en base a la metodología ReCiPe Mindpoint H, han demostrado valores inferiores: 0.0437 m<sup>3</sup>/kg en la fase de cultivo y 0.0532 m<sup>3</sup>/kg en la fase de procesado, debido al hecho de que esta sistemática no introduce el factor de disponibilidad local del agua en el cálculo.

En el ámbito de la industria azucarera no se ha encontrado bibliografía que utilice la metodología AWARE. Sin embargo, destaca el estudio realizado por Silalertruksa y Gheewala<sup>30</sup> en 2018 sobre el nexo de tierra-agua-energía de la producción de la caña de azúcar en Tailandia. En esta publicación se concluye que los sistemas de riego mejoran la productividad entre un 23 y 54 %, lo que contribuye a reducir la huella de carbono del cultivo. Por lo tanto, la **tecnología de riego eficiente es un factor importante para impulsar la producción sostenible de caña de azúcar.**

Por otra parte, el creador del concepto de huella hídrica, Arjen Hoekstra, ha publicado un informe que incluye la huella hídrica media mundial de una serie de productos convencionales básicos, entre los que se encuentran el café y el azúcar. Los resultados muestran que **una taza de 125 ml de café tiene una huella hídrica media global de 140 l, mientras que 1 kg de azúcar de caña tiene una huella de 1,500 l, un 37.67% más que 1 kg de azúcar producido a partir de la remolacha (935l)**<sup>31</sup>.

En otro orden, se han detectado dos EPD de diversos tipos de azúcar realizadas por las empresas italianas Italia Zuccheri y Eridania. Se han seleccionado los productos que por el tipo de envasado eran más similares a los analizados en el presente trabajo. Se calcularon 7 categorías de impacto mediante diversos métodos.

**Tabla 10: indicadores de impacto de 2 productos.**  
Fuente de datos:(Eridania, 2022; Italia Zuccheri, 2014).

Categorías de impacto	Unidad	Italian Zuccheri- Zucchero PACCO	Eridania- Bolsa de 1kg
Calentamiento Global	kg CO <sub>2</sub> eq	1.3 E+00	1.07E+00
Potencial de acidificación	kg SO <sub>2</sub> eq	4.0E-03	4.51E-03
Potencial de eutrofización	Kg PO <sub>4</sub> eq	8.4E-04	2.11E-03
Potencial de formación de ozono troposférico	kg NMVOC eq	3.8E-03	2.68E-03
Potencial de agotamiento abiótico- Elementos	kg Sb eq	1.6E-06	1.36E-06
Potencial de agotamiento abiótico- combustibles fósiles	MJ	1.7E+01	3.25E+01
Potencial de escasez de agua	m <sup>3</sup> eq	2.0E+00	1.68E-01

29 Giraldi-Díaz, M.R., De Medina-Salas, L., Castillo-González, E., León-Lira, R., 2018. Environmental Impact Associated with the Supply Chain and Production of Grinding and Roasting Coffee through Life Cycle Analysis. Sustainability 10, 4598. <https://doi.org/10.3390/su10124598>

30 Silalertruksa, T., Gheewala, S.H., 2018. Land-water-energy nexus of sugarcane production in Thailand. J. Clean. Prod. 182, 521–528. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.085>

31 Hoekstra, A.Y., 2010. The water footprint: water in the supply chain. The Environmentalist 93, 12–13.



# 7. Análisis comparativo

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

Tal y como establece la PRC de referencia, el LCA se ha realizado agrupando los procesos unitarios en cuatro escenarios del ciclo de vida: cultivo, transporte de materias primas, procesado y distribución. Los resultados obtenidos del azúcar/panela se muestran seguidamente.

### Azúcar convencional y panela de comercio justo

Tabla 11: resultados de los impactos ambientales de 1kg de azúcar.

AZUCAR CONVENCIONAL						
Categoría de impacto	Unidad	Cultivo	Transporte MMPP	Procesado	Distribución	TOTAL
Calentamiento global	kg CO <sub>2</sub> eq	0.267	0.037	0.195	0.084	0.58
Potencial de escasez de agua	m <sup>3</sup>	1.95	0.00	-0.04	0.01	1.92

## Huella de carbono de 1 kg de azúcar - producción convencional (kg CO<sub>2</sub> eq)

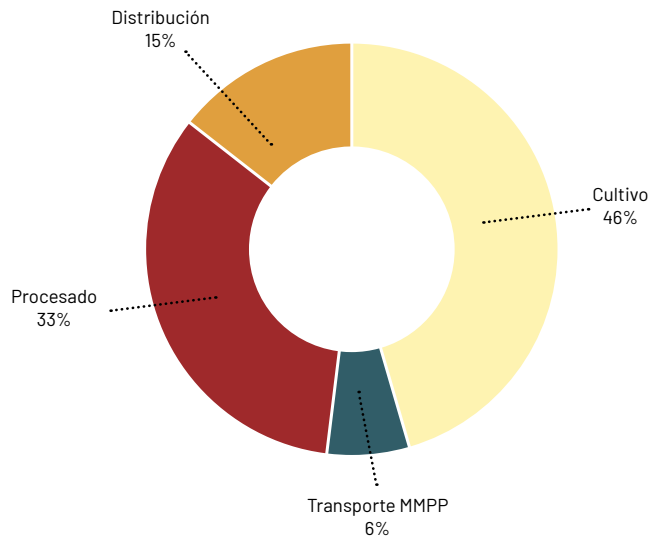


Figura 12: contribución de las diferentes etapas del proceso productivo de 1kg de azúcar al calentamiento global.

## Huella hídrica de 1 kg de azúcar - producción convencional (m<sup>3</sup>)

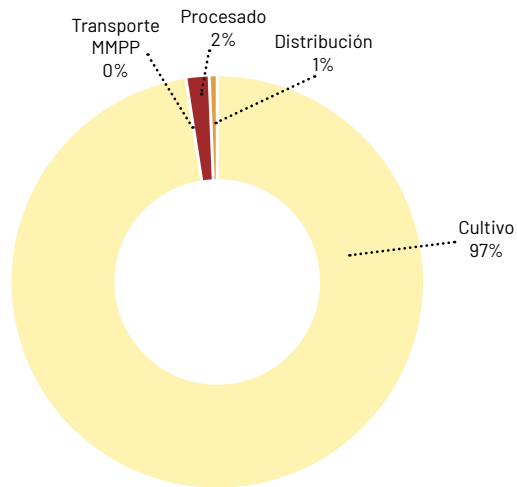


Figura 13: contribución de las diferentes etapas del proceso productivo de 1kg de azúcar a la escasez de agua.

**Tabla 12: resultados de los impactos ambientales de 1kg de panela de Comercio Justo.**

PANELA CJ						
Categoría de impacto	Unidad	Cultivo	Transporte MMPP	Procesado	Distribución	TOTAL
Calentamiento global	kg CO <sub>2</sub> eq	0.0114	0.274	0.038	0.202	0.5265
Potencial de escasez de agua	m <sup>3</sup>	0.7526	0.016	0.729	0.023	1.5208

### Huella de carbono de 1 kg de panela - comercio justo (kg CO<sub>2</sub> eq)

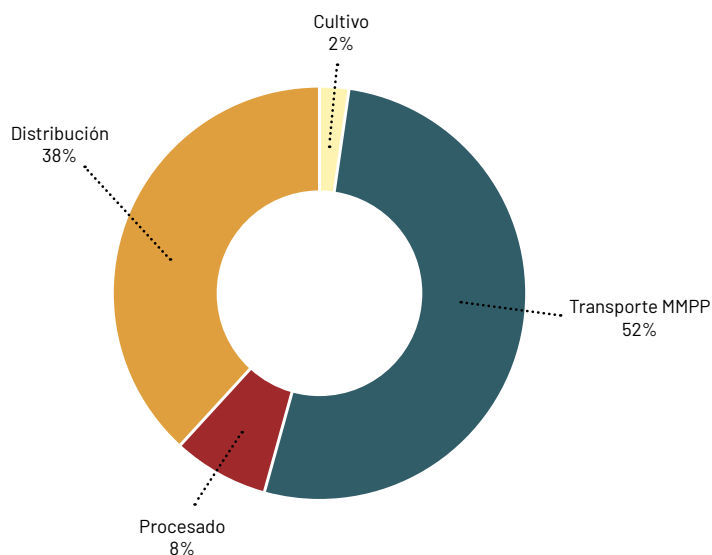


Figura 14: contribución de las diferentes etapas del proceso productivo de 1kg de panela al calentamiento global.

### Huella hídrica de 1 kg de panela - comercio justo (m<sup>3</sup>)

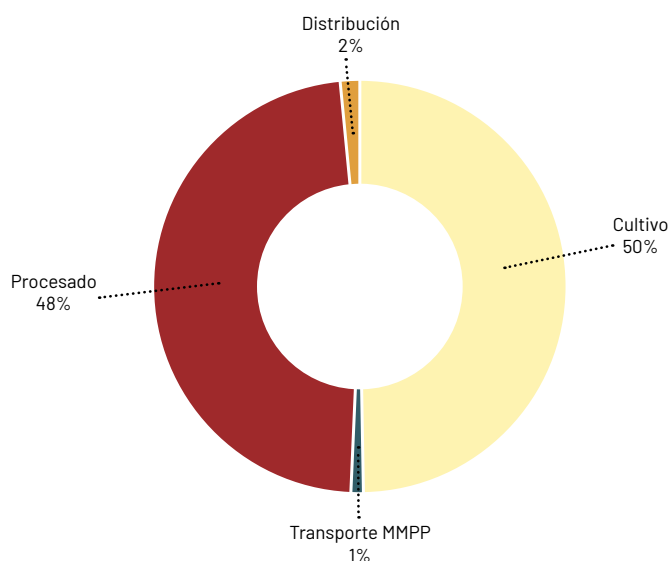


Figura 15: contribución de las diferentes etapas del proceso productivo de 1kg de panela a la escasez de agua.

Los análisis revelan que **un azúcar convencional genera 0.584 kg CO<sub>2</sub> eq por cada kg de azúcar y la panela modelada un 9.89% menos en términos de emisiones CO<sub>2</sub> eq, ( 0.5265 kg CO<sub>2</sub> eq ) por cada kg.**

**La diferencia es aún más significativa en el caso del potencial de escasez de agua. El azúcar convencional genera una huella hídrica de 1.92 m<sup>3</sup> por kg y la panela de CJ 1.52 m<sup>3</sup>, un 20.93% menos.**

**Tabla 13: comparación de los impactos de la panela y el azúcar**

	HH-Azu conv	HH-Pane CJ	%	HC-conv	HC-CJ	%	Observaciones
Cultivo	1.95	0.75	-61.38	0.2669	0.0114	-96.74	Diferencias debido al uso de pesticidas y fertilizantes inorgánicos y necesidades de riego
Transporte MMPP	0.00	0.02	453.06	0.0374	0.2746	634.30	Superior debido a que recorre miles de km. hasta que llega a Euskadi
Procesado	-0.04	0.73	-1943.49	0.1955	0.0388	-80.14	Proceso manual y simple que no requiere de maquinaria importante. En cuanto a la HH se generan grandes cantidades de agua debido a que el 75% de la remolacha es agua
Distribución	0.01	0.02	138.57	0.0845	0.2016	138.63	Pequeña diferencia en cuanto a la HC, se debe a que cuando llega a Euskadi se lleva primero a Noain y luego se distribuye.

### Resultados de Potencial Calentamiento Global (kg CO<sub>2</sub> eq)

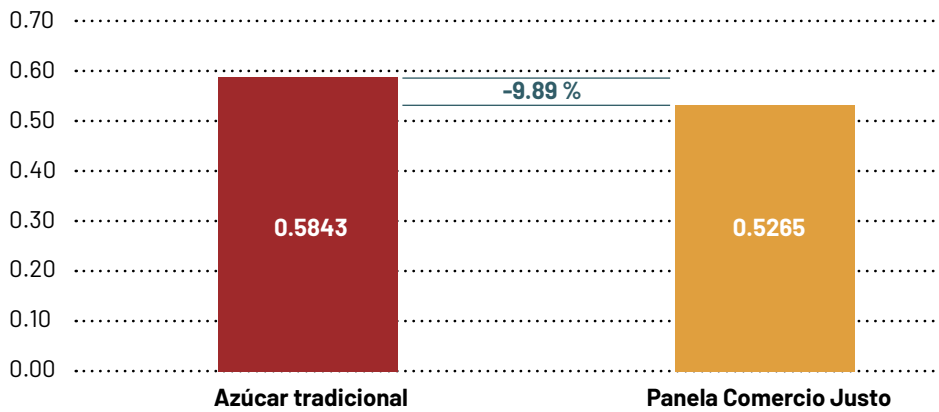


Figura 16: comparación de los resultados de huella de carbono del azúcar convencional y la panela (kg CO<sub>2</sub> eq)

### Resultados de Potencial Escasez de Agua (m<sup>3</sup>)

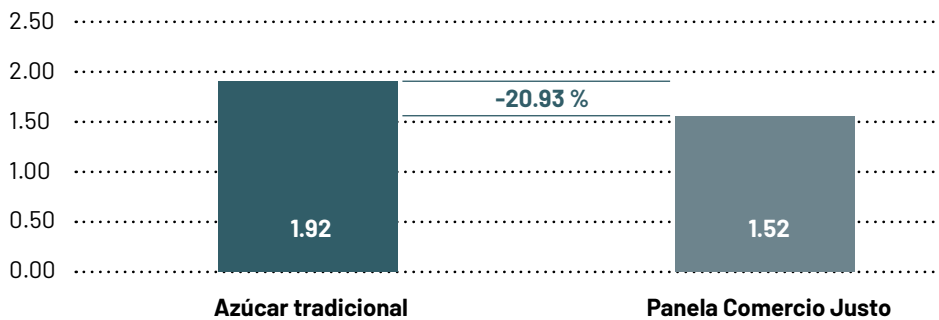


Figura 17: comparación de los resultados de huella hídrica del azúcar convencional y la panela (m<sup>3</sup>).

## Café convencional y café de comercio justo

En el café, si bien no existe una PCR de referencia, se ha realizado el LCA agrupando los procesos unitarios en cuatro escenarios del ciclo de vida: cultivo, transporte de materias primas, procesado y distribución. A continuación se muestran los resultados obtenidos:

**Tabla 14: resultados de los impactos ambientales de 1kg de café convencional.**

CAFE TRADICIONAL						
Categoría de impacto	Unidad	Cultivo	Transporte MMPP	Procesado	Distribución	TOTAL
Calentamiento global	kg CO <sub>2</sub> eq	6.58	2.93	1.09	0.01	10.60
Potencial de escasez de agua	m <sup>3</sup>	43.70	0.21	0.27	0.01	44.18

### Huella de carbono de 1 kg de café - producción convencional (kg CO<sub>2</sub> eq)

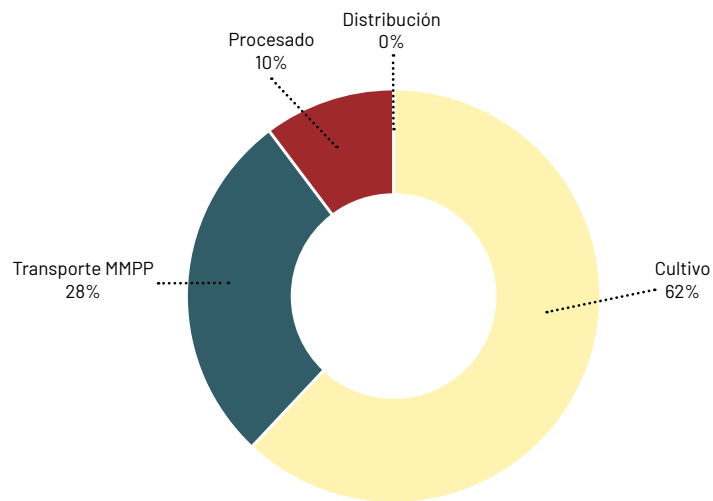


Figura 18: contribución de las diferentes etapas del proceso productivo de 1kg de café convencional al calentamiento global.

### Huella hídrica de 1 kg de café - producción convencional (m<sup>3</sup>)

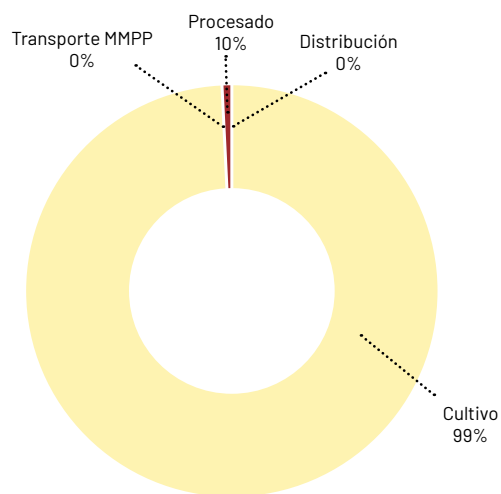


Figura 19: contribución de las diferentes etapas del proceso productivo de 1kg de café convencional a la escasez de agua.

Tabla 15: resultados de los impactos ambientales de 1kg de café ecológico de CJ.

CAFE CJ						
Categoría de impacto	Unidad	Cultivo	Transporte MMPP	Procesado	Distribución	TOTAL
Calentamiento global	kg CO <sub>2</sub> eq	3.90	0.47	2.85	0.12	7.34
Potencial de escasez de agua	m <sup>3</sup>	31.36	0.03	1.41	0.01	32.81

### Huella de carbono de 1 kg de café - comercio justo (kg CO<sub>2</sub> eq)

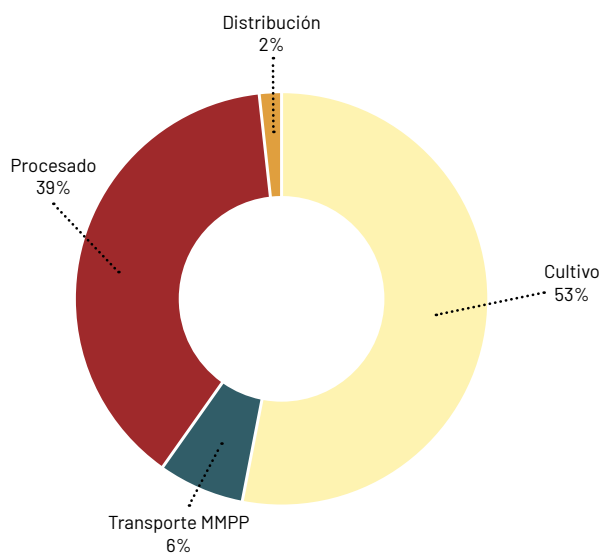


Figura 20: contribución de las diferentes etapas del proceso productivo de 1kg de café de CJ al calentamiento global.

### Huella hídrica de 1 kg de café - comercio justo (m<sup>3</sup>)

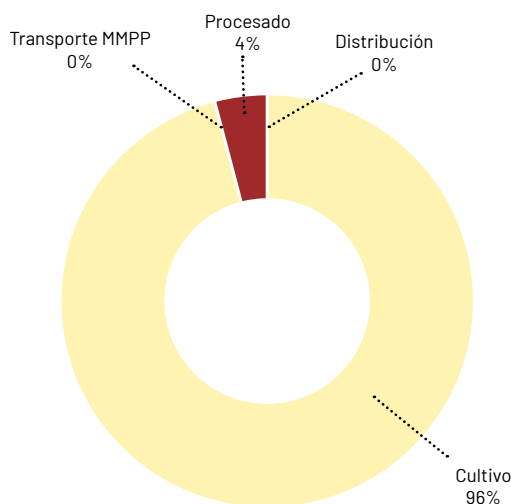


Figura 21: contribución de las diferentes etapas del proceso productivo de 1kg de café convencional a la escasez de agua.

Con los análisis realizados se observa que el **café convencional genera 10.6 kg CO<sub>2</sub> eq por cada kg de café molido, mientras que el resultado del café de Cj es un 30,75% más bajo (7.34 kg CO<sub>2</sub> eq por kg).**

**La diferencia es aún más significativa en el caso del potencial de escasez de agua. Se observa que el café convencional genera una huella hídrica de 44.17 m<sup>3</sup> por cada kg de café molido; el resultado del café de CJ es un 25,73% menor, con 32.81m<sup>3</sup> por kg.**

Tabla 16: comparación de los impactos del café de CJ y tradicional

	HH-Café conv	HH-Café CJ	%	HC-conv	HC-CJ	%	Observaciones
Cultivo	73.70	31.36	-28.25	6.58	3.90	-40.66	Diferencias debido al uso de pesticidas y fertilizantes inorgánicos.
Transporte MMPP	0.21	0.03	-85.24	2.93	0.47	-83.94	Las instalaciones de post-cultivo están relativamente cerca de los cultivos y muchas veces se prima por un transporte que no se basa en combustible fósil, como mulas, etc.
Procesado	0.27	1.41	431.24	1.09	2.85	161.66	Debido a que el procesado se realiza en varios centros, contempla el BH, BS, fabricación café molido y envasado.
Distribución	0.01	0.01	55.74	0.01	0.12	1882.20	Aumento de impactos en distribución debido a que el proceso productivo se realiza en dos sitios y eso requiere de desplazamientos.



### Resultados de Potencial Calentamiento Global (kg CO<sub>2</sub> eq)

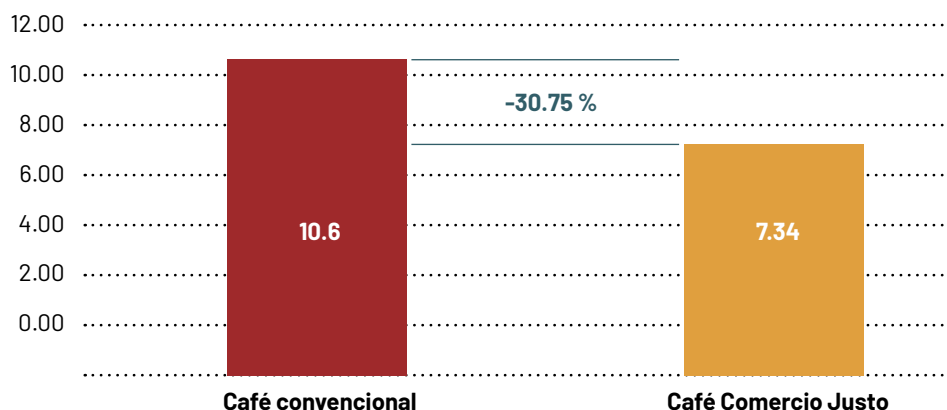


Figura 22: comparación de los resultados de huella de carbono del café convencional y el café de CJ (kg CO<sub>2</sub> eq).

### Resultados de Potencial Escasez de Agua (m<sup>3</sup>)

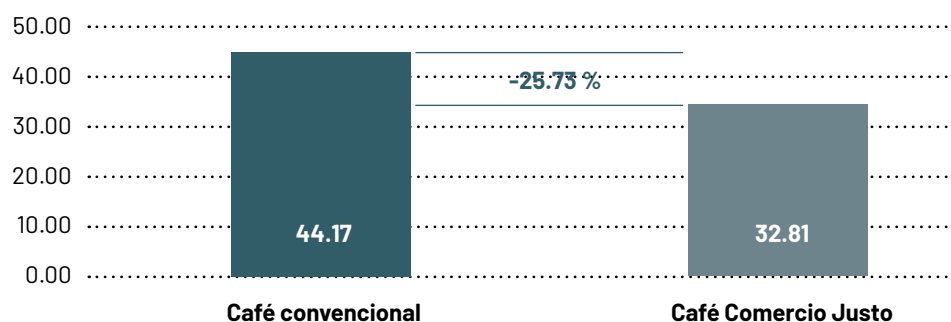


Figura 23: comparación de los resultados de huella hídrica del café convencional y el café de Comercio Justo (m<sup>3</sup>).

Este análisis aporta también información que permite la identificación de los puntos críticos del ciclo de vida de la panela y el café de CJ.

**En relación a la panela, el proceso de distribución es el que más carga ambiental aporta al calentamiento global, destacando el peso del transporte intercontinental. En cuanto a la huella hídrica, es en la etapa del cultivo donde se han concentrado los impactos, debido al proceso de riego.**

Desde la perspectiva de la huella de carbono y la huella hídrica del café de CJ, se han detectado cargas ambientales en la fase de cultivo: los consumos de energéticos, el riego, el establecimiento del huerto o el consumo de fertilizantes son los más relevantes en cuanto al calentamiento global. Sin embargo, en la huella hídrica ha sido el riego del cultivo la fase que ha marcado el máximo.

# 8. Propuestas de mejora

En este apartado se recogen **tres medidas para reducir los impactos ambientales** en las distintas fases del ciclo de vida de los productos analizados, indicando también qué porcentaje de mejora se podría alcanzar en cada caso.

**Tabla 17: medidas de mejora por etapas.**

## **ETAPA: Cultivo**

### **Medida 1. Realizar una planificación adecuado del riego**

La integración de la tecnología 4.0 puede facilitar la toma de decisiones en cuanto al riego.

Sin embargo, es conveniente estudiar la necesidad de agua del cultivo y realizar la aplicación de riego en condiciones adecuadas. Regar de noche reduce las pérdidas de evaporación del agua.

Por otra parte, estudiar la viabilidad de instalar dispositivos de captación de agua de lluvia para aprovechar para riego.

## **ETAPA: Transporte**

### **Medida 2. Realizar un transporte eficiente**

Intentar aprovechar cada viaje para sea lo más eficiente posible. Cuidar el peso de la carga, tanto el mínimo como el máximo.

Elaborar un plan de rutas para evitar transportes innecesarios.

## **ETAPA: Procesado**

### **Medida 3. Establecer un seguimiento y control de las operaciones de mantenimiento preventivo para la maquinaria**

Establecer e implementar un programa de mantenimiento preventivo para mantener la maquinaria en las condiciones óptimas. Estas revisiones permiten detectar fallos, fugas, etc. Por tanto, garantizan el buen funcionamiento de la maquinaria y la reducción de los impactos ambientales.

A continuación se analizan los resultados alcanzados con las medidas aplicadas. En la tabla 20 se muestran los resultados para la panela. Según estos valores, **la huella de carbono de la panela puede reducirse hasta un 3.59% aplicando las medidas comentadas**. Mientras, la **reducción del potencial de escasez de agua es mucho mayor (28,47%)**.

**Tabla 18: resultados de 1 kg. de panela con las mejoras aplicadas.**

	Panela de Comercio Justo	M1	M2	M3	MEJORA M1, M2 o M3 (%)
kg CO <sub>2</sub> eq	0.5265	0.5263	0.5262	0.5076	-3.59
m <sup>3</sup>	1.5208	1.0878	1.5207	1.5199	-28.48

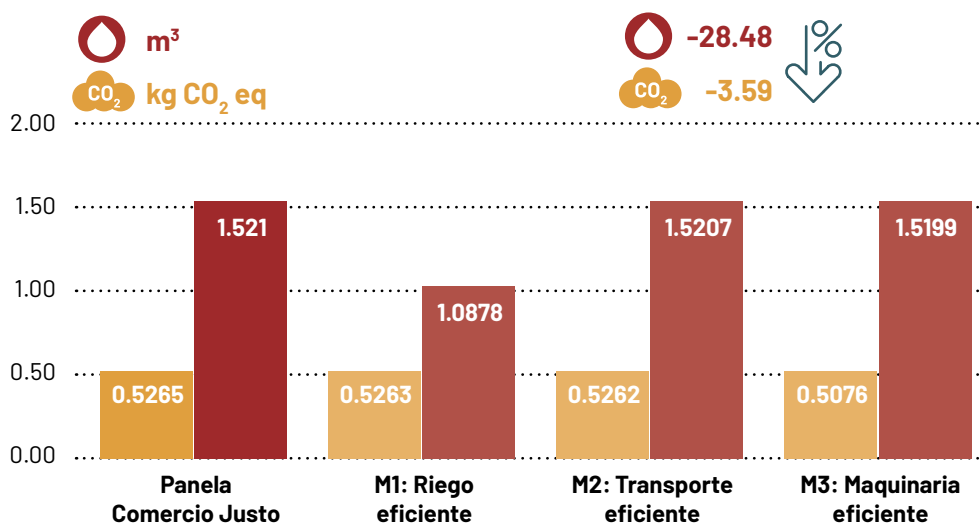


Figura 24: mejora de los impactos ambientales de la panela de C.J.

En el caso del **café de C.J.**, según los resultados del ACV, aplicando las medidas de mejora recomendadas se alcanza una reducción de la huella de carbono del 0.94%; la huella hídrica se reduce de forma más significativa, hasta un 14.56%.

**Tabla 19: resultados de 1 kg. de café con las mejoras aplicadas.**

	Café de Comercio Justo	M1	M2	M3	MEJORA M1, M2 o M3 (%)
kg CO <sub>2</sub> eq	7.34	7.340	7.316	7.271	0.94
m <sup>3</sup>	32.81	28.055	28.054	28.030	14.56

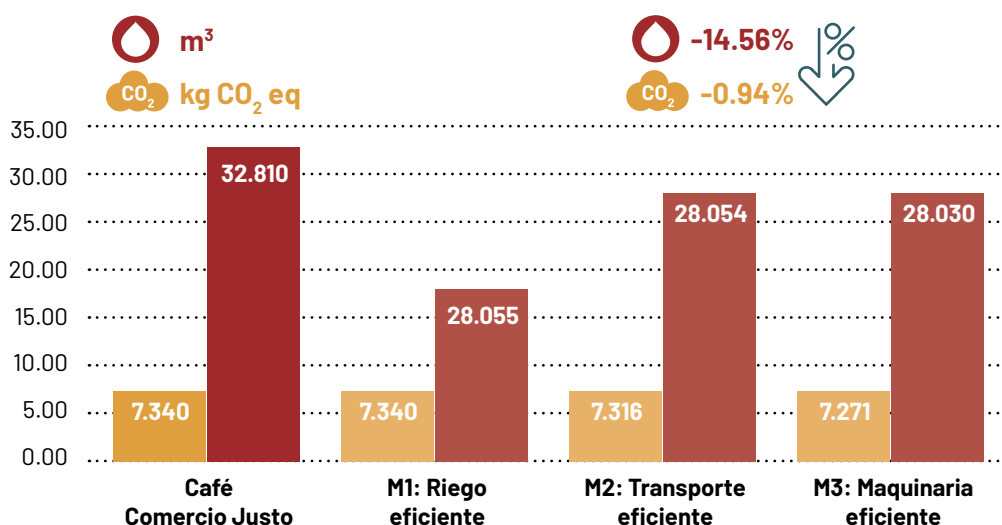


Figura 25: mejora de los impactos ambientales del café de C.J.

# 9.

## Conclusiones

**Los productos convencionales tienen cargas ambientales más elevadas a lo largo de su ciclo de vida que los productos de CJ** analizados en este estudio.

### Panela

El transporte es el aspecto que más contribuye a la huella de carbono en el ciclo de vida de la panela. En concreto, hasta un 50% del total. Pese a ello, **resulta más beneficioso medioambientalmente consumir la panela ecológica que ha recorrido miles de km, que el azúcar elaborado localmente con** métodos de producción convencionales, ya que:

- La diferencia entre los valores de **potencial de calentamiento global de la panela** y el azúcar convencional es del **9.89%, inferior en el producto de CJ. Esta diferencia en cuanto a cargas ambientales se debe principalmente al tipo de producción y cuidado del cultivo.**
- En cuanto a la **huella hídrica**, la diferencia es aún más significativa, concretamente un **20.93% menor** en la panela de CJ.

### Café

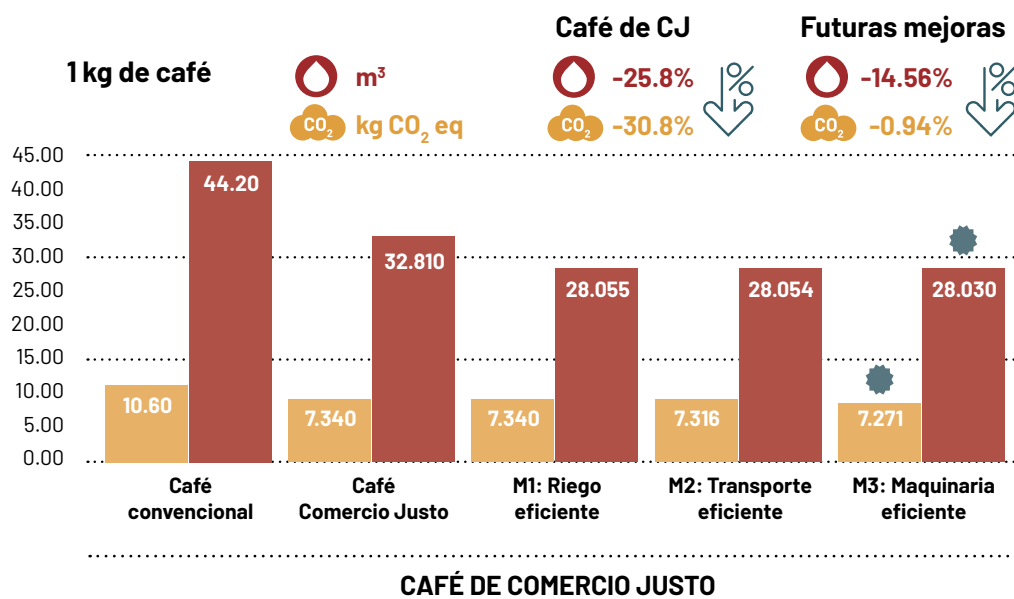
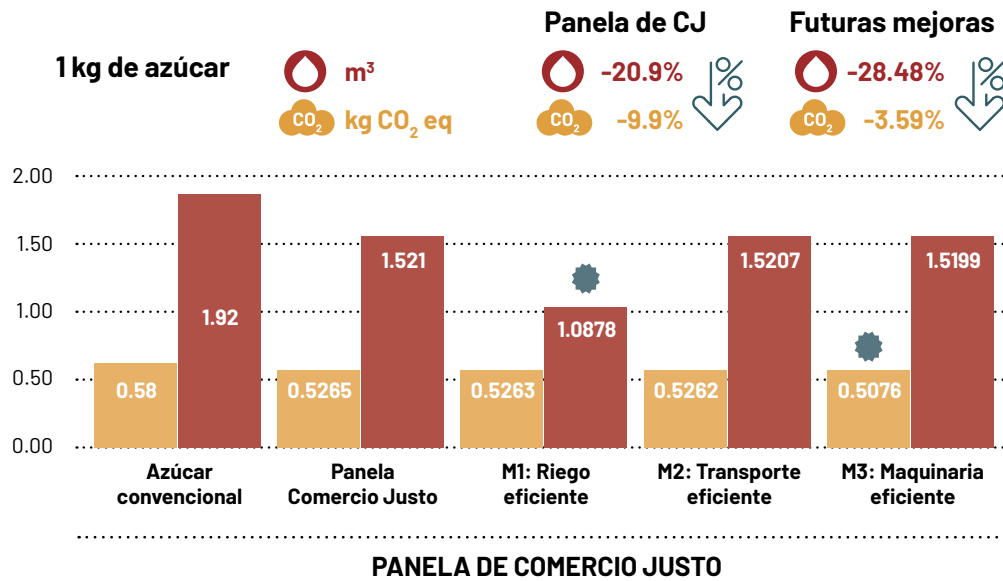
**El café de CJ tiene un impacto ambiental menor que el convencional** analizado en este estudio ya que:

- **La huella de carbono del café de CJ es un 30.75% menor** en términos de kg de CO<sub>2</sub> eq. Ello pese a que el procesado y la fabricación del café molido de CJ se realiza en distintos emplazamientos, a diferencia de lo que ocurre con el café convencional, por lo que en esta etapa el gasto energético y de recursos sí más elevado.
- **La huella hídrica es un 25.73% menor que en el café convencional.**
- La etapa que mayormente contribuye a la huella de carbono es el cultivo (53.17% del total).

Finalmente, se han recogido una serie de **medidas de mejora**, diferenciadas por etapas, que, una vez aplicadas reducirán la carga ambiental de estos productos a lo largo de su ciclo de vida:

- La panela puede reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 3.59% y la huella hídrica en un 28.57%.
- El café puede reducir la huella de carbono un 0.94% y la huella hídrica un 14.56%.

## Impactos ambientales de productos de Comercio Justo y convencionales:



Base de datos Ecoinvent 3.8, software OpenLCA, alcance Cradle to Gate



ISBN: 978-84-09-54741-8

