

**ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) DE LA CHOCOLATINA LOVER'S: UN
ESTUDIO EN LA EMPRESA CASA LUKER DE BOGOTÁ D.C.**

**JENNIE SOFIA BERNAL CASTAÑEDA
JUAN DAVID LÓPEZ VARGAS**

**Universidad Santo Tomás de Aquino
División Ingenierías
Facultad de Ingeniería Ambiental
Bogotá D.C
2022**

**ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) DE LA CHOCOLATINA LOVER'S: UN
ESTUDIO EN LA EMPRESA CASA LUKER DE BOGOTÁ D.C.**

Autores

**JENNIE SOFIA BERNAL CASTAÑEDA
JUAN DAVID LÓPEZ VARGAS**

**Trabajo de Grado para Optar por el Título de
Ingenieros Ambientales**

Director

**David Orjuela Yepes
Administrador ambiental**

Co - directora

**Nidia Elena Ortiz Penagos
Ingeniera Química**

**Universidad Santo Tomás de Aquino
División Ingenierías
Facultad de Ingeniería Ambiental
Bogotá D.C
2022**

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN	10
1. OBJETIVOS	12
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2. ANTECEDENTES	13
3. MARCO TEÓRICO.....	14
4. METODOLOGÍA.....	18
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	22
5.1 RECOPIACIÓN INFORMACIÓN	22
5.2 APLICACIÓN DE UN ACV	23
5.2.1 Objetivo y alcance del ACV.....	23
5.2.2 Análisis de inventario del ACV	24
5.2.3 Evaluación de impacto ambiental del ACV.....	35
5.2.4 Interpretación del ACV.....	43
6. IMPACTO SOCIAL Y HUMANÍSTICO.....	47
7. CONCLUSIONES.....	48
8. RECOMENDACIONES	50
9. ANEXOS	51
10. REFERENCIAS.....	85

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1: Principales etapas para la obtención de la chocolatina Lover's.....	23
Ilustración 2: Resultados para la categoría de impacto Acidificación.....	39
Ilustración 3: Resultados para la categoría de impacto Eutrofización.....	39
Ilustración 4: Resultados para la categoría de impacto Calentamiento Global.	40
Ilustración 5: Resultados para la categoría de impacto oxidación fotoquímica.	40
Ilustración 6: Resultados para la categoría de impacto agotamiento abiótico (elementos).....	41
Ilustración 7: Resultados para la categoría de impacto agotamiento abiótico (combustibles fósiles)	41
Ilustración 8: Resultados para la categoría de impacto Escasez de agua.	42
Ilustración 9: Resultados para la categoría de impacto agotamiento de la capa de ozono	42
Ilustración 10: Resultados producto: Mulino Bianco Batticuori - Italian biscuits with chocolate	46
Ilustración 11: Resultados producto: Pavesi Gocciolo biscuits with chocolate chips	46
Ilustración 12: Ilustración 10. Red de contribución de impacto en la categoría de calentamiento global	81

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Entradas y salidas del área agrícola	26
Tabla 2. Entradas y salidas del área producción en planta.....	27
Tabla 3. Entradas y salidas proceso unitario pretratamiento, trillado y tostión.	29
Tabla 4. Entradas y salidas proceso unitario molienda y almacenamiento	29
Tabla 5. Entradas y salidas proceso unitario de prensado	30
Tabla 6. Entradas y salidas proceso unitario de Buhler.	31
Tabla 7. Entradas y salidas a caldera	32
Tabla 8. Entradas y salidas proceso unitario de inyección.	33
Tabla 9. Entradas y salidas proceso unitario de empaque.	33
Tabla 10. Entradas y salidas proceso unitario de lavado de moldes.	34
Tabla 11. Entradas y salidas proceso de transporte y consumo final.	35
Tabla 12. Categorías de impactos del método EPD	36
Tabla 13. Características de los insumos seleccionados del software	37
Tabla 14: Resultados generales del ACV	38
Tabla 15. Información de siembra, cosecha, obtención de granos de cacao.	51
Tabla 16. Entradas y salidas del proceso agrícola.....	55
Tabla 17. Transporte de cacao crudo por carretera hasta CasaLuker.....	58
Tabla 18. Información del proceso de producción en planta.....	59
Tabla 19. Consumo energía y emisiones generadas.....	63
Tabla 20. Información para el proceso lavado de moldes.....	63
Tabla 21. Datos suministrados para caldera.....	64

Tabla 22. Información de empaques para la chocolatina Lover's.	65
Tabla 23. Transporte de empaques desde el proveedor hasta CasaLuker.	70
Tabla 24. Información sobre insumos del proceso productivo en planta.	71
Tabla 25. Transporte de insumos desde proveedor hasta CasaLuker.....	73
Tabla 26. Información del producto terminado y su distribución.	75
Tabla 27. Transporte del producto terminado a comercio exterior.....	77
Tabla 28: Resultados de categorías de impacto por proceso unitario.	80

LISTA DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término
°C	Grados Celsius
g	Gramo
kg	Kilogramo
kWh	Kilovatio hora
mm	Milímetro
m^3	Metro cúbico
h	Hora
ha	Hectárea
Sb	Antimonio
TON	Tonelada
L	Litros
%	Porcentaje

Abreviaturas

Abreviatura	Término
ACV	Análisis de ciclo de vida
EPD	Declaración ambiental de producto
NOx	Óxidos de nitrógeno
<i>Min</i>	Minuto
<i>PET</i>	Polietileno de tereftalato
<i>PE</i>	Polipropileno
<i>PEAD</i>	Polietileno de alta densidad
<i>PEBD</i>	Polietileno de baja densidad
<i>PM</i>	Material Particulado
<i>RESOL</i>	Residuos sólidos
<i>RESPEL</i>	Residuos Peligrosos

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como propósito identificar y evaluar los impactos ambientales generados en la producción de la chocolatina Lover's en la empresa CasaLuker, con el fin de establecer medidas de prevención, mitigación y control. Para esto, se implementó la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), establecida en la NTC ISO 14040-2006, para lo cual fue necesario recopilar información sobre todos los procesos unitarios identificados desde la obtención del cacao, como materia prima, hasta el fin de la vida útil del producto, disposición final. Dichos datos fueron procesados realizando balances de materia y energía, ajustando la información a la correspondiente unidad funcional; seguido a esto, se ingresaron los datos al software SimaPro versión 9.2.0.2 para llevar a cabo la evaluación ambiental, la cual se realizó mediante el método declaración ambiental de producto EPD (2018), la cual cuenta con 8 categorías de impacto, que se evaluaron en su totalidad. Finalmente, se obtuvo que las etapas que presentan mayor contribución en todas las categorías de impacto son, conchado (inyección, lavado de moldes), empaquetado, caldera, y transporte a distribución final, debido a la alta producción de gases de efecto invernadero por el consumo de combustibles fósiles, también por el aporte considerable de CO₂ por el uso de gas de natural y todos los impactos relacionados en los procesos de obtención de los empaques y el azúcar refinado necesario en el proceso de conchado. Además, las categorías que presentaron mayor aportación de impactos ambientales totales es el agotamiento abiótico con 3,83E+01 MJ, la de menor aportación fue agotamiento de la capa de ozono con 2,70E-07kg CFC11, y la categoría de impacto más relevante para este estudio fue el calentamiento global con un total de 2,05E+00 kg CO₂ eq.

Palabras clave: Análisis de ciclo de vida, cacao, declaración ambiental de producto (EPD), categoría de impacto, medidas de manejo.

ABSTRACT

This work aimed to identify and evaluate the environmental impacts generated in the production of the Lover's chocolate bar in the CasaLuker company, to establish prevention, mitigation, and control measures for those impacts. For this, the Life Cycle Analysis (LCA) methodology, based in the NTC ISO 14040-2006, was implemented, for which it was necessary to collect information on all the unit processes identified from obtaining cocoa, as raw material, to the end of the useful life of the product, final disposal. These data were processed by performing mass and energy balances, adjusting the information to the corresponding functional unit; Following this, the data was entered into the SimaPro version 9.2.0.2 software to carry out the environmental evaluation, which was carried out using the EPD method (2018), which has eight impact categories, which were evaluated in their entirety. Finally, it was found that the stages that present the greatest contribution in all impact categories are conching (injection, mold washing), packaging, boiler, and transport to final distribution, due to the high production of greenhouse gases by the process. consumption of fossil fuels, also due to the considerable contribution of CO₂ from the use of natural gas and all the related impacts in the processes for obtaining the packaging and the refined sugar necessary in the conching process. In addition, the categories that presented the greatest contribution of total environmental impacts is abiotic depletion with 3.83E+01 MJ, the one with the lowest contribution was depletion of the ozone layer with 2.70E-07kg CFC11, and the most relevant impact category for this study it was global warming with a total of 2.05E+00 kg CO₂ eq.

Keywords: Life cycle assessment, cacao, EPD, impact category, management measures.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria alimenticia ha venido enfrentando grandes retos, debido al incremento poblacional y la demanda que genera, como consecuencia se obtienen más residuos y emisiones de sus procesos y se hace uso de muchos más recursos, como agua y tierras para los cultivos. El caso del cacao no es la excepción, ya que ha tenido un aumento considerable en la demanda de productos derivados del mismo a través de los años. (Quintero, 2004)

Así pues, hoy en día, el sector agroalimentario se perfila como uno de los sectores más contaminantes, pues, poseen notorios impactos ambientales en su mayoría negativos, por ejemplo, la industria de alimentos es la causante de más del 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero, además, se necesita un alto consumo de agua y se implementa aproximadamente la mitad de la superficie terrestre libre de hielo para cultivos, lo cual conlleva a la deforestación (Bianchi, 2021).

Es por ello que en los últimos años se ha evidenciado el interés de las empresas por reducir los impactos ambientales y gestionar de manera adecuada sus procesos, optimizándolos y logrando reducir o mitigar dichos impactos, desde la cosecha hasta el fin del producto, lo cual se puede lograr implementando distintas herramientas de gestión ambiental, una de ellas es la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), metodología utilizada para analizar los aspectos ambientales de toda la etapa de producción incluyendo la parte agrícola de la cosecha, la producción, y el consumo de un producto o servicio, además, permite resaltar y estudiar las correlaciones entre los sistemas de producción y el agotamientos de los recursos ambientales (Contreras, 2014).

A raíz de esto la empresa colombiana CasaLuker, en búsqueda por lograr responsabilidad ambiental en sus procesos productivos y así lograr obtener una ventaja competitiva como estrategia corporativa identificó la manera de contribuir a la reducción del creciente deterioro del medio ambiente desde su gestión, sin desconocer la importancia del desarrollo y su competitividad en el mercado.

Para ello, se aplicó un análisis de ciclo de vida, herramienta con la cual se logró identificar y evaluar los impactos ambientales generados durante las diferentes etapas de la producción de la chocolatina Lover's desde la producción y selección de materias primas hasta la fabricación del producto, uso y disposición de residuos; generando así un diagnóstico con el cual la empresa tiene las bases necesarias para plantear prácticas industriales sostenibles y de este modo, mejorar el desempeño ambiental de la organización a través de alternativas viables de prevención y mitigación de impactos, optimización de recursos, cumplimiento de legislación y de este modo, obtener una mejora competitiva de la empresa ante

clientes, proveedores, socios, comunidad, autoridades ambientales y otras partes interesadas (Castaño y Marín, 2013).

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los impactos ambientales desde la extracción hasta el fin de la vida útil de la cadena de producción de la chocolatina Lover's para una producción neta de 1 kg de producto más envoltura y empaque en la empresa Casa Luker en la ciudad de Bogotá, por medio de la metodología análisis de ciclo de vida (ACV).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar documentación primaria y secundaria relacionada con los procesos unitarios de cosecha, producción y consumo de la chocolatina Lover's.
- Aplicar un análisis de ciclo de vida como instrumento para la evaluación ambiental de los procesos unitarios que van desde el cultivo, producción y consumo de un 1 kg neto de producto más envoltura y empaque, fabricado por la empresa CasaLuker.
- Formular alternativas viables de prevención y mitigación de los impactos ambientales generados en todo el ciclo de vida de la chocolatina Lover's.

2. ANTECEDENTES

En Colombia la producción anual de cacao en grano fue de 63.416 Ton para el año 2020, y el área de cultivo es cerca de 188.000 ha según los datos suministrados por Fedecacao y el Ministerio de agricultura (Cañadas, 2021), estos valores representan un gran impacto tanto a la economía nacional como al medio ambiente.

Según estudios realizados por la misma Federación nacional de cacaoteros, la plantación y cosecha de cacao produce impactos tanto positivos como negativos que influyen en el medio biótico y abiótico, de manera general, se puede ver afectado el recurso hídrico por el uso de plaguicidas y fertilizantes de manera desmedida, se puede presentar erosión, pérdida de fertilidad, cambios en el paisaje y afectación en la biodiversidad debido a la extensión de los cultivos y la intensidad con la que se realice la cosecha, afortunadamente, en Colombia la cosecha y recolección se realiza mayormente de manera manual, lo cual reduce los impactos negativos que se pueden llegar a originar por el uso de maquinaria tecnificada para éste propósito (Contreras, 2014).

La actividad humana también lleva consigo un aporte considerable principalmente en la generación de desechos, que por falta de capacitación pueden llegar a afectar zonas de cultivo, por otra parte, los impactos positivos, como la generación de nuevos hábitats y de desechos naturales como aporte de nutrientes al suelo o a la fauna y creación de empleo directo e indirecto hacen que estos impactos negativos, los cuales son pocos, pueda hacer de la plantación y cosecha del cacao una actividad con altos beneficios y ambientalmente amigable (Carrillo, 2017); sin embargo, el transporte y los procesos post cosecha, fermentación, secado y transformación, pueden llegar a afectar la producción considerablemente, principalmente las emisiones, uso no óptimo de recursos o materias primas e ineficiencia energética si no se regula y no se tiene un control en los procesos (Molina et al., 2020).

Por esto, la aplicación de herramientas de gestión y diagnóstico ambiental son de gran importancia, la elaboración de un ACV facilita la identificación de puntos y procesos en los que se pueden realizar mejoras y optimizar dichos procesos.

Un estudio de caso realizado en el municipio de Viotá, Cundinamarca, donde se analiza esencialmente la producción agrícola del cacao concluye y recomienda que la mayoría de los impactos negativos son corregibles y mitigables, destacando el uso de fertilizantes y abonos orgánicos y controlando la emisión de gases de puntos móviles, es decir, lo correspondiente a las actividades de transporte esenciales en el proceso productivo, por otra parte, los indicadores que se recomienda tener en cuenta son la acidificación, eutrofización, agotamiento de la capa de ozono y

calentamiento global, ya que fueron los datos con mayor relevancia después de ser procesados en el software GABI (Contreras, 2014).

3. MARCO TEÓRICO

Ventaja Competitiva

La ventaja competitiva es un aspecto importante que tiene una relación estricta con el concepto de valor que posee una empresa para sus clientes y, el desempeño en los mercados competitivos (Contreras, 2014).

Para que una organización logre tener la capacidad de generar valor a largo plazo debe contar con una estrategia empresarial que se enfoque en trazar un plan de ventaja competitiva sostenible a lo largo del tiempo. Según Porter existen dos tipos de ventajas competitivas en el mercado: 1 - el liderazgo en costos, es decir, la capacidad de producir un producto a un precio inferior al de la competencia; 2 - la diferenciación del producto, es decir la capacidad que tiene la empresa de sacar al mercado un producto distinto y más atractivo para los consumidores frente a los productos ofrecidos por la competencia (Porter, 2011).

Este proyecto además de buscar un enfoque económico y ambiental, busca generar un valor agregado al producto, haciendo de este, un producto atractivo y más competitivo, es decir obtener una ventaja competitiva frente a la competencia.

Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

El ACV, es una herramienta eficaz y precisa en las políticas de gestión ambiental, la cual se define como la recopilación y evaluación de las entradas (materia y energía), salidas (productos, subproductos, residuos, emisiones) y los impactos ambientales potenciales del sistema de producción desde la adquisición de materia prima a partir de los recursos naturales hasta su disposición final; es decir a lo largo de todo su ciclo de vida o dependiendo de la delimitación del objeto de estudio (Becerra Quiroz, 2016).

El ACV ha sido aceptado de forma general como una base legítima de comparación y como instrumento de producción más limpia formulado para generar una mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales, materias primas e insumos, y de ese modo poder actuar y minimizar los posibles impactos ambientales (Becerra Quiroz, 2016). Por tanto, su aplicación está estructurada para el caso de productos industriales fundamentalmente a través de las normas ISO.

Un ACV puede dividirse en cuatro fases: Objetivo y alcance del estudio, análisis de inventario, análisis del impacto e interpretación. Esta herramienta comprende un proceso iterativo, el cual permite incrementar el nivel de detalle en sucesivas iteraciones (Yépez, 2018).

Definición de objetivos y alcance, se concreta el motivo de la investigación, se identifica el sistema de producto a estudiar, sus limitaciones, la profundidad y las razones de realización del estudio e interesados en los resultados y aplicación (Yépez, 2018). En el alcance se precisan aspectos como el sistema del producto a estudiar y sus funciones, la unidad funcional, los tipos de impacto y la metodología de evaluación de impactos y los requisitos de calidad de los datos (Becerra Quiroz, 2016).

La segunda fase de análisis de inventario, comprende la obtención de datos mediante varios procedimientos de cálculo con el fin de realizar balances cuantificando las entradas y salidas más relevantes de un sistema, tomando como referencia la unidad funcional. El inventario del ACV, se puede desarrollar para un proceso, un servicio o una actividad considerando todas las etapas de su vida útil (Yépez, 2018). De esta fase se logrará determinar los aspectos ambientales relevantes, los cuales pueden llegar a ser emisiones, efluentes de agua, residuos sólidos, consumo de recursos naturales, ruido, radiaciones, olores, etc. (Colon y Arena, 2016).

La tercera fase de análisis del impacto, en esta se analiza e inventario cuantificando los impactos ambientales. Los siguientes son los tres elementos puntuales necesarios para realizar la evaluación (Colon y Arena, 2016):

- Seleccionar y definir las categorías de impacto, indicadores de cada categoría y los modelos de estimación.
- Clasificación, en este elemento se asignan los datos procedentes del inventario a cada categoría de impacto según el tipo de efecto ambiental esperado. Una categoría de impacto es una clase que representa las consecuencias ambientales generadas por los procesos o sistemas de productos.
- Caracterización, consiste en la modelización, mediante los factores de caracterización, de los datos del inventario para cada una de dichas categorías de impacto. Cada categoría de impacto tiene una representación cuantitativa denominada indicador de la categoría (Colon & Arena, 2016). La suma de las diferentes intervenciones ambientales para una misma categoría se hará en la unidad del indicador de la categoría (Becerra Quiroz, 2016).

En la cuarta y última etapa del ACV, corresponde a la interpretación, en esta se lleva a cabo la combinación de los resultados del análisis de inventario con la evaluación de impacto. Los resultados de esta interpretación pueden adquirir la forma de conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones (Becerra Quiroz,

2016). Permite determinar en qué fase del ciclo de vida del producto se generan las principales cargas ambientales y por tanto qué puntos del sistema evaluado pueden o deben mejorarse. En los casos de comparación de distintos productos se podrá determinar cual representa un mejor comportamiento ambiental (Aristizábal, González, y Gutiérrez, 2020).

Existen cuatro formas de abordar los ACV que delimitan el sistema de estudio y facilitan el cumplimiento de objetivos propuestos (Niederl y Narodoslowsky, 2004):

ACV de la cuna a la puerta (cradle to gate): Se centra solo en la fase de extracción de materias primas, transporte a fábrica y producción, el estudio se concluye cuando el producto se encuentre preparado para su uso.

ACV de la cuna a la tumba (cradle to grave): Evalúa todas las etapas del ciclo de vida del producto desde la obtención de materias primas hasta la gestión de los residuos al finalizar su vida útil.

ACV de puerta a puerta (gate to gate): Inicia cuando las materias primas están listas para entrar en el proceso que culmina con el producto terminado.

ACV de la cuna a la cuna (cradle to cradle): Analiza todas las fases del ciclo de vida del producto, y además incluye la gestión de los residuos al final de la vida y su reutilización como materia prima que reinicia el ciclo.

SimaPro:

Es un Software desarrollado por la consultora holandesa Pré Consultants, es una herramienta profesional para determinar el análisis de ciclo de vida, la cual realiza el cálculo de los impactos ambientales de un producto/servicio a lo largo de todo el ciclo de vida, para lograr asegurar y generar con exactitud los resultados (Lavola Cosustainability, 2017). El software se puede utilizar para una variedad de aplicaciones, como reportes de sostenibilidad, huellas de carbono y agua, diseño de productos, generación de declaraciones medioambientales de productos y determinación de indicadores clave de desempeño (Klever y Salamea, 2018).

Declaración ambiental del producto:

Las Declaraciones Ambientales de Producto (EPD, Environmental Product Declarations) son documentos que brindan información relevante y verificable por una tercera parte. La información es obtenida a partir de un análisis ambiental aplicado a un producto o servicio, el cual es realizado por medio de un análisis de ciclo de vida (ACV). Las EPDs están reguladas por la norma ISO 14025, esta norma estipula que el objetivo principal de la realización de un ACV es generar y presentar información ambiental completamente cuantificada sobre el ciclo de vida de un producto o servicio certificado, con lo cual, será posible llevar a cabo una

comparación entre productos, servicios o actividades que cuentan con las mismas características y cumplan con la misma función (Ihobe, 2015).

En las EPDs se desarrollan reglas específicas para cada tipo de producto, estas se estipulan en documentos denominados “Product Category Rules” (Reglas de Categoría de Productos). Estas PCRs suministran información relacionada a la metodología del cálculo de los impactos ambientales a estudiar, los posibles límites del sistema del ACV, la unidad funcional del estudio y la información ambiental que se plasmará en la EPD.

En la actualidad, no existen reglas de categoría de producto (PCR), certificaciones ambientales basadas en evaluaciones cuantitativas como EPD, que estén relacionadas con el sector de chocolate. No obstante, existen varios estudios que proponen la evaluación del ciclo de vida de los derivados del cacao (Contreras, 2014). Por lo anterior, para el desarrollo de este estudio no se implementaron las reglas de categoría de producto, por tanto, para establecer la unidad funcional se llevó a cabo una investigación en diferentes fuentes bibliográficas de estudios de productos similares y para los límites del sistema fue necesario tener en cuenta la disponibilidad de información con la que contará la empresa.

4. METODOLOGÍA

Se planteó la siguiente metodología para cumplir con los objetivos establecidos del presente proyecto, logrando así el desarrollo del análisis del ciclo de vida del proceso de fabricación de 1 kg de Chocolatina Lover's más su correspondiente empaque, elaborado por la empresa CasaLuker en la ciudad de Bogotá. Para esto, inicialmente se seleccionó el producto de estudio en conjunto con la empresa, teniendo en cuenta sus intereses y metas, debido a que la empresa posee información primaria necesaria para realizar el estudio, desde la producción agrícola hasta su procesamiento y distribución, con el fin de mejorar sus estándares de calidad, identificando impactos negativos y poder reducirlos o mitigarlos, generando así una ventaja competitiva en el mercado por sus buenas prácticas ambientales.

Finalmente, para llevar a cabo los objetivos específicos se planteó una serie de actividades y directrices basándose en revisión bibliográfica y lo establecido en la norma ISO 14044:2006.

Para dar cumplimiento a los objetivos se desarrolló lo siguiente:

Objetivo 1: Recopilar documentación primaria y secundaria relacionada con los procesos unitarios de cosecha, producción y consumo de la chocolatina Lover's:

Este proyecto se denominó como una solución a un problema ingenieril, pues se contribuyó a la empresa CasaLuker para lograr obtener una correcta y asertiva identificación de sus impactos ambientales generados. Por lo tanto, se contó con un alcance descriptivo donde se utilizó la metodología del análisis de ciclo de vida (ACV), información primaria suministrada por la empresa, e información bibliográfica. Los autores del presente trabajo tuvieron contacto con la persona encargada del área de gestión ambiental llevando a cabo un acuerdo de confidencialidad, y una vez obtenido dicho acuerdo, se realizó una visita a la empresa CasaLuker para lograr reconocer y definir todas las etapas y procesos del ciclo de vida del producto Chocolatina Lover's y así también obtener la información.

Es decir que la actividad que se realizó para cumplir con en este objetivo fue:

- Obtención y análisis de la información primaria y secundaria, determinando el estado actual de los procesos unitarios desde el cultivo, manufactura y consumo de la chocolatina Lover's fabricado por la empresa CasaLuker. Para lo cual se realizaron reuniones con cada uno de los encargados de las áreas implicada con el proceso de fabricación de la chocolatina, en dichas reuniones estas personas explicaban detalladamente el proceso que realizaban en su área y se llevaban a cabo la entrega de formatos con los cuales se buscaba obtener una transferencia de información y conocimiento

acerca de las entradas y salidas de materia y energía tanto al proceso de cultivo, como del proceso productivo, al igual que conocer cuáles eran los agroquímicos utilizados y en que cantidades, los insumos que se requerían, sus proveedores, como se transportaban, el tipo de vehículo y el combustible utilizado y como hacia el transporte a distribución de comercio exterior y su consumo.

Los formatos implementados para todas las áreas fueron los siguientes:

- Formato 1. Recolección de información de siembra, cosecha y obtención de granos de cacao (ver anexo A)
- Formato 2. Entradas y salidas correspondientes al proceso agrícola (ver anexo A).
- Formato 3. Transporte del cacao crudo desde la finca hasta la empresa CasaLuker (ver anexo A).
- Formato 4. Recolección información del proceso productivo de la chocolatina Lover's (ver anexo B).
- Formato 5. Información correspondiente a empaques (ver anexo C).
- Formato 6. Transporte de los empaques desde el proveedor hasta la empresa CasaLuker (ver anexo C).
- Formato 7. Recolección información sobre insumos del proceso productivo en planta (ver anexo D).
- Formato 8. Transporte de los insumos desde el proveedor hasta la empresa CasaLuker (ver anexo D)
- Formato 9. Recolección de información del producto terminado y su distribución (ver anexo E).
- Formato 10. Transporte del producto terminado hasta el comprador (Ver anexo E).

Cada formato contenía preguntas abiertas para obtener información a detalle de ciertas etapas del proceso, y de ese modo lograr complementar la información final.

Para la obtención de información secundaria se acudió a la investigación de revistas indexadas en las bases de datos de la universidad, buscando complementar el proyecto con diferentes artículos y estudios.

Objetivo 2: “Aplicar un análisis de ciclo de vida como instrumento para la evaluación ambiental de los procesos unitarios que van desde el cultivo, producción y consumo de la chocolatina Lover's”, fabricado por la empresa CasaLuker utilizando el software SimaPro”.

Partiendo del análisis de la información anteriormente obtenida se realizaron las siguientes actividades:

Definición del objetivo y alcance del estudio: en esta fase fue necesario tener claras las razones y los motivos que llevaron a realizar el estudio. Para definir el alcance en esta primera fase se incluyeron aspectos como: el sistema del producto a estudiar, las funciones del sistema del producto, la unidad funcional y los límites del sistema.

Los resultados de este trabajo se refirieron a la producción y consumo de 1 kg de producto terminado, es decir 1 kg de producto más su correspondiente empaque. La unidad funcional proporciona una referencia respecto a la cual las entradas y salidas del sistema pueden ser normalizadas en un sentido matemático (Colon & Arena, 2016).

Los límites del sistema para el presente estudio fueron desde la cuna a la tumba (cradle to grave) pues, se buscó evaluar todas las etapas del ciclo de vida del producto desde la obtención de la materia prima principal, correspondiente al cultivo del cacao, hasta la gestión de los residuos al finalizar su vida útil.

Análisis del inventario del ciclo de vida: esta fase se utiliza con el objetivo de cuantificar las entradas y salidas de todo el sistema productivo o de las áreas en la cuales se va a trabajar dependiendo de los límites de cada sistema, por tanto, para cada proceso unitario que se tuvo en cuenta a lo largo de la fabricación del producto se recolectaron datos cuantitativos y cualitativos, y los procedimientos de cálculos realizados para complementar la información en este proyecto se dieron de acuerdo al alcance y a los datos que entrego la empresa.

A partir de los procedimientos de cálculo se buscaba tener la información lo más completa y detallada posible para facilitar el ingreso de los datos al software, por tanto, para esta fase, fue necesario realizar diagramas de flujo del proceso productivo de la chocolatina, diagramas de bloques con cantidades para todos los procesos unitarios desde la parte agrícola hasta el transporte del producto terminado. Para cada diagrama se presenta una descripción del proceso unitario que se realiza y los cálculos que fueron realizados por los autores con el fin de complementar los balances.

Evaluación del impacto ambiental con la metodología de ACV: Para realizar el cálculo de los impactos potenciales se utilizó la herramienta especializada SimaPro en su versión 9.2.0.2, en este se ingresaron los datos obtenidos en el análisis de inventario, posteriormente se definieron las categorías de impacto y los modelos de caracterización los cuales se relacionan con el proceso a estudiar. Este software se encargó de identificar, categorizar y jerarquizar los impactos establecidos, según la metodología de procesamiento con la que compara la información.

Objetivo 3: “Formular alternativas viables de prevención y mitigación de los impactos ambientales generados en todo el ciclo de vida de la chocolatina Lover's”,

en esta última fase, los resultados obtenidos anteriormente fueron sintetizados, estructurados e interpretados. Para ello se realizaron las siguientes actividades:

Interpretación del análisis de ciclo de vida: en esta fase se combinaron los resultados del análisis del inventario con lo obtenido en la evaluación de impacto. Los resultados derivados de esta interpretación se presentan en forma de conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones por parte de la organización. Partiendo de esta interpretación se pudo determinar en qué etapa del proceso se generaban las principales cargas ambientales y así mismo, que procesos deben cambiar o deberían mejorarse. Allí se buscó definir las alternativas correspondientes para poder prevenir y mitigar los impactos identificados. Y se determinarán los elementos técnicos que se requieren para el desarrollo de las alternativas propuestas.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del ACV, se mostraron de manera detallada según los objetivos definidos en el estudio y según la metodología planteada para el cumplimiento de cada uno de ellos.

5.1 RECOPIACIÓN INFORMACIÓN

Los formatos suministrados y debidamente diligenciados por la empresa se encuentran alojados en los anexos correspondientes de la A a la E. A partir de las reuniones, visita en campo y dichos formatos se logró sintetizar la siguiente información.

Las principales etapas en la elaboración de la chocolatina Lover's reconocidas e identificadas se encuentran plasmadas en la ilustración 1, y a modo general estas son: obtención del cacao de origen en las fincas de la empresa CasaLuker, para la obtención del cacao es necesario pasar por diferentes procesos desde la plantación de las semillas en el proceso de vivero, establecimiento de los colinos, producción y recolecta de las cacaotas, hasta la post cosecha; la cual consta de la fermentación y secado del fruto para la obtención del cacao crudo final adecuado para su transporte por carretera hasta su recepción en la planta de producción de la empresa CasaLuker, Bogotá. Dicho proceso se denominó "agrícola", cabe aclarar que el cacao implementado para el proceso es de origen Tumaco, es decir que se adquiere de pequeños productores pertenecientes a una sola asociación a la cual la empresa compra sus cosechas, cada agricultor cultiva de una manera distinta y artesanal, y no cuentan con registros de datos de ningún tipo, por tanto, los datos que se obtuvieron para esta etapa pertenecen a datos de la finca Royce, ubicada en el municipio de Neria, en el departamento de Caldas, la cual pertenece a CasaLuker y de la cual había disponibilidad y la información suficiente para que fuera una manera viable de tener en cuenta esta etapa en el proceso.

La siguiente etapa es denominada "producción en planta", la información de esta etapa fue calculada por la empresa para obtener un total de 10000 kg de producto terminado, allí se evidencia la transformación de la materia prima principal, la adición de los insumos necesarios para el mismo, el proceso de empaque, la utilización de recursos naturales como el agua, uso de energía y combustibles para equipos y para los medios de transporte necesarios para la distribución del producto terminado a comercio exterior, pues, el producto no se vende, ni comercializa en el territorio Colombiano, es vendido a un cliente en Estados Unidos, donde se estableció la etapa denominada "fase de consumo" pues como su nombre lo indica es el fin de la vida útil del producto y disposición final de sus residuos. El desarrollo de este estudio se basó en la información establecida para dichas etapas.

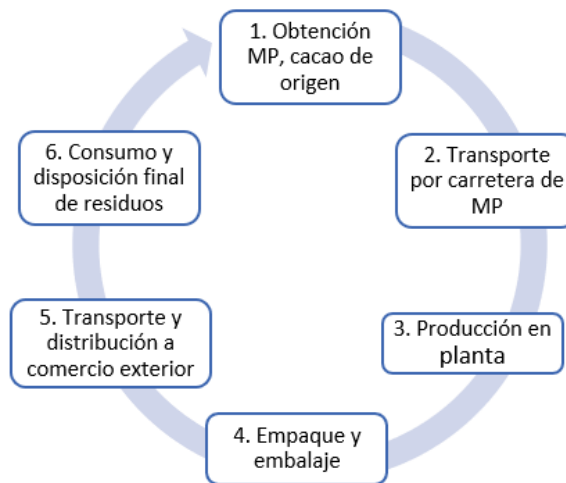


Ilustración 1: Principales etapas para la obtención de la chocolatina Lover's.

Fuente: Elaboración propia.

5.2 APLICACIÓN DE UN ACV

Para el desarrollo del ACV, se tuvo en cuenta la metodología planteada en la norma ISO 14040:2006, la cual divide un ACV de la siguiente manera: definición de objetivo y alcance, análisis de inventario cuantificación de entradas y salidas de todos los procesos unitarios, evaluación del impacto ambiental, y finalmente la interpretación de los resultados obtenidos.

Partiendo de esto se obtuvieron los siguientes resultados:

5.2.1 Objetivo y alcance del ACV.

- El objetivo de este estudio consiste en evaluar los aspectos e impactos ambientales potenciales más significativos en la producción de la chocolatina Lover's en la empresa CasaLuker, generando estrategias para la reducción de dichos impactos, teniendo en cuenta el flujo de materia que se presenta a lo largo del proceso.
- El alcance de esta investigación fue de la cuna hasta la tumba, pues, se evaluaron todas las etapas del ciclo de vida del producto desde la obtención del cacao como materia prima principal, hasta la gestión de los residuos al finalizar la vida útil del producto, es decir al consumo del producto terminado.
- Unidad funcional y flujo de referencia: La unidad funcional en la que se trabajó para el presente análisis fue la producción y consumo de 1kg de chocolatina terminada más su correspondiente empaque, esto basándose en la revisión de estudios desarrollados bajo la declaración ambiental de producto (EPD) por sus siglas en inglés, pues estos en su mayoría toman

dicha unidad funcional para el análisis de sus datos esto para facilitar la trazabilidad y comparación de los datos obtenidos entre los distintos estudios de otros productos de la misma materia prima, todos los cálculos de este proyecto son basados en dicha unidad funcional tal y como se exige en la norma ISO 14025:2006.

- El flujo de referencia fue un 1 kg de producto terminado más su correspondiente empaque.
- Los límites del sistema: Limite geográfico, los datos correspondientes para la obtención de 10 toneladas de cacao crudo para la fabricación de la chocolatina Lover's se limitan a la información suministrada de la finca Royce, ubicada en el municipio de Neira, departamento de Caldas, debido a que el cacao de origen Tumaco es cosechado por pequeños productores que forman una sola asociación, cada uno cultiva de una manera distinta y artesanal, los cuales no registran datos de ningún tipo.

5.2.2 Análisis de inventario del ACV

Para el desarrollo de esta etapa y partiendo de la información obtenida en el anterior objetivo se identificaron los flujos de corriente identificando y cuantificando todas entradas y salidas correspondientes a los procesos y operaciones implementados en el sistema, además, fue necesario complementar la información obtenida realizando algunos cálculos como se evidencian en la siguiente sección, todo ello con el fin de tener unos balances de materia y energía totalmente completos para facilitar el ingreso de datos al software SimaPro su versión 9.2.0.2. Dentro de esta cuantificación se evaluaron los consumos correspondientes a materias primas e insumos, energía, productos, coproductos, subproductos, además de consumos de combustibles, generación de residuos sólidos, emisiones a la atmosfera y vertimientos al agua todo esto, para identificar las cargas ambientales con efectos adversos asociadas a la unidad funcional. La información específica para la descripción de cada proceso unitario fue obtenida de la visita de campo que se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa y de las diferentes reuniones con los encargados de cada área y con la persona encargada del área de gestión ambiental. Toda la información utilizada para la elaboración de este estudio se realizó en base a los datos proporcionados por la empresa para la producción de 10000 kg de producto terminado, todos los datos se encuentran en kilogramos. Las descripciones para cada uno de los procesos unitarios necesarios para la realización de la chocolatina Lover's se presentan a continuación:

- Proceso Agrícola.

Para la obtención del cacao se tuvo en cuenta información suministrada por la empresa para una finca ubicada en el municipio de Neira, departamento de Caldas, dicha finca, posee una extensión por cultivo de 12 hectáreas productivas y 1 hectárea de Gmelina maderable que suministra sombra al cultivo de cacao.

Para la producción de 16.800 kg de cacao seco, se realizan las siguientes etapas:

En la primera se realiza el establecimiento de viveros, donde es necesario la implementación de 200 semilla de cacao las cuales tienen un peso aproximado de 6,816 kg, las 3000 semillas a utilizar son injertadas junto con 9000 kg de sustrato vegetal para llenado de bolsas, el cual contiene suelo y tierra fértil que se enriquece con cascarilla de cisco de café en bolsas de polietileno de baja densidad (PEBD) de 15x30 cm, en esta etapa se logra controlar las plagas y enfermedades, además de realizarse un riego de aproximadamente 400 L mediante una motobomba que tiene un consumo energético de 930 kWh durante un año y una fertilización edáfica de aproximadamente 33 kg con fertilizante Azutek, el cual está compuesto por: nitrógeno, fósforo, potasio y azufre, viene en bultos de polietileno (PE) de 50 kg, esto para que los colinos obtenidos sean productivos, el peso de cada bulto vacío es de aproximadamente 0.7 kg.

La siguiente etapa se denomina establecimiento en ella se elimina la bolsa plástica y siembran los colinos en huecos dispuestos de 20x30 cm, aquí se implementa 60 kg de micorriza como agente microbiano, la cual llega a la finca en bultos de polietileno cada uno de 50 kg, es decir que se disponen de mínimo dos bultos en esta fase, esto se realiza para favorecer la enraización de la planta, también se utilizan 300 kg de materia orgánica como sustrato, obtenida en la misma finca, y se implementan 80 kg para nutrición la cual se realiza por medio de un fertilizante llamado levante el cual posee una composición de nitrógeno, fósforo, calcio y azufre, llega en presentación de 50 kg en bultos de polietileno. En esta fase se implementa un fungicida denominado Fosetil de aluminio, llega en bolsas de polietileno de 1 kg, cada bolsa vacía tiene un peso de 0.035 kg se implementa 1 kg por hectárea de cultivo, es decir que se tendría un total de 12 kg para este cultivo, el cual se realiza mediante una fumigadora motorizada que utiliza gasolina para motor, además de la utilización de una guadañadora en diferentes épocas del año, dicha maquinaria consume un total de 1009,01 kg.

En la etapa de producción se implementan 1400 kg de nutrición para una fertilización edáfica en la cual se utiliza una mezcla química Azutek viene en bultos de polietileno (PE) de 50 kg, y con un peso de cada bulto vacío de 0,7 kg, es decir, que se requiere de 28 bultos para dicha nutrición, además, se lleva a cabo un complemento foliar sobre hojas y tallos, en cantidades de 0,5 L por cada 1000 árboles, este complemento se realiza con Zintrac o Cabtrac , los cuales llegan a la finca en representación de 1 L en envases de Polietileno Tereftalato los cuales vacíos tienen un peso de 60 grs. y cuentan con una composición de nitrógeno, boro, zinc, calcio, y óxido de calcio. Al finalizar esta etapa se realiza la cosecha del fruto de forma manual con la ayuda de unas tijeras podadoras, después de la cosecha se abre la cacaota para retirar los granos de cacao de la misma, estas se depositan en cajones de fermentación para su posterior proceso de beneficio y dicha cáscara

de mazorca o cacaota se dispone para su posterior compostaje que será incluido como abono orgánico en cosechas futuras.

La última etapa corresponde a la postcosecha, los granos recolectados pasan a su fermentación, proceso que se realiza en cajas de fermentación regularmente hechas en madera, allí el cacao pierde humedad por el desprendimiento del mucílago o pulpa de cacao, por tanto, las cajas poseen agujeros que facilitan la salida de esta pulpa denominado jugo de cacao, en este caso salen 4600 kg de este subproducto. Para el lavado y mantenimiento del área de fermentación se implementan aproximadamente 12000 L de agua al año.

El secado de los granos se realiza de forma natural y aprovechando los rayos solares de manera controlada, los granos de cacao deben reducir su humedad del 65% al 8% para dar finalización a este proceso y obtener de ese modo una almendra con mayor aroma, al finalizar dicho secado se procede a almacenar en bultos de 50 kg de material yute o polietileno que posteriormente se enviarán a la empresa CasaLuker.

Al finalizar el cultivo y la obtención del cacao crudo se obtiene un total 16800 kg los cuales se proceden a su transporte a planta desde la ubicación de la finca en Neira Caldas, pasando por la ciudad de Manizales y posteriormente a la ciudad de Bogotá, es decir se recorre un total de 340 km, para esta actividad se utiliza un vehículo con capacidad entre 7,5 y 16 Ton, euro V.

Para el ingreso de datos en SimaPro correspondientes a el transporte del cacao se tuvo en cuenta el cacao necesario solamente para las 10 Ton de producción de chocolatina Lover's es decir que sería un total de 11231,8023 kg.

A lo largo de la obtención de la materia prima se utilizan equipos como guadañadora, fumigadora y motobombas para riego.

Las entradas y salidas correspondientes en este proceso fueron:

Tabla 1. Entradas y salidas del área agrícola

ENTRADAS		SALIDAS	
Vivero			
Semillas	6,816kg		
Bolsas PEBD	16,5 kg		
Agua	400 kg		
Sustrato vegetal	9000 kg		
Fertilizante	33 kg	RESPEL PE.	0,7 kg
Energía eléctrica	930 kWh	Emissiones	CO2eq:190 kg N2O: 0,02 kg SO2eq:0.973 kg

Establecimiento			
Materia Orgánica	300 kg	RESOL PEBD	16,5 kg
Micorriza	60 kg	RESPEL PE.	1,4 kg
Fertilizante	80 kg	RESPEL PE.	1,4 kg
Fungicida	12 kg	RESPEL PE	0,42 kg
Gasolina para motor	1009,01 kg		
Producción			
Fertilizante	14000 kg	RESPEL PE.	19,6 kg
Foliar	1,5 kg	RESPEL PET.	0,12 kg
		Cascara de cacaota	96000 kg
Postcosecha			
Agua para lavado	12000kg	Vertimiento	12000 kg

Fuente: Elaboración propia

- Proceso Producción en Planta

Limpieza.

El cacao llega a la empresa por bultos de polietileno en cantidades de 50 kg cada uno, los cuales son transportados en un vehículo con capacidad entre 7,5 y 16 Ton, euro V.

Antes de iniciar con el proceso de limpieza, el cacao pasa por un panel de expertos en aromas y sabores de cacao el cual es el encargado de seleccionar si los granos cumplen con el perfil sensorial, es decir, realizar revisión de calidad del cacao que se tiene para saber si es el indicado a utilizar en la línea de producción de la chocolatina Lover's.

El proceso de limpieza se realiza con el fin de separar y remover partículas diferentes al cacao, contaminantes que pueden generar un peligro al consumidor, fallas en la calidad del producto final o posibles daños en los equipos del proceso, la limpieza se realiza por medio de una zaranda con maya metálica, la cual favorece la selección de granos por su tamaño al igual que la eliminación de impurezas.

Para retirar los metales y piedras se realiza una separación densimétrica para separar estas partículas según su densidad.

En este proceso los residuos cascarilla sucia y ripio poseen un manejo e incorporación especial, pues son llevados al núcleo energético para consumo animal como concentrado, los demás residuos son llevados al relleno sanitario exceptuando los residuos a los cuales se les puede reciclar.

Las entradas y salidas correspondientes en este proceso fueron:

Tabla 2. Entradas y salidas del área producción en planta.

ENTRADAS	SALIDAS
-----------------	----------------

Limpieza			
Cacao entero transportado	11231,8 kg	Cacao limpio	11114,92 kg
		Cascarilla Sucia	46,9 kg
		Ripio	18,8 kg
		Grano Múltiple cacao	32,8 kg
		RESOL.	16,816
		Piedras	1,21 kg
		Metales	0,374 kg
Energía eléctrica	533,05 kWh	Emisiones PM	0,376 kg

Fuente: Elaboración propia

Para realizar los cálculos de energía la empresa suministró su registro de consumo energético por kg de materia de producción por equipo, en este caso para la etapa de limpieza se obtuvo a partir del siguiente calculo:

Cacao tratado el primer semestre: 7061110 kg

Energía eléctrica para el primer semestre: 335114 kWh

Energía eléctrica para 11231,8 kg de cacao: 533,05 kWh

Pretratamiento, Trillado y Tostión.

A los granos secos provenientes de la limpieza se les realiza un pretratamiento térmico por medio de un equipo infrarrojo esto con el fin de separar la cáscara del grano. En este proceso el grano también pierde un porcentaje de humedad. La temperatura del IR está entre 122 y 127 °C, y la duración es de 4 min por aproximadamente 4500 kg de cacao.

Posterior al pretratamiento, el grano es pasado por una trilladora con el fin de reducir el tamaño de los granos, en este proceso los granos pasan a ser llamados nibs de cacao crudo, los cuales quedan de un tamaño aproximado de 1 mm.

En la tostión los nibs de cacao crudo se ingresa a un tambor enchaquetado el cual calienta el cacao por medio de radiación térmica. La temperatura, el tiempo y el grado de humedad de este proceso depende del tipo de grano al que se le vaya realizar este proceso, y el producto que se quiera obtener. En este caso la temperatura del aire se debe encontrar entre los 130°C para chocolates de origen como es el caso de este cacao. El objetivo de este proceso es lograr el aroma, color y sabor característico para la línea de producción de la chocolatina Lover's, así como también se busca reducir la dureza de los nibs tostados para facilitar el desprendimiento de la cascarilla y de ese mismo modo el proceso de molienda. Aquí se tiene una pérdida como vapor de cacao debido a las altas temperaturas.

Las entradas y salidas correspondientes en este proceso fueron:

Tabla 3. Entradas y salidas proceso unitario pretratamiento, trillado y tostión.

ENTRADAS		SALIDAS	
PRETRATAMIENTO, TRILLADO Y TOSTIÓN			
Cacao limpio	11114,92 kg	Vapor de agua	222.3 kg
		Cascarilla limpia	853,48 kg
		Perdida de cacao	660,63 kg
		Vapor de cacao	52,543 kg
		Nibs de cacao tostados	9326,005 kg
Energía Eléctrica	937,15 kWh	Emisiones PM: NOx:	1,30313 kg 1,13 kg

Fuente: Elaboración propia

La empresa CasaLuker poseía el dato de energía eléctrica utilizada para los tres procesos anteriormente mencionados, el IR, trillado y tostión, es por ello que se realizó la agrupación de los mismo en un solo cuadro, al igual que los datos de las emisiones generadas y la información suministrada es la siguiente:

Cacao tratado el primer semestre: 7061110 kg
 Energía eléctrica para el primer semestre: 595359 kWh
 Energía eléctrica para 11114,92 kg de cacao: 937,15 kWh

Molienda y Almacenamiento.

Este proceso consiste en pasar los nibs tostados por molinos (cuchillas y de bolas) para obtener de este una masa fina y homogénea denominada licor de cacao, normalmente el cacao obtenido en este proceso luego de pasar por los dos molinos queda con una mayor sedosidad y con partículas de menos de 50 micras.

El almacenamiento de este licor se realiza en tanques de acondicionamiento que poseen una temperatura de aproximadamente 50°C, se almacena aproximadamente 4 horas (este tiempo puede variar de acuerdo a la disponibilidad de la línea de inyección puede llegar hasta 12 horas el almacenamiento).

Aproximadamente el 19.5% del licor obtenido de este proceso es enviado al prensado para allí obtener la cantidad de manteca requerida para continuar con la producción de Lover's, y el restante pasa directamente al proceso de mezcla y refinamiento. Para este proceso es necesario la utilización de los siguientes equipos: un molino Nibroton, dos molinos de bolas y tanque acondicionamiento.

Las entradas y salidas correspondientes en este proceso fueron:

Tabla 4. Entradas y salidas proceso unitario molienda y almacenamiento

ENTRADAS		SALIDAS	
MOLIENDA Y ALMACENAMIENTO			

Nibs de cacao tostado	9326,005kg	Licor de cacao	9326,005 kg
Energía eléctrica	2027,75 kWh		

Fuente: Elaboración propia

Para realizar los cálculos de energía la empresa suministro su registro de consumo energético por kg de materia de producción por equipo, en este caso para la etapa de molienda y almacenamiento se obtuvo a partir del siguiente cálculo:

Nibs de cacao tratado en molinos el primer semestre: 6998570 kg

Energía eléctrica requerida en molinos: 1483512 kWh

Energía eléctrica para 9326,005 kg de cacao: 1976,866 kWh

Licor de cacao almacenado en tanque: 7326697 kg

Energía eléctrica requerida en tanque acondicionamiento: 39975 kWh

Energía eléctrica para 9326,005 kg de cacao: 50,883 kWh

Energía eléctrica total: 2027,75 kWh

Para esta etapa la empresa no contaba con datos disponibles de emisiones.

Prensado.

El licor de cacao entra a la prensa la cual, por medio de presión hidráulica extrae la manteca de cacao y tortas de cacao seco, este último subproducto es dirigido a otra línea de producción denominada cocoas.

Las entradas y salidas correspondientes en este proceso fueron:

Tabla 5. Entradas y salidas proceso unitario de prensado

ENTRADAS		SALIDAS	
PRENSADO			
Licor de cacao	1820 kg	Manteca de cacao	1001 kg
		Cocoas	819 kg
Energía eléctrica	147,313 kWh		

Fuente: Elaboración propia

Para realizar los cálculos de energía la empresa suministro su registro de consumo energético por kg de materia de producción por equipo, en este caso para la etapa de prensado se obtuvo a partir del siguiente calculo:

Cacao tratado el primer semestre: 1691656 kg

Energía eléctrica para el primer semestre: 136925 kWh

Energía eléctrica para 1820 kg de cacao: 147,313 kWh

Línea BUHLER.

Para llevar a cabo la línea de Buhler es necesario tener la manteca de cacao de origen obtenida en el proceso anterior, al igual que un porcentaje de licor de cacao, esta línea incluye los siguientes procesos:

Mezcla y refinamiento, en este proceso se agregan además del licor de cacao y la manteca de origen las siguientes materias primas: azúcar, emulsionante (lecitina) y esencia de vainilla, las proporciones de estos insumos para la chocolatina son: cacao 85%, azúcar 14,6%, la cual llega a la empresa en sacos de polipropileno con una capacidad de 1000 kg, el peso del saco vacío es de 3 kg, lecitina (emulsionante) 0,2%, llega a la empresa en una presentación de bidones metálicos de 100 kg, el peso de cada bidón vacío es de 9 kg, este se debe conservar a temperaturas de 15 y 40 °C y esencia de vainilla 0,15%. que llega a la empresa en envase plástico de polietileno de alta densidad (PEAD) y alto peso molecular de una capacidad de 20 L y con un peso vacío de 1,127 kg. Dicha mezcla pasa al refinamiento, proceso que consiste en moler la mezcla hasta que todas las partículas de esta, sean más finas y por tanto mejore su homogeneidad.

La mezcla obtenida pasa al conchado, en este proceso se dispersan, desecan, y eliminan sustancias volátiles y terminan de homogeneizar la pasta, buscando el punto óptimo de viscosidad y a textura perfecta para producir una chocolatina de con características de fusión para desarrollar el sabor deseado para el producto. Este proceso puede tardar 6 horas, pues cada concha tiene una capacidad de 4500 kg.

Posterior a esto la pasta obtenida pasa a temperado, allí por cambios rápidos de temperatura se busca pre cristalizar la manteca de cacao generando una cantidad suficiente de partículas de cristalización, las cuales sean estables y se encuentren dispersas de forma homogénea en toda la masa de chocolate, para darle la dureza, el brillo y la textura deseada.

Las entradas y salidas correspondientes en este proceso fueron:

Tabla 6. Entradas y salidas proceso unitario de Buhler.

ENTRADAS		SALIDAS	
BUHLER			
Licor de cacao	7506,005 kg	Concha	10007,2 kg
Manteca de cacao	1000 kg		
Azúcar	1466,168 kg	RESOL PE	6 kg
Emulsionante (lecitina)	20,018 kg	RESOL Bidón metálico	9 kg
Esencia de vainilla	15,009 kg	RESOL PEAD	1,127 kg
Energía eléctrica	7389.477 kWh	Emisiones PM	3,366 kg

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar los cálculos de energía la empresa suministro su registro de consumo energético por kg de materia de producción por equipo, en este caso para la línea de Buhler se obtuvo a partir del siguiente cálculo:

Mezclado y refinado Buhler: 792003 kg

Energía eléctrica mezclado y refinado Buhler: 138189 kWh

Energía eléctrica para 10007,2 kg de PS Lover's: 1746,060 kWh

Conchado Buhler: 1103230 kg

Energía eléctrica conchado Buhler: 382670 kWh

Energía eléctrica para 10007,2 kg de PS Lover's: 3471,130 kWh

Cobertura Buhler: 1123114 kg

Energía eléctrica cobertura Buhler: 243797 kWh

Energía eléctrica para 10007,2 kg de PS Lover's: 2172,286 kWh

Total, energía eléctrica que entra a la línea Buhler: 7389,477 kWh

Caldera.

Para la generación de vapor se utiliza una caldera pirotubular, con una potencia de 200 BHP, que opera con gas natural, el vapor sale a una presión aproximada de 103,3 PSIG, cuenta con una eficiencia de 61,85064%. El vapor producido por la caldera se emplea para el proceso de limpieza, molienda, almacenamiento y prensado.

Las entradas y salidas correspondientes en este proceso fueron:

Tabla 7. Entradas y salidas a caldera

ENTRADAS		SALIDAS	
CALDERA			
Gas natural	3253,157 m3	V. de A. Limpieza	17362,3109 kg
Agua	2180 kg	V. de A. molienda y almacenamiento	10691,055 kg
		Vapor de agua 2	3174,6432 kg

Fuente: Elaboración propia

La empresa contaba con la información de consumo de combustible, gas natural, y de producción de vapor de agua por hora; por otra parte, se contaba con los tiempos de operación por flujo másico de ciertos procesos del sistema productivo, por lo que se realizaron los cálculos y conversiones necesarias para obtener la cantidad de combustible usado y vapor de agua generado en dicho tiempo.

Inyección y Empaque.

El producto semiterminado de la chocolatina Lover's pasa a el proceso de inyección y empaque. Lover's se inyecta en chocomaster y este produce aproximadamente 300 kg/hora, proceso que consiste en depositar en moldes el chocolate temperado, cada molde está adaptado para que cada unidad pese 50 gr, pero se tiene un extra contenido de aproximadamente 4 a 5 gr por pastilla. Cada molde posee una capacidad de 18 unidades y estos permiten que al enfriarse el chocolate sea retirado con facilidad del mismo para su posterior empaquetado en las siguientes presentaciones:

-Flowpack de 50 gr cada uno, empaque de polietileno, cada unidad de flowpack vacío pesa aproximadamente 1,12 gr.

-Plegadizas: 100 gr. de producto que corresponde a dos unidades de chocolatina por cada unidad de plegadiza, de empaque de cartón corrugado, el peso de este empaque vacío es de 11 gr.

-Display: cada una contiene 18 unidades de plegadiza para un total de 1.8 kg de producto por cada display, este empaque vacío pesa 76 gr.

-Caja Master: cada una contiene 8 display para un total de 14.4 kg. de producto, este empaque es de cartón y vacío tiene un peso de 496 gr.

Todas las cajas master son transportadas a las bodegas de la empresa, y allí se organizan sobre estibas, cada estiba contiene 30 cajas master. Y para finalizar, el producto terminado proveniente de este proceso unitario sale a su correspondiente transporte a comercio exterior.

Las entradas y salidas correspondientes al proceso de inyección fueron:

Tabla 8. Entradas y salidas proceso unitario de inyección.

ENTRADAS		SALIDAS	
INYECCIÓN			
Concha	10007,2 kg	Producto semiterminado	10180,741 kg
Flow Pack	221 kg	Barredura	30 kg
Moldes	620 unid.	RESOL PE	17,459 kg
Energía Eléctrica	2728,405 kWh		

Fuente: Elaboración propia.

Las entradas y salidas correspondientes al proceso de empaques fueron:

Tabla 9. Entradas y salidas proceso unitario de empaque.

ENTRADAS		SALIDAS	
EMPAQUE			
Producto semiterminado	10180,741 kg	Producto terminado	11873,896 kg
Plegadizas	997,711kg		
Display	382,964 kg		
Caja master	312,48 kg		

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar los cálculos de energía la empresa suministro su registro de consumo energético por kg de materia de producción por equipo, en este caso para la etapa de inyección y empaque se obtuvo a partir del siguiente calculo:

Empaque Chocomaster: 745323 kg.

Energía eléctrica Chocomaster: 203208 kWh.

Energía eléctrica para 10007,2 kg de PS Lover's: 2728,405 kWh.

Lavado de Moldes.

Para el lavado de los moldes anteriormente mencionados se implementa un total de 4,2 L por el lavado y enjuague de cada molde de 18 unidades, para un total de 2,600 L para el lavado de 620 moldes, además se hace uso de un desinfectante de composición de amonio cuaternario el cual llega a la empresa en recipientes de polietileno de alta densidad que posee una capacidad de 5 L, el cual vacío tiene un peso aproximado de 25,5 gramos, y se utiliza a una concentración de 0,5%.

Las entradas y salidas correspondientes al proceso de lavado de moldes fueron:

Tabla 10. Entradas y salidas proceso unitario de lavado de moldes.

ENTRADAS		SALIDAS	
LAVADO DE MOLDES			
Agua	2600 kg	Agua residual	2606,2 kg
Desinfectante	6,2 kg	RESPEL PEAD	0,51 kg
Moldes	620 und.		

Fuente: Elaboración propia.

Fase de transporte y consumo final.

El producto terminado es cargado a granel es decir en su correspondiente caja master para proceder con el transporte a comercio exterior, para este transporte se utiliza un vehículo de capacidad máxima de 15 ton que cuente con refrigeración para las adecuadas condiciones de almacenamiento y preservación del producto, el producto es llevado al puerto de Cartagena en Colombia y de allí es transportado en contenedores refrigerados los cuales deben contar con una temperatura de 18°C, humedad del 65% y ventilación cerrada que son llevados en un buque para su distribución en cualquiera de los siguientes puertos: New York, Baltimore, Long Beach, Los Ángeles, Philadelphia y Oakland. Los datos de emisión no fueron

incluidos en las tablas, ya que estos se obtienen directamente del software a partir de la distancia y tipo de medio de transporte seleccionado.

Las entradas y salidas correspondientes al proceso del transporte y consumo final fueron:

Tabla 11. Entradas y salidas proceso de transporte y consumo final.

ENTRADAS		SALIDAS	
Transporte y consumo final			
Producto terminado y transportado	11873,89 kg	RESOL cartón corrugado	0,0313 kg
		RESOL cartón corrugado	0,038 kg
		RESOL cartón plegable	0,1 kg
		RESOL PE	0,0204 kg

Fuente: Elaboración propia

Además, para el ingreso de estas salidas de residuos sólidos al software SimaPro se tuvieron en cuenta dos posibles escenarios para la disposición final del PE, en el primero este residuo se tomó como si su tratamiento fuera la incineración y el segundo como si este se dispusiera en rellenos sanitarios sin tratamiento alguno, los demás residuos por su composición fueron ingresados al software como un residuo reciclado.

Para el cálculo de los residuos generados en cada una de las etapas fue necesario conocer la presentación en la que llegaba a la empresa, el peso de cada recipiente vacío, y la cantidad necesaria de cada uno dependiendo de su proceso, los resultados de dichos cálculos se ven establecidos en las tablas anteriores al igual que en los diagramas de bloques con cantidades del agrícola figura 4 y producción en planta figura 5.

A partir de los datos debidamente descritos en el apartado anterior, se procedió a ingresar los mismos al software.

5.2.3 Evaluación de impacto ambiental del ACV

El objetivo de esta fase es cuantificar y valorar los impactos ambientales del producto asociado a los datos y resultados obtenidos en la fase anterior (análisis de ciclo de vida), aquí a cada flujo se le asigna una categoría de impacto para su posterior análisis por medio de un modelo de caracterización. A su vez se tienen en cuenta ciertas reglas de categorización, en este caso, cuando no se disponga de la información suficiente, se puede excluir esa entrada o salida de masa o energía del sistema, pero esta debe representar menos del 1% del total de la masa y energía

implementados en el proceso y teniendo en cuenta que dicha entrada o salida no represente impactos ambientales relevantes. La suma de estas exclusiones no deberá exceder el 5% del total del proceso (Saint Gobain, 2018).

Para el presente estudio se utilizó la metodología de caracterización denominada EPD (2018) contenida en el software SimaPro, la cual se basa en la caracterización para calcular la contribución relativa de una sustancia a una categoría de impacto determinada. Este método de análisis cuenta con ocho categorías de impacto a las cuales se les atribuye los datos ingresados por medio de un factor de equivalencia, las categorías y sus unidades son: Acidificación, Eutrofización, Calentamiento global, Oxidación fotoquímica, Agotamiento abiótico (elementos), Agotamiento abiótico (combustibles fósiles), Escasez de agua, Agotamiento de la capa de ozono (ODP), sin embargo, hay categorías que son más relevantes que otras, debido a la magnitud que puede tener cada una, por esto, se realizó una jerarquización de los impactos ordenándolo de mayor a menor (Becerra Quiroz, 2016) las cuales se pueden evidenciar en la tabla 12.

Cabe resaltar que en esta metodología se consideran los efectos intermedios (midpoints), es decir que se utilizan categorías de impacto intermedias puesto que estas se encuentran más cercanas a la intervención ambiental, es decir que se generan modelos de cálculos más específicos y tienen un mejor ajuste a dicha intervención, además estas categorías proporcionan un resultado más detallado de en qué punto y de qué modo se afecta el medio ambiente (Vallejo, 2004).

Tabla 12. Categorías de impactos del método EPD

Nombre de categoría de impacto	Factor de caracterización
Calentamiento global	kg CO2 eq
Eutrofización	kg PO4- eq
Agotamiento abiótico (elementos)	kg Sb eq
Agotamiento abiótico (combustibles fósiles)	MJ
Acidificación	kg SO2 eq
Oxidación fotoquímica	kg NMVOC
Agotamiento de la capa de ozono (ODP)	kg CFC-11 eq
Escasez de agua	m3 eq

Fuente: Elaboración propia a partir del software SIMAPRO, 2022.

Existen 3 tipos de asignación para el procesamiento de datos en el software: APOS, Conseq, Cut-off; y dos tipos de análisis, "U" para proceso unitario y "S" para proceso del sistema. Se escoge Cut-off, S ya que con Cut-off se eliminan las pequeñas generaciones de emisiones o demás que no son relevantes para nuestro estudio, y S para que realice esto en el proceso de sistema elegido. Estos criterios de asignación se basan en la masa del producto.

Electricity, low voltage {CO} market for electricity, low voltage APOS, S	kWh	Ecoinvent 3 - allocation at point of substitution - system
Electricity, low voltage {CO} market for electricity, low voltage APOS, U	kWh	Ecoinvent 3 - allocation at point of substitution - unit
Electricity, low voltage {CO} market for electricity, low voltage Conseq, S	kWh	Ecoinvent 3 - consequential - system
Electricity, low voltage {CO} market for electricity, low voltage Conseq, U	kWh	Ecoinvent 3 - consequential - unit
Electricity, low voltage {CO} market for electricity, low voltage Cut-off, S	kWh	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - system
Electricity, low voltage {CO} market for electricity, low voltage Cut-off, U	kWh	Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit

Fuente: Elaboración propia a partir del software SIMAPRO, 2022.

Por otra parte, es importante leer la descripción con la que cuenta el ítem seleccionado, teniendo en cuenta el país, características, fuente de información y la vigencia de los datos. Las características específicas para cada entrada de materia prima e insumo al proceso productivo fueron seleccionadas del software de una base de datos ya existente y buscando ser lo más específicos en cuanto a similitud con los datos reales de este estudio, en la tabla se muestran las principales características de cada entrada de insumos en SimaPro.

Cabe resaltar que al momento del ingreso de los datos al software se contó con una limitación, puesto que, al tratar de seleccionar algunos insumos, como la esencia de vainilla, no se encontró una opción que contara con las características adecuadas para tener en cuenta en el análisis, sin embargo, si se tuvo en cuenta la generación de residuo provenientes de su empaque.

Tabla 13. Características de los insumos seleccionados del software

Entrada	Características
Agua	“Water Tap” Read meta-data at Base de datos: Ecoinvent 3
Energía Eléctrica	Electricity, low voltaje {CO} Cut-off, S Base de datos: Ecoinvent 3
Azúcar	Sugar from sugarcane {BR} Cut-off, S Base de datos: Ecoinvent 3
Lecitina	Soy Lecitine {ES} Cut-off, S Base de datos: Ecoinvent 3

Fuente: Elaboración propia a partir del software SIMAPRO, 2022.

Los resultados de los impactos ambientales generados por la producción y consumo de la chocolatina Lover’s de la empresa CasaLuker se presentan a continuación:

Como se puede evidenciar en la tabla 14, la categoría con mayor aportación de impactos ambientales totales de la producción de la chocolatina Lover’s es agotamiento abiótico con 3,83E+01 MJ por el uso de combustibles fósiles para el transporte de la materia prima y del producto terminado al distribuidor. De este modo, la categoría de impacto que presenta menor aportación es el agotamiento de

la capa de ozono con 2,70E-07 kg CFC-11 eq, debido a que en este caso no se cuenta con aportaciones de compuestos CFC 11.

Cabe resaltar que se presenta un total de emisiones de 2,05E+00 kg CO₂ eq en la categoría de calentamiento global, debido a la alta producción de gases de efecto invernadero durante todas las etapas de transporte final, empaquetado puesto que SimaPro considera los impactos generados debido a la fabricación de los productos utilizados para el empaque, al igual que la obtención del azúcar refinado, debido a que el programa toma una base de datos en la cual se tienen en cuenta todas las etapas desde el procesamiento de la caña y refinamiento del azúcar, y en la etapa de conchado, debido a que en esta fase se tiene un alto consumo de energía eléctrica.

Tabla 14: Resultados generales del ACV

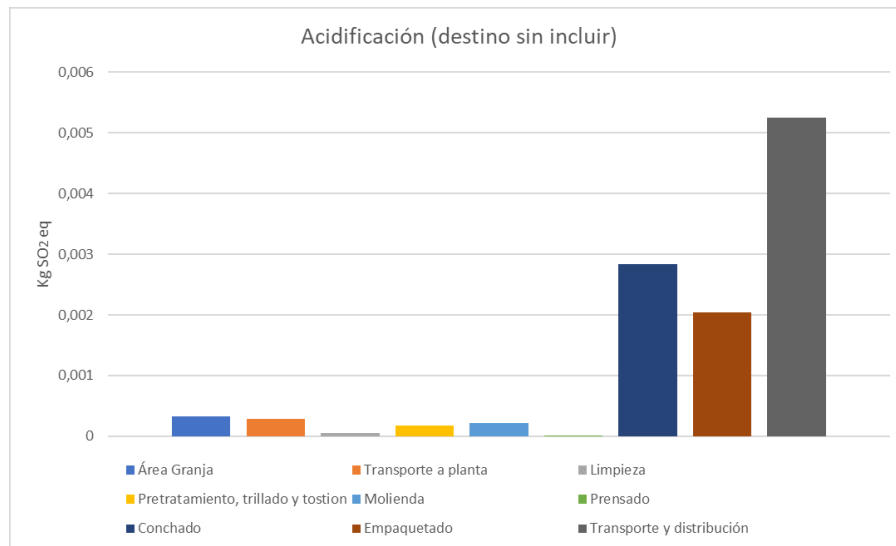
CATEGORÍA DE IMPACTO	TOTAL (Kilogramos)	TOTAL (gramos)
Acidificación	1,12E-02 kg SO ₂ -eq	1,12E+01 gr SO ₂ -eq
Eutrofización	7,09E-03 kg PO ₄ -eq	7,09E+00 gr PO ₄ -eq
Calentamiento global (GWP100a)	2,05E+00 kg CO ₂ -eq	2,05E+03 gr CO ₂ -eq
Oxidación fotoquímica	1,07E-02 kg NMVOC	1,07E+01 gr NMVOC
Agotamiento abiótico (elementos)	4,28E-06 kg Sb-eq	4,28E-03 gr Sb-eq
Agotamiento abiótico (combustibles fósiles)	3,83E+01 MJ	3,83E+01 MJ
Escasez de agua	-9,94E+00 m ³ eq	-9,94E+00 m ³ eq
Agotamiento de la capa de ozono (ODP)	2,70E-07 kg CFC-11 eq	2,70E-04 gr CFC-11 eq

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar la adaptación de los datos en el programa SimaPro fue necesario unir ciertas etapas con el fin de procesar los datos de manera más adecuada, por tanto, las etapas que se unieron fueron: Conchado con inyección y lavado de moldes, empaquetado que incluye la caldera.

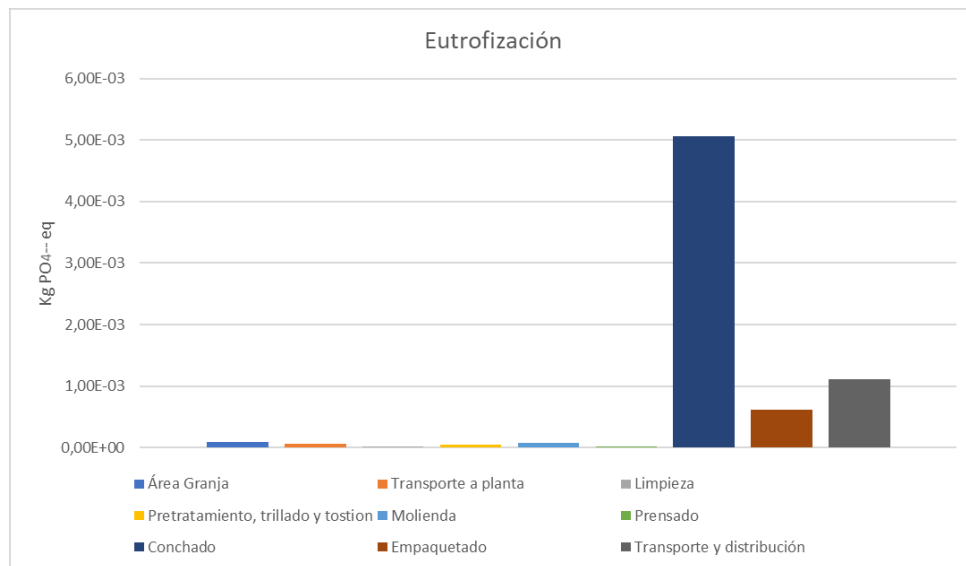
Con el fin de conocer en que procesos unitarios del sistema se encuentran mayores aportaciones a cada una de las categorías se consolidó la tabla #28, alojada en el anexo F en dicha tabla se puede evidenciar que en cada una de las áreas se encuentra una aportación importante a cada categoría como se puede ver en las siguientes graficas:

Ilustración 2: Resultados para la categoría de impacto Acidificación.



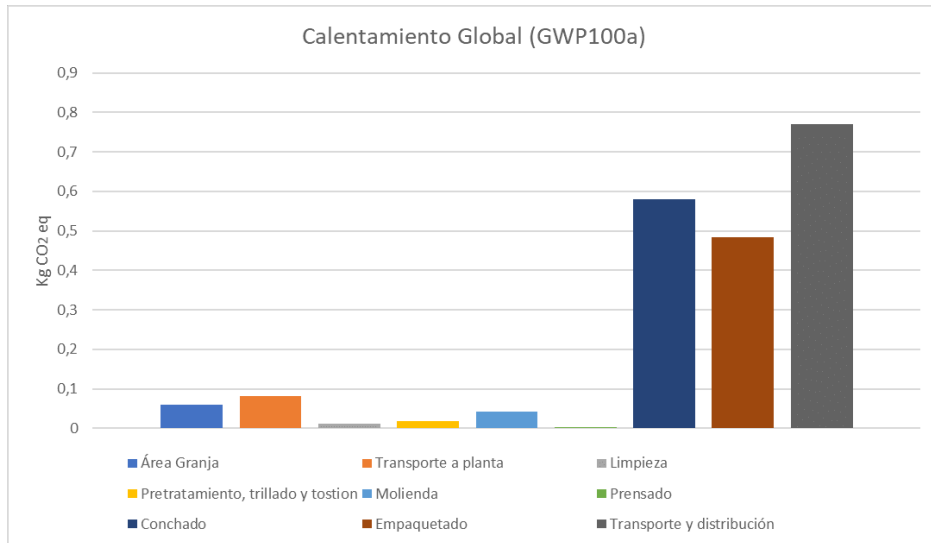
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3: Resultados para la categoría de impacto Eutrofización



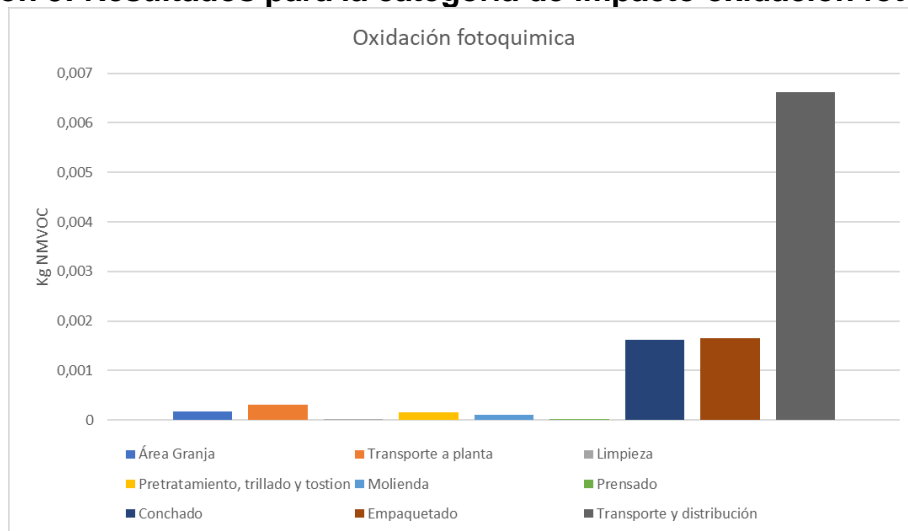
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 4: Resultados para la categoría de impacto Calentamiento Global.



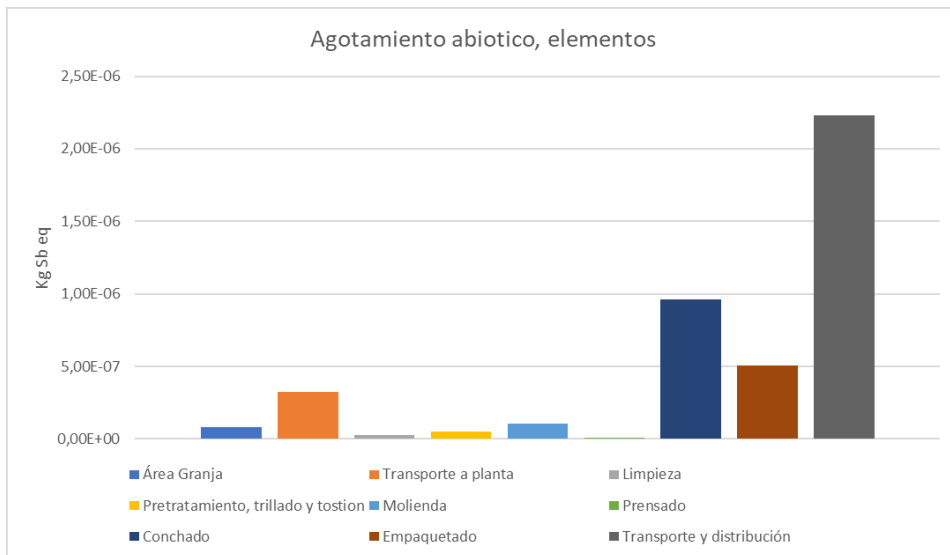
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5: Resultados para la categoría de impacto oxidación fotoquímica.



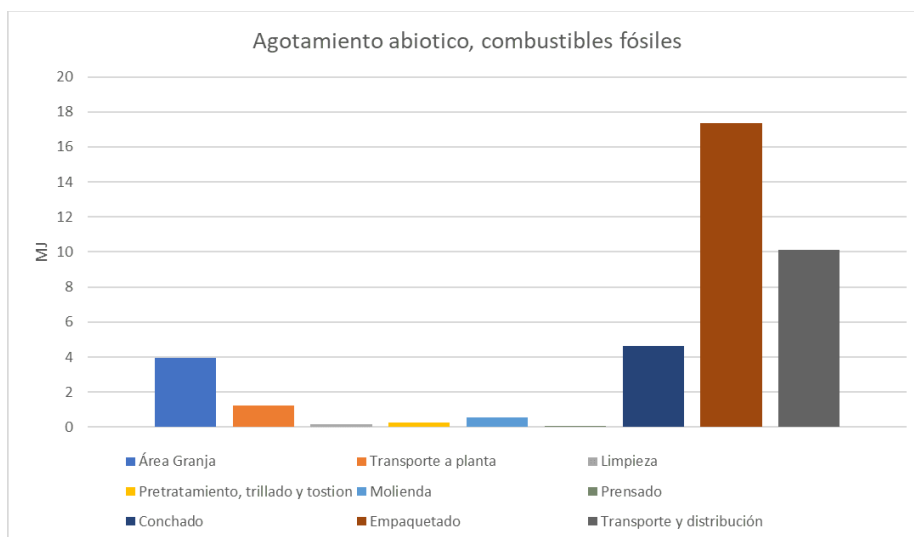
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 6: Resultados para la categoría de impacto agotamiento abiótico (elementos).



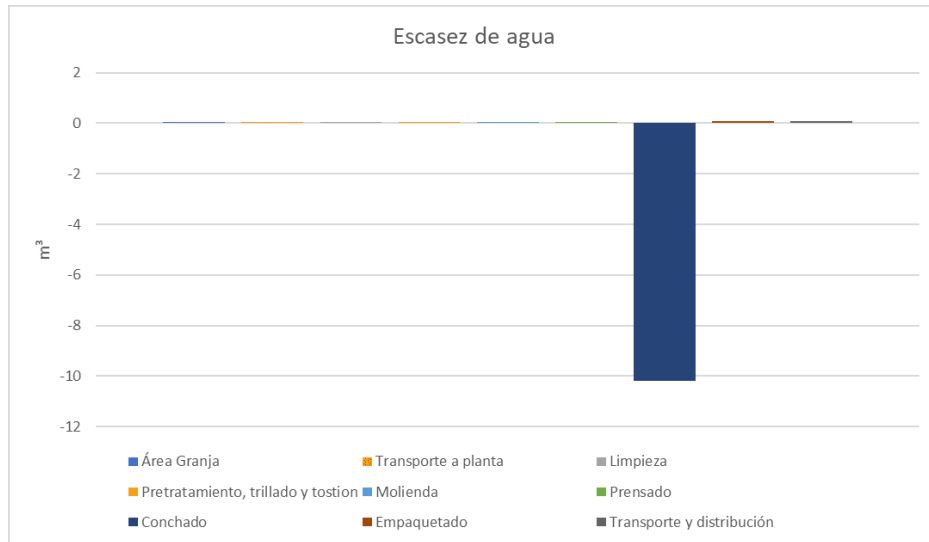
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 7: Resultados para la categoría de impacto agotamiento abiótico (combustibles fósiles)



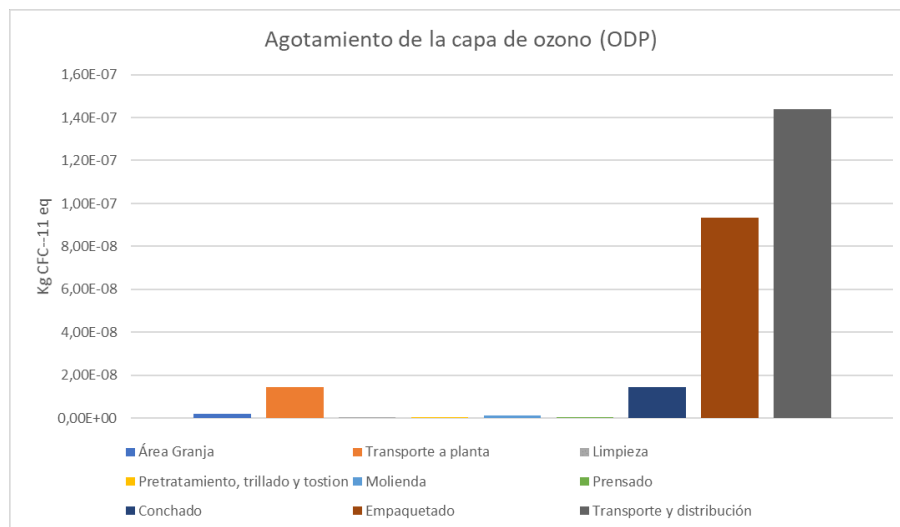
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 8: Resultados para la categoría de impacto Escasez de agua.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 9: Resultados para la categoría de impacto agotamiento de la capa de ozono



Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Interpretación del ACV.

En la categoría de Acidificación por cada 1 kg de chocolatina Lover's se generan del proceso $1,12E-02$ kg SO₂ eq, se pudo identificar que las etapas que tienen un mayor impacto negativo, son el conchado, empaquetado y transporte, esto debido a que se genera una gran cantidad de emisiones, mayormente en el transporte, los compuestos como el azufre y el nitrógeno generan cambios en la química del aire, provocando efectos como la lluvia ácida o cambio del pH de distintos medios, como fuentes hídricas, así como generando un deterioro a estructuras y ecosistemas.

En la categoría de eutrofización por cada 1 kg de chocolatina Lover's se generan del proceso $7,09E-03$ kg PO₄⁻ eq, la etapa de conchado es la que más destaca, esto debido a que en esta etapa se incluye el lavado de moldes, el agua que es usada para este proceso tiene un gran contenido de materia orgánica, por lo que es rico en elementos como potasio, fósforo y nitrógeno, sin embargo, se debe tener en cuenta que para el procesamiento de este dato, no se tuvo en cuenta que la empresa posee tanques de oxidación con microorganismos para verter estas aguas en el sistema de alcantarillado con los parámetros establecidos por ley.

En la categoría de calentamiento global por cada 1 kg de chocolatina Lover's se generan del proceso $2,05E+00$ kg CO₂ eq, esta categoría se ve afectada principalmente por el transporte final, ya que este se realiza por buques y trenes, los cuales recorren largas distancias y no cuentan con tecnologías de mitigación para sus emisiones, por otra parte, las etapas de conchado y empaquetado tienen valores similares, el conchado debido a que se tiene en cuenta el proceso de obtención del azúcar refinado a partir de la caña de azúcar, en este caso se usaron los datos disponibles en la base de datos, por lo que esto puede ser un factor relevante para su cálculo, además de eso, la gran cantidad de impacto generado por el uso de energía eléctrica dentro de la planta, finalmente en el empaquetado se tiene en cuenta el proceso de obtención de vapor de agua por medio de la caldera a base de gas natural, si bien, el gas natural es un combustible de bajo impacto a comparación de otros es considerable su aporte de CO₂ y demás componentes en su combustión debido a sus largas horas de operación.

En la categoría de oxidación fotoquímica por cada 1 kg de chocolatina Lover's se generan del proceso $1,07E-02$ kg NMVOC, al igual que la categoría del calentamiento global, esta categoría se ve afectada por la presencia de óxidos de azufre, óxidos de carbono y óxidos de nitrógeno, que se presentan en las emisiones generadas por los vehículos de transporte de carga, estos compuestos al estar en contacto con rayos de luz solar y NMVOC (non-methane volatile organic compounds) genera lo que se conoce como ozono troposférico o smog fotoquímico, este smog perjudica tanto la salud humana como el medio ambiente, provocando enfermedades respiratorias, y afectando el ciclo de muchas plantas, además de

afectar el clima en zonas urbanas, generando aumento en la temperatura y alteración en las precipitaciones.

En la categoría de agotamiento abiótico, por cada kg de chocolatina Lover's se generan del proceso $4,28E-06$ kg Sb eq. Se logra identificar que los impactos en esta categoría se evidencian en mayor medida en las etapas de conchado, empaquetado y transporte a distribución final, esto debido a que se tiene en cuenta la obtención de la azúcar refinada y de los materiales de empaque y, así pues, en dichas obtenciones se genera una aportación significativa a los impactos negativos a esta categoría. Además, se tiene en cuenta el lavado de moldes y en este caso se hace uso de agua como insumo primordial lo que contribuiría al agotamiento del recurso hídrico y en la etapa de transporte y distribución final el impacto negativo se encuentra en mayor medida debido al consumo de recursos no renovables como combustibles fósiles, al igual que la inminente contaminación del aire por el uso de estos.

En la categoría de agotamiento abiótico (combustibles fósiles) , por cada kg de chocolatina Lover's se generan del proceso $3,83E+01$ MJ, dicho resultado se encuentra presente en las etapas donde es evidente el consumo de combustibles fósiles necesarios para la obtención de los materiales de empaque tanto de plástico como de cartón, los necesarios para el transporte del producto a nivel nacional e internacional hasta el distribuidor final, y el gas natural necesario para el funcionamiento de la caldera, dicha utilización de combustibles fósiles generarían agotamiento de recursos no renovables, contaminación del suelo y fuentes hídricas por acumulación de plásticos y otros materiales con larga duración de degradación (Sánchez, 2020)

Además de generar contaminación del aire por los altos niveles de emisión de sustancias tóxicas, y gases de efecto invernadero (Miranda, 2012).

En la categoría de escasez de agua por cada kg de chocolatina Lover's se generan del proceso $-9,94E+00$ m³ eq, en la gráfica se puede observar que el área que más presenta aportación de esta categoría es el conchado y esto se debe a que en esta etapa se encuentra incluida la fase de lavado de moldes, en ella es necesario la utilización de altas cantidades de agua y de desinfectante líquido, producto que podría llegar a alterar las condiciones normales de vida de microorganismos presentes en el agua, al igual que puede alterar la demanda de oxígeno produciendo condiciones de anoxia y de este modo la muerte de flora y fauna acuática (Brand, 2019).

Cabe resaltar que este resultado se obtiene debido a que en SimaPro no se contaba con una salida de agua con tratamiento, pero en CasaLuker se realiza un tratamiento de dichas aguas con el fin de degradar en gran medida este desinfectante antes de realizar sus descargas al medio ambiente.

En la categoría de agotamiento de la capa de ozono por cada kg de chocolatina Lover's se generan del proceso 2,70E-07 kg CFC-11 eq, es evidente que existe una leve aportación a esta categoría en comparación con las demás, esta se debe al aporte de las emisiones de combustibles fósiles en el transporte final, además en esta categoría no se encuentran evidencias de sustancias generadoras de compuestos clorofluorocarbono-11 (CFC 11) en el proceso de la obtención de la chocolatina Lover's.

Con la información derivada de los resultados se podría definir que la mayoría de los impactos están relacionados a las etapas de conchado las cuales incluyen la inyección del producto y el lavado de moldes, la etapa de empaquetado, y transporte y distribución a el consumo final, debido a que estos registran valores en todas las categorías de impactos relacionadas con el proceso. Las etapas de transporte desde la granja a la empresa CasaLuker y el transporte final se conocen como entradas auxiliares, esto debido a que el combustible no interactúa de manera directa con el producto en estudio, ni es considerado parte fundamental del mismo (Wilches,2014). Por lo tanto, se entiende que los impactos asociados a los procesos de agrícola, y producción en planta (limpieza, pretratamiento, trillado y tostión, molienda y almacenamiento, prensado) no representan entradas o salidas de materiales que evidencie una carga ambiental significativa, aun reconociendo que estos contribuyen a impactos como: agotamiento del recurso hídrico, contaminación del suelo y aire por uso de agroquímicos, aportación de gases de efecto invernadero y contribución al calentamiento global. Las aportaciones de impacto al calentamiento global se encuentran desglosadas en la ilustración 10, alojado en el anexo G.

Para la generación de residuos sólidos se debe tener en cuenta que existen 2 puntos relevantes en todo el proceso, el primero se encuentra en los residuos provenientes de los insumos como el azúcar, lecitina y esencia de vainilla, los cuales son manejados dentro de la empresa Casaluker y son dispuestos a la empresa Eficiencia Ambiental S.A.S. que genera un reporte mensual de todos los residuos recolectados y manejados por ellos para su disposición final; el segundo punto es la disposición final del empaque del producto en la fase de consumo, como es el caso de la plegadiza y empaque plástico, estos se tiene calculados al momento de evaluar la etapa de empaquetado, y no se tiene en cuenta los materiales de embalaje como las cajas de cartón, ya que se asume un escenario ideal donde son llevados a una planta de reciclaje.

Los resultados obtenidos en la tabla 14 en unidades de gramos se puede comparar con los resultados públicos que se encuentran en la página oficial del EPD, en donde se encuentran también varios productos derivados del cacao, donde se logra ver una gran similitud en la cercanía de los datos en varias categorías de impacto, de hecho, se tienen valores inferiores a comparación de estos productos.

Un gran ejemplo de comparación y la categoría de impacto más relevante para los estudios es el calentamiento global, en nuestro estudio de caso se obtuvo un valor

de 2,05E+03 gr CO₂-eq, mientras que los estudios a comparación para los productos “*Mulino Bianco Batticuori - Italian biscuits with chocolate*” y “*Pavesi Gocciolo biscuits with chocolate chips*”, tienen 2,48E+03 gr CO₂-eq y 2,19E+03 gr CO₂-eq, respectivamente, cabe resaltar que estos estudios pueden haber contado con más rigor y herramientas más sofisticadas para efectuar su análisis, sin embargo, para ser un resultado preliminar tiene muy buenas bases para ser comparado con estos.

Ilustración 10: Resultados producto: Mulino Bianco Batticuori - Italian biscuits with chocolate

INDICATORI DI IMPATTO AMBIENTALE dati per 1 kg di prodotto	UPSTREAM		CORE	DOWNSTREAM		TOTALE	
	Produzione ingredienti	Produzione imballaggio e materiali ausiliari	Produzione	Distribuzione	Fine vita imballaggio primario		
POTENZIALE RISCALDAMENTO GLOBALE - GWP (g CO ₂ eq)	Fossile	1,13E+03	2,34E+02	2,30E+02	1,06E+02	5,05E+00	1,70E+03
	Biogenico	1,06E+02	1,30E+00	9,04E-02	1,34E+01	4,49E+00	1,25E+02
	Uso suolo e cambiamento	6,48E+02	1,64E+00	1,06E-02	1,07E-03	8,00E-05	6,49E+02
	Totale	1,88E+03	2,37E+02	2,30E+02	1,19E+02	9,54E+00	2,48E+03
Acidificazione - g SO ₂ equivalente	1,26E+01	1,12E+00	4,12E-01	5,69E-01	1,82E-03	1,47E+01	
Eutrofizzazione - g PO ₄ ⁻³ equivalente	7,67E+00	2,32E-01	6,11E-02	9,30E-02	2,66E-03	8,05E+00	
Form, di ossidanti fotochimici - g NMVOC equivalente	4,86E+00	1,07E+00	4,79E-01	7,29E-01	3,35E-03	7,13E+00	
Potenziale di impoverimento abiotico - elementi g Sb eq	5,31E-03	2,55E-05	2,34E-06	4,60E-06	3,79E-08	5,34E-03	
Potenziale di impoverimento abiotico, combustibili fossili - MJ, potere calorífico netto	1,19E+01	4,30E+00	3,52E+00	1,48E+00	1,50E-03	2,12E+01	
Potenziale scarsità di acqua, m ³ eq	4,72E+00	4,29E-01	3,69E-02	-3,60E-05	1,07E-04	5,19E+00	

Fuente: The international EPD system

Ilustración 11: Resultados producto: Pavesi Gocciolo biscuits with chocolate chips

INDICATORI DI IMPATTO AMBIENTALE dati per 1 kg di prodotto	UPSTREAM		CORE	DOWNSTREAM		TOTALE	
	Produzione ingredienti	Produzione imballaggio e materiali ausiliari	Produzione	Distribuzione allo scaffale	Fine vita imballaggio primario		
POTENZIALE RISCALDAMENTO GLOBALE - GWP (g CO ₂ eq)	Fossile	1,18E+03	1,64E+02	2,56E+02	8,82E+01	1,38E-01	1,69E+03
	Biogenico	7,69E+01	1,03E+00	2,28E-01	9,85E+00	3,41E+00	9,14E+01
	Uso suolo e cambiamento	4,01E+02	1,96E+00	4,51E-02	8,78E-04	5,60E-05	4,03E+02
	Totale	1,66E+03	1,67E+02	2,57E+02	9,80E+01	3,54E+00	2,19E+03
Acidificazione - g SO ₂ equivalente	1,25E+01	7,78E-01	4,41E-01	4,69E-01	9,86E-04	1,42E+01	
Eutrofizzazione - g PO ₄ ⁻³ equivalente	7,85E+00	1,83E-01	8,15E-02	7,59E-02	1,87E-03	8,19E+00	
Form, di ossidanti fotochimici - g NMVOC equivalente	4,53E+00	7,47E-01	4,50E-01	6,00E-01	1,99E-03	6,33E+00	
Potenziale di impoverimento abiotico - elementi g Sb eq	3,16E-03	1,93E-05	3,19E-06	3,84E-06	1,83E-08	3,19E-03	
Potenziale di impoverimento abiotico, combustibles fossiles - MJ, potere calorífico netto	1,21E+01	3,00E+00	3,58E+00	1,23E+00	8,25E-04	1,99E+01	
Potenziale scarsità di agua, m ³ eq	2,78E+00	8,36E-02	6,63E-02	3,42E-06	8,71E-05	2,93E+00	

Fuente: The international EPD system

5.2.4.1 Alternativas y estrategias de mitigación de impactos

Con el fin de dar cumplimiento al tercer objetivo específico se elaboró una matriz donde se exponen las áreas que requieren una intervención y aplicación de alternativas para mitigar los impactos encontrados y las que ya se están llevando a cabo, se encuentra en el anexo H, tabla 29.

6. IMPACTO SOCIAL Y HUMANÍSTICO

La implementación de las estrategias y recomendaciones resultantes de la investigación de este proyecto llegan a influir de gran manera en el aspecto social de dos formas principalmente, en el personal de la empresa y en el consumidor

El consumo y la producción de cualquier producto o servicio depende del uso del medio ambiente y de los recursos naturales del mismo, lo cual contribuye a generar efectos tanto negativos como positivos al medio, es por ello que el análisis del ciclo de vida de la chocolatina Lover's y la implementación de las medidas y estrategias resultantes del presente proyecto influyen de gran manera en la toma de decisiones en la empresa Casa Luker como en el consumidor de este producto, ya que la empresa podrá basarse en los resultados obtenidos para identificar los proveedores de bienes y servicios que en sus procesos o desarrollo de actividades, sean ambientalmente responsables. además, por parte de la empresa se da cumplimiento al objetivo de desarrollo sostenible No. 12 "Producción y consumo responsable", pues se busca generar un progreso económico y social, disminuyendo la degradación ambiental, promoviendo el consumo y la producción sostenible, desvinculando el crecimiento económico de la degradación medioambiental, aumentando la eficiencia de recursos y promoviendo los estilos de vida sostenibles. Todo ello, también pueden contribuir de manera sustancial a la mitigación de la pobreza y a la transición hacia economías verdes y con bajas emisiones de carbono. (Naciones Unidas, 2018)

7. CONCLUSIONES

Los datos suministrados por la empresa CasaLuker correspondían a datos globales de las líneas de producción en planta, por lo cual, para el desarrollo de este proyecto fue necesario recalcular los datos de emisiones y consumo energético para lograr enfocarnos en la línea de Chocolatina Lover's.

Los resultados de los impactos ambientales obtenidos en el análisis de ciclo de vida de este proyecto fueron consistentes con otros estudios realizados bajo la metodología EPD. La metodología utilizada fue precisa para el desarrollo del análisis teniendo en cuenta el proceso de la cuna hasta la tumba, puesto que se evaluaron los impactos ambientales mediante ocho categorías, dando como resultado que para la producción de 1 kg de producto las etapas de inyección, lavado de moldes y empaquetado son las que generan un mayor impacto, debido a que tienen relación directa con el producto y porque para su desarrollo es necesario el uso de energía eléctrica, consumo de agua, y consumo de insumos como azúcar y materiales de empaque que para su obtención generan ciertas afectaciones al medio ambiente; además con respecto al transporte final. Los impactos asociados a la exportación son los que presentan mayor relevancia en este análisis por el consumo de recursos no renovables y por las emisiones generadas en el proceso.

Los resultados obtenidos son muy fieles a los esperados encontrados en bibliografía, si bien en ciertos impactos se puede evidenciar una gran variación de los resultados esperados, esto se puede deber a la generalidad de los datos que se lograron recolectar para este estudio, o las bases de datos seleccionadas para su análisis, sin embargo, cumple en un alto porcentaje las expectativas esperadas.

La etapa que cuenta con el mayor aporte en los impactos negativos dentro del proceso productivo es el transporte final y distribución del producto final, debido a que este se exporta a Estados Unidos, y es difícil intermediar en esta etapa, sin embargo, la empresa prestadora del servicio de transporte cuenta con un muy bien estructurado plan para la mitigación de sus impactos, contando con estrategias como el uso de combustibles más eficientes y menos contaminantes como lo es el gas natural licuado (GNL) haciendo que su combustión sea lo más controlada posible, disminuyendo los riesgos de explosión e incendio y, si por algún motivo se presentan fugas este se evapora de manera rápida en el ambiente evitando en gran medida impactos a largo plazo.

Se encontró una limitación a la hora de gestionar la recolección de datos para el área agrícola, debido a que la empresa se abastece de la producción de pequeños productores cacaoteros artesanales ubicados en Tumaco, los cuales no cuentan con registros de datos de ningún tipo, por tanto, los datos que se obtuvieron para esta etapa pertenecen a datos de la finca Royce, ubicada en el municipio de Neria,

en el departamento de Caldas, la cual pertenece a CasaLuker y de la cual había disponibilidad y la información suficiente.

Este estudio cuenta con la estructura base para la comparación con productos similares, es decir, una barra de chocolatina a base de cacao temperado. Además, este análisis de ciclo de vida cuenta con la estructura base para poder replicarlo en estudios de otras líneas de producción de la empresa CasaLuker, sin embargo, es importante resaltar que para más exactitud de los resultados se debe contar con mayor detalle del análisis de inventario para cada producto.

8. RECOMENDACIONES

Principalmente, es importante que CasaLuker cuente con una recolección de datos más específica y organizada para las distintas líneas o productos que elabora, es decir, poder cuantificar por asignación másica o por tiempo algunos datos como emisiones, generación de vapor y consumos energéticos.

El caso de estudio presentado contó con ciertas limitaciones debido a la información disponible para trabajar, como por ejemplo la información de insumos, para esto, se recomienda que CasaLuker pueda realizar una gestión y llegar a acuerdos con sus proveedores para que estos puedan brindar toda la información necesaria para poder replicar estudios de ACV más completos de sus productos, facilitando así el proceso y pudiendo tener resultados más exactos acorde a la realidad.

Uno de los equipos que tiene gran relevancia en el proceso es la caldera, debido a que de esta depende una gran cantidad de procesos y equipos para poder operar de manera adecuada; actualmente CasaLuker está llevando a cabo un estudio para mejorar la eficiencia de la caldera y poder tener un control más adecuado del funcionamiento de este equipo, lo cual se recomienda que se siga profundizando en optimizar las condiciones de operación de este equipo y poder contar con una base de datos sólida para futuros estudios.

Se recomienda que la empresa CasaLuker realice un estudio de sustentabilidad, teniendo en cuenta las etapas del análisis de ciclo de vida aquí realizado, con el fin de generar un análisis completo de los aspectos e impacto ambientales, económicos y sociales.

Dentro de los objetivos de la empresa CasaLuker se encuentra poder ser una empresa con responsabilidad ambiental y lograr disminuir sus impactos negativos al medio ambiente, para esto, se recomienda que la empresa realice los ajustes y actividades necesarias para ello, haciendo control a sus equipos, verificando las condiciones de operación, optimizar los procesos, hacer un control en manejo de emisiones, entre otras, por ejemplo; de igual forma, CasaLuker también puede exigir a sus proveedores realizar dichos ajustes, u optar por encontrar proveedores que cuenten con certificados ambientales en sus procesos, logrando así que gran porcentaje del producto que se elabore sea amigable al medio ambiente.

Se suministraron a la empresa una variedad de formatos que facilitan la recolección de información por parte de sus proveedores tanto de materia prima como insumos, se recomienda adecuarlos dependiendo de las necesidades y hacer uso de estos regularmente, con el fin de tener una base de datos para poder implementarla en estudios futuros.

9. ANEXOS

A. Anexo: Información Recolectada para todo el Proceso Agrícola.

Tabla 15. Información de siembra, cosecha, obtención de granos de cacao.

FORMATO 1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE SIEMBRA, COSECHA Y OBTENCIÓN DE GRANOS DE CACAO			
Elaborado por:		Fecha:	
Número de fincas: 1	Ubicación: Neira, Caldas	Coordenadas	5°11'09.2"N 75°39'39.6"W
Extensión de la finca:	16 ha	Otros:	
¿Cuántos cultivos tienen en la finca y que extensión tiene cada uno?, ¿Cuánto tiempo tarda cada cultivo para obtener la cosecha del cacao?			
<p>RTA: Se cuenta con dos cultivos en la finca, uno es de cacao y el otros de Gmelina El cultivo de cacao cuenta con 12 hectáreas productivas La finca cuenta con 1 hectárea de Gmelina que es un maderable que suministra sombra al cultivo de cacao Desde el momento en que se siembra la semilla y se injerta la planta, se obtiene la primera producción entre los primeros 18 y 24 meses; sin embargo, el cultivo se estabiliza en producción cuando alcanza el séptimo año de producción, es allí donde se consideran como árboles adultos. Para que una flor se vuelva fruto, tarda entre 5 y 6 meses para que sea cosechada.</p>			
¿Cuál es la producción de cacao generada al mes por la finca?			

RTA: La producción de cacao varía mes a mes, tenemos dos picos de cosecha en el año, donde se produce más o menos el 70% del cacao. El otro 30% se produce en los meses de baja producción.
El mes de menor producción ha sido 37 kilos secos y el de mayor producción ha sido 2.626

Liste las etapas realizadas durante el cultivo para la obtención de los granos de cacao.
Posterior a esta lista, vaya al formato número 2, recolección información del proceso de cultivo y obtención del cacao y especifique para cada etapa cuales son las entradas y salidas, y especifique en cuales se utilizan recursos como agua o energía y en que cantidades, consumos al mes o por duración del cultivo, además especifique que residuos o vertimientos se generan en cada una de las etapas.

RTA: Etapas para la obtención de los granos de cacao:

- Vivero
- Establecimiento
- Etapa productiva
- Post cosecha

¿Cuál es la cantidad de cacao que sale para la empresa CasaLuker y como se obtiene con relación a la extensión de los cultivos, es decir, cuanto tiempo tardan y cuál es la extensión del cultivo necesaria para lograr cumplir con lo que deben enviar a la empresa?

RTA: No se tiene un estimado de cuanto se debería producir para la empresa, ya que Luker Chocolate se abastece mayormente de pequeños productores alrededor del país, por lo que las plantaciones no alcanzan a abastecer la demanda de cacao.
Sin embargo, todo lo que se produce en la finca Royce se procesa en la fábrica de Luker, en ese sentido, hemos producido 47 toneladas de cacao seco a lo largo de 5 años.

¿Cuál es el consumo de agua con relación a la extensión de los cultivos? y, ¿Cuál es la fuente proveniente de agua (subterránea, pluvial, superficial) que se implementa para los cultivos?

RTA: Hay un consumo de agua en el cultivo aproximadamente 1.000.000 de L al año teniendo en cuenta cada uno de los procesos de manejo del cultivo y la fuente proveniente de agua es pluvial

¿Cuál es el consumo de energía eléctrica por extensión de cultivo? Y, ¿Qué equipos son los que consumen energía?

RTA: En la finca hay un consumo de energía eléctrica en general de 930 Kwh en donde para el cultivo solo aplicaría de dos motobombas que hay para el sistema de riego y cuando este lo requiera

¿Cuál es el consumo de energía térmica por extensión de cultivo?, ¿Qué tipo de energía térmica implementan (Gasolina, gas natural, GLP, ACPM, carbón)? Y, ¿En qué equipos o etapas del cultivo se consume dicha energía?

RTA: Hay consumo de gasolina con máquinas y equipos empleados en cada una de las etapas mencionadas del cultivo
 Gasolina: (guadaña, fumigadora motorizada, estacionaria) aproximadamente 30 galones por mes
 Gas propano: (preparación de alimentos) aproximadamente dos cilindros al mes de 33 libras

¿Utilizan agroquímicos? ¿Cuáles, y que cantidad por extensión de cultivo?, ¿En qué presentación y en que cantidades llega este producto a la finca?

RTA: Es este se realizarán las especificaciones en los ítems continuos

Fungicidas

2. Fertilizantes Foliares

¿Utilizan fertilizantes? ¿cuáles, y que cantidad por extensión de cultivo?, ¿en qué presentación y en que cantidades llega este producto a la finca?

RTA:

Ksc	Litros o kilogramos	Las cantidades son dependientes de lo que se requiera para el cultivo
Wuxal	Litros	
Zintrac	Litros	
Cabtrac	Litros	
Nitrato de potasio	Kilogramos	

¿Utilizan pesticidas, fungicidas?, ¿cuáles y que cantidad por extensión de cultivo?, ¿en qué presentación y en que cantidades llega este producto a la finca?

RTA:

Nativo	Litros	Las cantidades son dependientes de lo que se requiera para el cultivo
Ridomil	Kilogramos	
Novoflix	Kilogramos	
Really	Litros	
Dithane	Kilogramos	
Fosetil de aluminio	Kilogramos	

¿Cuáles son los sistemas de recolección del cacao?

RTA: El sistema de recolección de cacao es manual y consiste en cortar con tijeras podadores el peciolo del fruto, no se puede arrancar el fruto porque desgarraría el árbol. Luego de que se corta, se debe partir para retirar los granos de cacao de la cascara. Por último, se deposita en los cajones de fermentación para que se realice el proceso de beneficio del cacao.

¿Cantidad de camiones que se utilizan para transportar el cacao que llevan a la empresa CasaLuker?

RTA: Royce al ser una finca pequeña, por lo general solo usa un camión pequeño cada dos o tres meses, algunas veces, pueden pasar más de tres meses sin que se despache el cacao, ya que en los meses de baja producción no se justifica contratar un camión para llevar el cacao a la fábrica.

En cambio, de hacer envíos mensuales, nosotros acopiamos cacao en la finca por un tiempo

¿Cuáles son los residuos generados durante la cosecha, recolecta y procesamiento de obtención de cacao? ¿Qué cantidad de residuos orgánicos, inorgánicos y peligrosos se generan?

RTA: Los residuos generados son:

La cascara de cacao o cacota

Los jugos de la pulpa de cacao

La pulpa del cacao
Lixiviados de beneficio
Inorgánicos ninguno

¿Realizan algún tipo de gestión de los residuos generados? ¿Cuál?

RTA: Los lixiviados de la fermentación se disponen en un tanque donde luego son usados como herbicidas, ya que estos tienen la capacidad de quemar malezas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Entradas y salidas del proceso agrícola.

FORMATO 2. ENTRADAS Y SALIDAS PROCESO AGRICOLA						
Elaborado por:					Fecha:	
ENTRADAS						
Etapa, proceso subproceso, o equipo	ENTRADAS	CANTIDAD	UNIDAD	FRECUENCIA	PRESENTACIÓN	DESCRIPCIÓN DE USO
ETAPA 1	sustrato de suelo	4,5	metros cúbicos	2 veces al año	volquetas de 4,5 toneladas	llenado de bolsas
	bolsas	1500	unidad	2 veces al año	15 x 30	contenedor como sustrato

VIVERO	semilla	1500	unidad	2 veces al año		se siembra en el sustrato como patrón para injertar
	riego	200	litros	2 veces al año	liquido	se hace riego con manguera en tiempo seco
	nutrición	16,5	kilogramos	2 veces al año	granulado	fertilización edáfica
ETAPA 2 ESTABLECIMIENTO	colinos	1500	unidad	2 veces al año	bolsas con los colinos para siembra	se siembra en los huecos dispuestos de 20 x 30
	micorriza	30	kilogramos	2 veces al año	bultos de 50 kilos	agente microbiano para enraización en la siembra
	materia orgánica	150	kilogramos	2 veces al año	bultos de 25 kilogramos	sustrato producido en la finca, reempacado en los bultos
	nutrición	40	gramos	cada 2 meses	bultos de 50 kilogramos	productos como: rafos, levante, sembrador
ETAPA 3 ETAPA PRODUCTIVA	nutrición	350	kilos/gramos	4 veces al año	bultos de 50 kilos	fertilización edáfica mezcla química azutek
	foliar	1/200	kg/l	4 veces de año	frascos de litro / bolsa kilogramo	complemento foliar para cuajamiento y

						llenado (zintrac, Cabtrac)
SALIDAS						
Etapa, proceso subproceso, o equipo	SALIDAS	CANTIDAD	UNIDAD	FRECUENCIA	PRESENTACIÓN	DESCRIPCIÓN DE USO
ETAPA 1 VIVERO	sacos	1	unidad	1 vez al año	sacos no vegetales	despuestos del uzo son reutilizables
ETAPA 2 ESTABLECIMIENTO	sacos	3	unidades	cada dos meses al año	sacos no vegetales	despuestos del uzo son reutilizables
	bolsas	1500	unidades	2 veces al año	bolsas de plástico de 15 x 30	bolsas no reutilizables después de la siembra del colino
ETAPA 3 PRODUCCIÓN	sacos	336	unidades	1 vez al año	sacos de 50 kilos	despuestos del uzo son reutilizables
	casaca de mazorca	48	toneladas	2 veces al año	casaca vegetal	cobertura / abono orgánico
ETAPA 4 POSTCOSECHA	jugo de cacao	1/10	litro / kilogramos	en cada periodo de cosecha	liquido	1 litro de jugo por cada 10 kilos de cacao en baba

(BENEFICIO SECADO)	lavado en beneficio	1000	litros	1 vez al mes	liquido	se realiza mantenimiento del área de fermentación
--------------------	---------------------	------	--------	--------------	---------	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Transporte de cacao crudo por carretera hasta CasaLuker.

FORMATO 3. TRANSPORTE DEL CACAO CRUDO DESDE LA FINCA HASTA LA EMPRESA CASALUKER							
Elaborado por:						Fecha:	
MEDIO DE TRANSPORTE	TIPO DE COMBUSTIBLE	CANTIDAD PROMEDIO	UNIDADES	FRECUENCIA	DISTANCIA RECORRIDA (Km)	MODELO Y MARCA DEL VEHICULO	DESCRIPCIÓN DE USO Capacidad del vehículo (Kg)
VEHICULO 1	ACPM	2	tonelada	(dependiendo de los picos de cosecha) cada 2 o 3 meses	42	modelo 1996 marca Chevrolet	tiene una capacidad de 4 toneladas

Fuente: Elaboración propia

B. Anexo: Información Recolectada para la Producción en Planta.

Tabla 18. Información del proceso de producción en planta.

FORMATO 4. RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CHOCOLATINA LOVER'S							
Elaborado por:					Fecha:		
Procesos dentro de la etapa	EQUIPOS	ENTRADAS	CANTIDAD (Ton)	FRECUENCIA	SALIDA	CANTIDAD (Ton)	FRECUENCIA
LIMPIEZA							
Limpieza de Cacao	Separación, remoción de partículas y derivados	Cacao entero	9052,155 kg	1 bache de producción	Cacao Limpio	8957,955 kg	1 bache de producción
Limpieza de Cacao	Separación, remoción de partículas y derivados	Subproductos		1 bache de producción	Cascarilla Sucia Ripio Grano Múltiple cacao Basura	37,792 kg 15,117 kg 26,454 kg 15,117 kg 0,982 kg 0,302 kg	1 bache de producción

					Piedra Metales		
PRE-TRATAMIENTO							
Tratamiento Térmico - pretratamiento	IR	Cacao Limpio	8957,955 kg	1 bache de producción	Se pierde humedad 2 al 3 %	8778,80 kg	1 bache de producción
TRILLADORA							
Trillado	Trilladora	Cacao Limpio	8778,80 kg	1 bache de producción	Nibs de cacao crudo 4 al 6 %	7558,548 kg	1 bache de producción
Trillado	Trilladora				Cascarilla Limpia	687,827 kg	1 bache de producción
TOSTIÓN							
Tostión	Tostador	Nibs de cacao crudo	7558,548 kg		Nibs tostados	7558,548 kg	1 bache de producción
MOLIENDA							
Tostión	Molinos de bolas y	Nibs tostados	7558,548 kg		Licor de cacao estimado	7506,005 kg	1 bache de producción
5.1 PRENSADO							

Prensa	Prensa	Licor de cacao	7506,005kg				
COBERTURA							
Buhler		Manteca de cacao Origen	1000 kg		PS Cobertura Dark Lover's	10000	1 bache de producción
Buhler		Azúcar	1466,168 kg				
Buhler		Emulsionante (Lecitina)	20,018 kg				
Buhler	Mezclado	Esencia de vainilla	15,009 kg				
INYECCIÓN							
Buhler	Concha	PS Lover's	10000 kg		Lover's granel (Envolvedora)		
					Envoltura	Se Utiliza 220 Unidades 7,9 % de desperdicio	
					Barreduras	0,3 %	

					Extra contenido	4 a 5 gramos por pastilla	
					Reproceso	Maso menos el 8 %	
REEMPAQUE							
		Sticker	1390 unidades		PT L s	10.000 kg	
		Plegadiza	100.080 unidades 11,2 gramos				
		Display	5560 unidades 80 gramos				
		Caja master	695 unidades				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Consumo energía y emisiones generadas.

EQUIPO O PROCESO	PRODUCTO PROCESADO PRIMER SEMESTRE (kg)	ENERGÍA REQUERIDA PRIMER SEMESTRE (kWh)	PRODUCTO PARA ANALIZAR (kg)	ENERGÍA CALCULADA (kWh)	EMISIONES (Kg)
Limpieza (limpiadora, despedadora)	7061110	335114	11231,8023	533,05135	PM: 0,376627125
Pretratamiento (IR, trilladora, tostión)	7061110	595359	11114,92	937,15686	NOx: 1,12988138 PM: 1,30312985
Molienda	6998570	1483512	9326,005	1976,8667	---
Almacenamiento	7326697	39975	9326,005	50,883372	---
Prensa	1691656	136925	1820	147,31334	---
Mezclado y refinado Buhler	792003	138189	10007,2	1746,0603	PM: 3,366666667
Conchado Buhler	1103230	382670	10007,2	3471,1304	
Cobertura Buhler	1123114	243797	10007,2	2172,2865	
Chocomaster	745323	203208	10007,2	2728,4051	---

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Información para el proceso lavado de moldes.

CANTIDAD DE MOLDES	N° UND. POR MOLDE	CANTIDAD DE AGUA POR MOLDE (L)	CANTIDAD DE ESTIBAS	CANTIDAD AGUA PARA LAVADO Y ENJUAGUE (L)	CONSUMO DE AGUA EN L, PARA DESINFECCIÓN	TOTAL, CONSUMO DE AGUA (L)	CANTIDAD HORAS TRABAJADAS	CONSUMO DE DESINFECTANTE (L)
620	18	4.2	4	1360	1240	2600	22	6,2 El desinfectante llega en un recipiente de

								PEAD con capacidad de 5 Litros
--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Datos suministrados para caldera

ETAPAS	TIEMPO POR PRODUCCIÓN (H)	PROMEDIO CONSUMO DE COMBUSTIBLE (M3/H)	COMBUSTIBLE TOTAL (M3)	PROMEDIO GENERACIÓN DE VAPOR (kg/H)	GENERACIÓN DE VAPOR TOTAL (kg)
Limpieza	12,5542	144,0718954	1808,70739	1382,988235	17362,3109
Molino	3,730402	144,0718954	537,4460868	1382,988235	5159,102079
Tanques	4	144,0718954	576,2875817	1382,988235	5531,952941
Prensa	2,29549546	144,0718954	330,7163819	1382,988235	3174,643215
Suma Total	22,58009746		3253,15744		31228,00914

Fuente: Elaboración propia

C. Anexo: Información Recolectada sobre el Proceso de Empaque.

Tabla 22. Información de empaques para la chocolatina Lover's.

FORMATO 5. INFORMACIÓN CORRESPONDIENTE A EMPAQUES		
Elaborado por: Diana Lancheros	Fecha:	
EMPAQUE FLOWPACK		
¿De qué tipo de material está compuesto el flowpack?		
RTA: BOPP Mate 49%, Tinta 4%, Adhesivo 5%, M BOPP 42%		
¿Cuál es la presentación en la que llega a la empresa, viene dentro de otro empaque?, ¿cuál, de que material es y cuánto pesa? ¿Cuántas unidades vienen por cada presentación?		
RTA: Si, viene con dos empaques, el primero es envoltura de polietileno por unidad, la unidad viene por m ² , el secundario es el protector de core por unidad y tiene un peso de 13,5 kg, este último es el embalaje.		
¿Cuál es el peso de un empaque Flowpack?		
RTA: 1,12 gramos		
¿Cuántos flowpack se consumen al mes?		
Depende de la cantidad de producción que se realice al mes. El promedio se encuentra en RTA: 4.760 unidades al año, 400 a mes		

¿Cuántas veces al mes se compra el empaque flowpack?
RTA: 4 veces al año
¿Cuál es el proveedor de este empaque?
RTA: Flexo Spring SAS.
¿Cuántos residuos se generan al mes del empaque en el que viene el flowpack? Y, ¿realizan alguna gestión para este residuo? ¿Cuál?
PLEGADIZA
¿De qué tipo de material está compuesta la plegadiza?
RTA: Barniz uv mate total, con reservas en área de pega y codificación Tinta RTA: Cartón esmaltado de fibra virgen, reverso Café
¿Cuál es la presentación en la que llega a la empresa, viene dentro de otro empaque?, ¿cuál, que material y cuánto pesa? ¿Cuántas unidades vienen por cada presentación?
RTA: Si, viene con empaque en corrugado por 280 unidades, pesa 15,6 kg +/- 5%
¿Cuál es el peso de una plegadiza?
RTA: 11 gramos
¿Cuántas plegadizas se consumen al mes?
RTA: 2.196.560 al año, en promedio 182.963 al mes

¿Cuántas veces al mes se compra la plegadiza?
RTA: Se compra aproximadamente 6 veces al año
¿Para cuantas barras de chocolatina Lover's se utiliza la plegadiza?
RTA: Para dos unidades
¿Cuál es el proveedor de este embalaje?
RTA: MM packaging Colombia SAS
¿Cuántos residuos se generan al mes del empaque en el que viene la plegadiza? Y, ¿realizan alguna gestión para este residuo? ¿Cuál?
DISPLAY
¿De qué tipo de material está compuesto el display?
RTA: Papel (Fibra celulosa: 89-90% - Agua: 8-9% - Carga o pigmentos: 2-1%), Goma (Agua: 75,58% -- Almidón: 23,48% - Químicos: 0,44% - Químicos control bacteriológico: 0,40%), PVA y Tinta
¿Cuál es la presentación en la que llega a la empresa, viene dentro de otro empaque?, ¿cuál y cuánto pesa? ¿Cuántas unidades vienen por cada presentación?
RTA: Si, vienen en vinipel por paquetes de 30 unidades
¿Cuál es el peso de un display?
RTA: 76 gramos
¿Cuántos display se consumen al mes?

RTA: 121.000 al año, en promedio 10.083 al mes
¿Cuántas veces al mes se compran display?
RTA: En promedio 5 compras al año
¿Para cuantas plegadizas se utiliza el display?
RTA: 16 plegadizas
¿Este embalaje posee algún sticker o añadido?, ¿cuál, de que material y cuánto pesa?
RTA: No
¿Cuál es el proveedor de este embalaje?
RTA: Cartones América SA CAME
¿Cuántos residuos se generan al mes del empaque en el que viene el display? Y, ¿realizan alguna gestión para este residuo? ¿Cuál?
CAJA MASTER
¿De qué tipo de material está compuesta la caja master?
RTA: Papel (Fibra celulosa: 89-90% - Agua: 8-9% - Carga o pigmentos: 2-1%), Goma (Agua: 75,58% -- Almidón: 23,48% - - Químicos: 0,44% - químicos control bacteriológico: 0,40%), PVA y Tinta
¿Cuál es la presentación en la que llega a la empresa, viene dentro de otro empaque?, ¿cuál y cuánto pesa? ¿Cuántas unidades vienen por cada presentación?
RTA: Si, viene en vinipel por paquetes por 30 unidades

¿Cuál es el peso de una caja master?
RTA: 496 gramos
¿Cuántas cajas master se consumen al mes?
RTA: 12.459 al año, un promedio de 1.036 al mes
¿Cuántas veces al mes se compra la caja master?
RTA: Promedio 5 compras al año
¿Para cuantos display se utiliza la caja master?
RTA: 8 display
¿Este embalaje posee algún sticker o añadido?, ¿cuál y de que material es?
RTA: Si, se ponen 4 stickers de código barras en las 4 caras de la caja
¿Cuál es el proveedor de este embalaje?
RTA: Cartones América SA CAME
¿Cuántos residuos se generan al mes del empaque en el que viene el display? Y, ¿realizan alguna gestión para este residuo? ¿Cuál?
RTA: Todos los datos de residuos corresponden al área de gestión ambiental y no de nuestra dependencia.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Transporte de empaques desde el proveedor hasta CasaLuker.

FORMATO 6. TRANSPORTE DE LOS EMPAQUES DESDE EL PROVEEDOR HASTA LA EMPRESA CASALUKER.						
Elaborado por:					Fecha:	
MATERIALES DE EMPAQUE	TIPO DE COMBUSTIBLE	CANTIDAD DE COMBUSTIBLE (Gal)	CANTIDAD DE ENTREGAS AL MES	DISTANCIA RECORRIDA (Km)	MODELO Y MARCA DEL VEHICULO	DESCRIPCIÓN DE USO Capacidad del vehículo (Kg)
Proveedor FLOWPACK						
Proveedor PLEGADIZA	ACPM	30 – 40 galones	10	460	Se utilizan varias marcas y modelos de vehículos ya que contamos con empresas contratadas de transporte	--
Proveedor DISPLAY	Gasolina o Gas	No reporta	Una vez al mes	19 kilómetros	El proveedor manifiesta: no las tenemos porque es una flota que no es muestra	la capacidad de los vehículos son diferentes y se utiliza el que esté de turno y el cubicaje que tenga
Proveedor CAJA MASTER	Gasolina o Gas	No reporta	Una vez al mes	19 kilómetros	El proveedor manifiesta: no las tenemos por qué es una flota que no es muestra	la capacidad de los vehículos son diferentes y se utiliza el que esté de turno y el cubicaje que tenga

Fuente: Elaboración propia.

D. Anexo: Información Recolecta sobre los Insumos Implementados.

Tabla 24. Información sobre insumos del proceso productivo en planta.

FORMATO 7. RECOLECCIÓN INFORMACIÓN SOBRE INSUMOS DEL PROCESO PRODUCTIVO EN PLANTA			
Elaborado por:			
AZUCAR BLANCA (cod. 4100006 – ID01DH01)			
¿En qué presentación (tamaño y empaque) llega el producto a la empresa?, ¿Cuáles son las características del empaque (materiales y peso)?			
RTA: Ver FT del material de empaque y producto.			
¿Cantidad de azúcar blanca que se compra al mes?			
RTA: 4.380 ton comparadas en 2.020 en promedio mes 365 ton			
¿Cuál es el proveedor de este insumo?			
RTA: DNA Distrital SAS – Proveedor No recurrente Ingenio Carmelita Ingenio Providencia Ingenio Risaralda Ingenio Manuelita – Compra Puntual Riopaila Castilla.			

¿Requiere condiciones especiales de almacenamiento? ¿Cuáles? y especifique detalladamente.
RTA: Ver FT del producto.
LECITINA DE SOYA (cod. 4100830 – NonGMO – IP)
¿En qué presentación (tamaño y empaque) llega el producto a la empresa?, ¿Cuáles son las características (materiales y peso) del empaque?
RTA: Bidones metálicos.
¿Cantidad de lecitina que se compra al mes?
RTA: Promedio de 1.650 kilos mes
¿Cuál es el proveedor de este insumo?
RTA: Distribuidora Córdoba SAS
¿Requiere condiciones especiales de almacenamiento? ¿Cuáles? y especifique detalladamente.
RTA: Ver ficha técnica
ESCENCIA VAINILLA NATURAL MEX (cod. 4100766 - EC0158742)
¿En qué presentación (tamaño y empaque) llega el producto a la empresa?, ¿Cuáles son las características (materiales y peso) del empaque?
RTA: Ver ficha técnica producto y empaque
¿Cantidad de extracto de vainilla que se compra al mes?
RTA: Promedio de 100 kilos mes

¿Cuál es el proveedor de este insumo?
RTA: MANE SUCURSAL COLOMBIA
¿Requiere condiciones especiales de almacenamiento? ¿Cuáles? y especifique detalladamente.
RTA: Ver ficha técnica producto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Transporte de insumos desde proveedor hasta CasaLuker.

FORMATO 8. TRANSPORTE DE LOS INSUMOS DESDE EL PROVEEDOR HASTA LA EMPRESA CASALUKER						
Elaborado por:	AZUCAR			Fecha:		
ORIGEN	TIPO DE COMBUSTIBLE	CANTIDAD DE COMBUSTIBLE PROMEDIO (Gal)	CANTIDAD DE ENTREGAS AL MES	DISTANCIA RECORRIDA (Km) POR VIAJE A CASA LUKER BTA	MODELO Y MARCA DEL VEHICULO	DESCRIPCIÓN DE USO Capacidad del vehículo (Kg)
AZUCAR						
PROVIDENCIA	Diesel	84	6	419	Kenworth / 2017	34000
RIOPALIA	Diesel	68	3	339	Kenworth / 2017	34000

RISARALDA	Diesel	66	8	328	Kenworth / 2017	34000
LECITINA DE SOYA						
Transporte del fabricante a puerto	Diesel	10 litros/100 km	2 ton/mes	35 km desde la Planta al puerto	Varios: camión tráiler de mercancía pesada	Capacidad máxima de 24.000 kg netos
Transporte del puerto a instalaciones proveedor	DIESEL	180 galones/25 km x galón	4.5Ton/mes	510 km desde el Puerto hasta la bodega	Tracto mulas: camión tráiler de mercancía pesada	Capacidad máxima de 34.000 toneladas
Transporte Proveedor a Cliente	DIESEL	1 galón/15 km	2ton/mes	9 km de nuestra bodega a Casa Luker	Furgones NPR (Modelos 2001 –2006 – 2021)	Capacidad máxima de 4.500 kg
ESENCIA DE VAINILLA						
Transporte del fabricante a puerto	gasolina	---	---	500 km	variable servicio consolidado	variable servicio consolidado
Transporte del puerto a instalaciones proveedor	ACPM / gas	----	---	650 km	variable servicio consolidado	variable servicio consolidado
Transporte Proveedor a CasaLuker	ACPM	20 galones	2 veces al mes promedio	40 km	2016 chevrolet fr	5900 kg

Fuente: elaboración propia.

E. Anexo: Información Recolectada para Transporte y Comercio Exterior.

Tabla 26. Información del producto terminado y su distribución.

FORMATO 9. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO Y SU DISTRIBUCIÓN			
Elaborado por:	Alba Castro	Fecha:	09/09/2021
¿Por qué medio se realiza el transporte del producto? ¿Necesita condiciones especiales de almacenamiento?			
Marítimo, se envía el producto en contenedores refrigerados los cuales deben estar bajo las siguientes condiciones: Temperatura: +18°C Humedad: 65% Ventilación: Cerrada			
¿En qué sitio se entrega el producto terminado y cuáles son los sitios de distribución?			
De acuerdo con la negociación actual que se tiene con el cliente (INCOTERM FOB) el punto de entrega es en puerto de origen, Cartagena. Los puertos de destino a donde se envía el producto son: Chicago Long Beach Los Ángeles Oakland Philadelphia			
¿Cuántos envíos de este producto hacen al mes?			

MES/AÑO	CONTENEDORES 20RF
ago-20	2
sep-20	3
oct-20	0
nov-20	2
dic-20	2
ene-21	3
feb-21	0
mar-21	2
abr-21	2
may-21	1
jun-21	4
jul-21	1
ago-21	2

Información cantidades por contenedor:

CONTENEDOR	NO. CAJAS	PESO NETO (KG)	PESO BRUTO (KG)
20RF	654	9417,6	11484,24

Fuente: elaboración propia

Tabla 27. Transporte del producto terminado a comercio exterior.

FORMATO 10. TRANSPORTE DEL PRODUCTO TERMINADO HASTA EL COMPRADOR									
Elaborado por:	Alba Castro	Fecha:	09/09/2021						
MEDIO DE TRANSPORT E	DISTANCIA RECORRID A (Km)	DESCRIPCIÓN DE USO Capacidad (Kg) y condiciones especiales							
Marítimo	De acuerdo con el puerto de destino	9417.60 Por cada contenedor							
Distancias por puertos	Cartagena – Chicago vía New York:	From	To	Mode of transport	Distance in km	CO2 in kg	NOx in kg	SO2 in kg	PM10 in kg
		CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)	NEW YORK, UNITED STATES (USNYC)	Vessel	3,427	165.71	4.49	0.63	0.36
		NEW YORK, UNITED STATES (USNYC)	CHICAGO, IL, USA (USCHI)	Rail	1,446	348.58	3.40	0.20	0.05
		Total:			4,874	514.29	7.89	0.83	0.41

	Cartagena – Chicago vía Baltimore	From	To	Mode of transport	Distance in km	CO2 in kg	NOx in kg	SO2 in kg	PM10 in kg
		CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)	BALTIMORE, MD, UNITED STATES (USBAL)	Vessel	3,298	159.24	4.35	0.61	0.35
		BALTIMORE, MD, UNITED STATES (USBAL)	CHICAGO, IL, USA (USCHI)	Rail	1,234	317.33	3.55	0.14	0.05
		Total:			4,532	476.57	7.90	0.75	0.40
	Cartagena – Long Beach	From	To	Mode of transport	Distance in km	CO2 in kg	NOx in kg	SO2 in kg	PM10 in kg
		CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)	LONG BEACH, CA, UNITED STATES (USLGE)	Vessel	6,027	282.80	8.86	1.16	0.83
		Total:			6,027	282.80	8.86	1.16	0.83

	Cartagena – Los Ángeles:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>From</th> <th>To</th> <th>Mode of transport</th> <th>Distance in km</th> <th>CO2 in kg</th> <th>NOx in kg</th> <th>SO2 in kg</th> <th>PM10 in kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)</td> <td>LOS ANGELES, CA, UNITED STATES (USLAX)</td> <td>Vessel</td> <td>6,023</td> <td>282.57</td> <td>8.85</td> <td>1.16</td> <td>0.83</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total:</td> <td>6,023</td> <td>282.57</td> <td>8.85</td> <td>1.16</td> <td>0.83</td> </tr> </tbody> </table>	From	To	Mode of transport	Distance in km	CO2 in kg	NOx in kg	SO2 in kg	PM10 in kg	CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)	LOS ANGELES, CA, UNITED STATES (USLAX)	Vessel	6,023	282.57	8.85	1.16	0.83	Total:			6,023	282.57	8.85	1.16	0.83
From	To	Mode of transport	Distance in km	CO2 in kg	NOx in kg	SO2 in kg	PM10 in kg																			
CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)	LOS ANGELES, CA, UNITED STATES (USLAX)	Vessel	6,023	282.57	8.85	1.16	0.83																			
Total:			6,023	282.57	8.85	1.16	0.83																			
	Cartagena – Oakland:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>From</th> <th>To</th> <th>Mode of transport</th> <th>Distance in km</th> <th>CO2 in kg</th> <th>NOx in kg</th> <th>SO2 in kg</th> <th>PM10 in kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)</td> <td>oakland</td> <td>Vessel</td> <td>6,023</td> <td>282.57</td> <td>8.85</td> <td>1.16</td> <td>0.83</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total:</td> <td>6,023</td> <td>282.57</td> <td>8.85</td> <td>1.16</td> <td>0.83</td> </tr> </tbody> </table>	From	To	Mode of transport	Distance in km	CO2 in kg	NOx in kg	SO2 in kg	PM10 in kg	CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)	oakland	Vessel	6,023	282.57	8.85	1.16	0.83	Total:			6,023	282.57	8.85	1.16	0.83
From	To	Mode of transport	Distance in km	CO2 in kg	NOx in kg	SO2 in kg	PM10 in kg																			
CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)	oakland	Vessel	6,023	282.57	8.85	1.16	0.83																			
Total:			6,023	282.57	8.85	1.16	0.83																			
	Cartagena – Philadelphia	<table border="1"> <thead> <tr> <th>From</th> <th>To</th> <th>Mode of transport</th> <th>Distance in km</th> <th>CO2 in kg</th> <th>NOx in kg</th> <th>SO2 in kg</th> <th>PM10 in kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)</td> <td>PHILADELPHIA, PA, UNITED STATES (USPHL)</td> <td>Vessel</td> <td>3,388</td> <td>163.85</td> <td>4.44</td> <td>0.62</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total:</td> <td>3,388</td> <td>163.85</td> <td>4.44</td> <td>0.62</td> <td>0.35</td> </tr> </tbody> </table>	From	To	Mode of transport	Distance in km	CO2 in kg	NOx in kg	SO2 in kg	PM10 in kg	CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)	PHILADELPHIA, PA, UNITED STATES (USPHL)	Vessel	3,388	163.85	4.44	0.62	0.35	Total:			3,388	163.85	4.44	0.62	0.35
From	To	Mode of transport	Distance in km	CO2 in kg	NOx in kg	SO2 in kg	PM10 in kg																			
CARTAGENA, COLOMBIA (COCTG)	PHILADELPHIA, PA, UNITED STATES (USPHL)	Vessel	3,388	163.85	4.44	0.62	0.35																			
Total:			3,388	163.85	4.44	0.62	0.35																			

Fuente: elaboración propia.

F anexo: Consolidación de los resultados obtenidos por categoría de impacto y por proceso unitario.

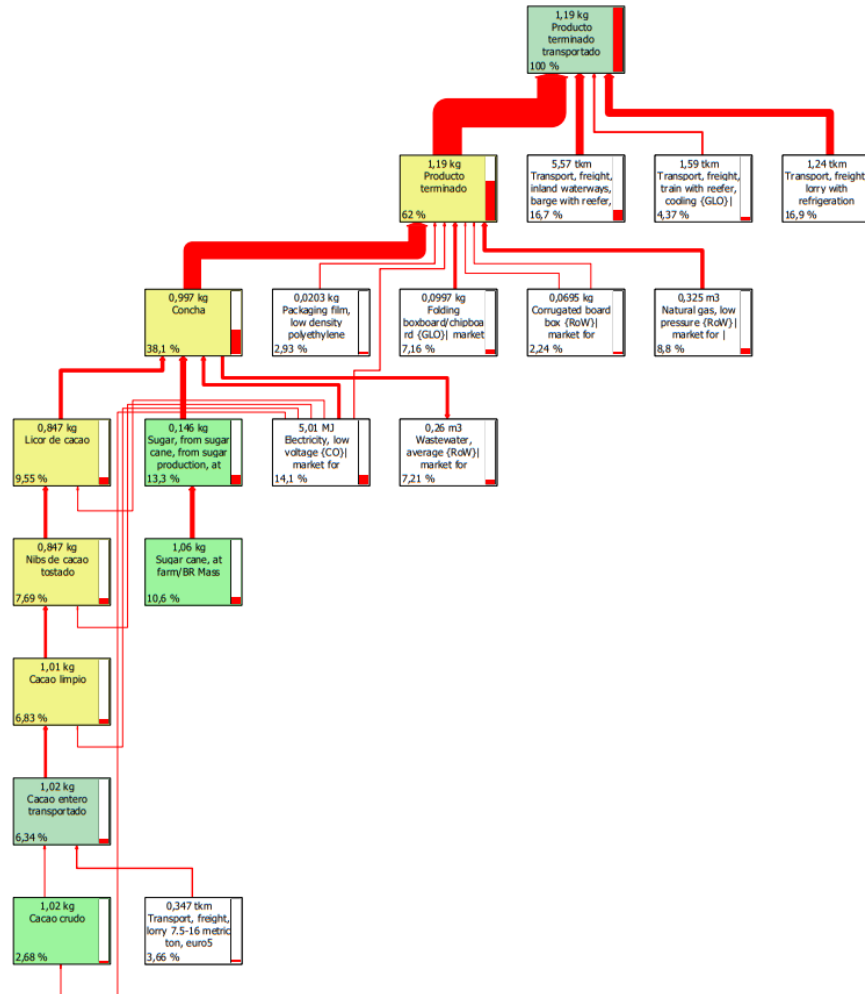
Tabla 28: Resultados de categorías de impacto por proceso unitario.

Categoría de impacto	Área Granja	Transporte a planta	Limpieza	Pretratamiento, trillado y tostion	Molienda	Prensado	Conchado	Empaquetado	Transporte y distribución
Acidificación (destino sin incluir)	3,24E-04	2,87E-04	5,57E-05	1,77E-04	2,12E-04	8,46E-06	2,83E-03	2,04E-03	5,24E-03
Eutrofización	9,36E-05	6,22E-05	2,00E-05	4,99E-05	7,62E-05	3,04E-06	5,06E-03	6,11E-04	1,11E-03
Calentamiento Global (GWP100a)	5,98E-02	8,16E-02	1,09E-02	1,92E-02	4,15E-02	1,66E-03	5,79E-01	4,85E-01	7,70E-01
Oxidación fotoquímica	1,83E-04	3,13E-04	2,85E-05	1,63E-04	1,08E-04	4,33E-06	1,62E-03	1,66E-03	6,62E-03
Agotamiento abiotico, elementos	8,37E-08	3,23E-07	2,70E-08	4,76E-08	1,03E-07	4,11E-09	9,62E-07	5,07E-07	2,23E-06
agotamiento abiotico, combustibles fosiles	3,96E+00	1,21E+00	1,44E-01	2,54E-01	5,50E-01	2,19E-02	4,65E+00	1,74E+01	1,01E+01
Escasez de agua	4,25E-02	8,61E-03	8,55E-04	1,50E-03	3,25E-03	1,30E-04	-1,02E+01	9,49E-02	7,71E-02
Agotamient de la capa dde ozono (ODP)	2,03E-09	1,45E-08	3,06E-10	5,38E-10	1,16E-09	4,64E-11	1,44E-08	9,33E-08	1,44E-07

Fuente: Elaboración propia.

G anexo: Red de contribución categoría de calentamiento global.

Ilustración 12: Ilustración 10. Red de contribución de impacto en la categoría de calentamiento global



Fuente: elaboración propia a partir del software SimaPro

H anexo: Alternativas y estrategias de mitigación de impactos.

Tabla 29. Estrategias de mitigación de impactos.

ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS.					
ÁREA	PUNTO CRÍTICO	ALTERNATIVA	IMPLICACIÓN		CUMPLIMIENTO
			ECONÓMICA	AMBIENTAL	
Agrícola	Manejo de agua	Recolección de aguas lluvias e implementación de aspersores	Reducción de costos por el pago por concesión de aguas	Aprovechamiento de aguas lluvias, disminución de la captación de fuentes hídricas superficiales	Sí
	Gestión de residuos orgánicos	Realización de compost a partir de cacaotas o lixiviados	Reducción de costos por utilización de agroquímicos	Aprovechamiento de residuos orgánicos y disminución de residuos que llegan al relleno sanitario	Sí
Planta	Manejo de fugas	Revisión y chequeo periódico de las tuberías y equipos para identificar pérdidas durante el sistema	Elaboración de ruta de chequeo, requiere de personal calificado, mayor eficiencia de producción	Se evitará la pérdida de materia prima, vapor o calor durante el proceso, aumentando la eficiencia de producción	No
	Aislamientos térmicos	Realizar chequeo y aplicar o realizar cambios de los aislamientos en los	Inversión en los materiales y	Aumento en eficiencia de los equipos, se	Parcialmente

		diferentes equipos (ej: caldera, tanque acondicionamiento, IR) con el fin de optimizar las condiciones de los mismos para evitar pérdidas energéticas y de intercambio de calor,	personal calificado	requerirá menos energía o combustible para mantener la temperatura adecuada	
Equipos que requieren vapor		Implementación de válvulas para control de vapor	Se requiere una gran inversión para implementar esas válvulas en el proceso, sin embargo, se verá reflejado en el control del vapor durante el proceso	Se tendrá control de los consumos de vapor por equipo y se podrá suministrar la cantidad necesaria, evitando generar en exceso	No
Generación de emisiones		Implementación de tecnologías para el control de emisiones, como filtros de mangas, ciclones y demás	Inversión elevada, sin embargo, con esto se evitarán sanciones	Disminución de material particulado al medio ambiente	Sí
Uso de eficiente de energía		Chequeo y mantenimiento periódico a los equipos que requieren energía eléctrica y optimización de tiempos muertos de producción.	Reducción de costos por consumo de energía eléctrica	Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y bajo aporte al calentamiento global.	Parcialmente

	Manejo de residuos	Realizar la correcta separación en la fuente de los residuos generados.	Venta de residuos aprovechables y cumplimiento de la normativa	Realizar la correcta disposición de los residuos garantiza que lleguen a su destino final	Sí
	Manejo de agua	Automatización de lavado de moldes, o lavado a vapor, optimización de tiempos de lavados de moldes	Requiere una inversión y la disminución de personal de trabajo, disminuye costos y aumenta eficiencia	La implementación de maquinaria automatizada puede disminuir el desperdicio de agua, así como de costos.	No
	Manejo de aguas residuales	Tratamiento de agua residuales con contenido Tanques sépticos para eliminación de contenido orgánico	Para su correcta disposición se debe implementar tanques para el tratamiento de agua residuales, cumpliendo con la normativa y evitando sanciones	La correcta disposición de aguas residuales favorece a la disminución de materia orgánica, y tensoactivos que llegan a las fuentes hídricas	Sí

10. REFERENCIAS

- Aristizábal-Álzate, C. E., González-Manosalva, J. L., & Gutiérrez-Cano, J. C. (2020). *Análisis del ciclo de vida y cálculo de la huella de Carbono para un proceso de reciclaje de botellas PET en Medellín (ANT)*. 15(1), 7–24. <https://doi.org/doi:10.22507/pml.v15n1a1>
- Becerra Quiroz, A. P. (2016). *Evaluación de la sustentabilidad del aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en el Valle del Cauca -Colombia a partir del Análisis de Ciclo Vida* (pp. 10–20). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Bianchi, F.R., Moreschi, L., Gallo, M. et al. (2021). Environmental analysis along the supply chain of dark, milk and white chocolate: a life cycle comparison. *Int J Life Cycle Assess* 26, 807–821 <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01817-6>
- Brand, D., (2019). *Efectos de los tensoactivos en el medio ambiente*. Universidad Santiago de Cali. Recuperado de <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/623/EFFECTOS%20DE%20LOS%20TENSOACTIVOS.pdf;jsessionid=15D36E55490829E800CD9550F400D6DF?sequence=1>
- Cañadas Salazar, I. L., & Sablón Cossío, N. (2021). *Análisis de la cadena de suministro de cacao en el contexto de la Amazonia Ecuatoriana*. *Eca Sinergia*, 10(2) doi:10.33936/eca sinergia. v10i2.1483
- Carrillo. L., (2017). *Percepción ambiental de productores de cacao, para involucrar la norma ICA para BPA como ventaja competitiva*. Universidad Libre. Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10678/luisaf.carrilloc%20ARTICULO%20GRADO%20UNILIBRE%20BOG.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- CasaLuker. (2021). *CasaLuker Internacional*. <https://casaluker.com/casaluker-internacional>.
- Castaño, N., y Marín, M. (2013). *Análisis de ciclo de vida en la fabricación de la chapeta 1922774 rin artillería (ssc19) siderúrgica colombiana Socolas S.A*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Colon, J., y Arena, P. (2016). *Guías metodológicas: análisis de ciclo de vida y huella hídrica*. <https://doi.org/doi:10.13140/rg.2.2.28162.58563>
- Contreras, J. (2014). *Aplicación del análisis de ciclo de vida del producto (ACV) en la cadena productiva del cacao como estrategia de ventaja competitiva*

ambientalmente sostenible. Caso Viotá (pp. 11–22). Universidad Piloto de Colombia.

Cosustainability, L. (2017). *SimaPro*. <https://www.lavola.com/es/simapro/>

Ihobe. (2015). *La declaración ambiental de producto: Un instrumento de información y comparación ambiental entre productos*. Gobierno Vasco. Disponible en http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2015/04/declaracion_ambiental.pdf

Klever, A., y Salamea, C. (2018). *Análisis de ciclo de vida de la quinua (Chenopodium quinoa) producida en la provincia de Imbabura*; (pp. 13–22). Universidad Politécnica Salesiana.

Molina, C., Pillco, B., Salazar, E., Coronel, B., Sarduy, L. y Diéguez, K. (2020). *Producción más limpia como estrategia ambiental preventiva en el proceso de elaboración de pasta de cacao. Un caso en la Amazonia Ecuatoriana*. *Industrial data*, 23(2), 59. doi:10.15381/idata.v23i2.17640

Naciones Unidas (2018), *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*, Santiago. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

Niederl, A., y Narodoslowsky, M. (2004). *Institute for Resource Efficient and Sustainable Systems “Process Evaluation” Life Cycle Assessment -study of Biodiesel from Tallow and Used Vegetable Oil* (Institute of Efficient Resources and Sustainable Systems, pp. 721–729).

Porter, M. (2011). *Ventaja competitiva por Michael Porter* (Centros: Revista Científica Universitaria 9, Vol. 9, Issue 2, pp. 20–43).

Quintero R, María Liliana, & Díaz Morales, Katty Marisabel. (2004). El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria*, 9(18), 47-59. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542004000100004&lng=es&tlng=es.

Yépez, J. (2018). *Análisis de ciclo de vida (ACV) de queso mozzarella, como estrategia para un agronegocio sustentable: un estudio en la empresa Andilacteos en la ciudad de Otavalo*. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8646>

Saint Gobain. (2018). *Declaraciones Ambientales de Producto Productos Sostenibles*. Recuperado de: <https://www.es.weber/files/es/2018-05/FOL-ES-SaintGobain-Declaraciones-Ambientales-de-Producto.pdf>

- The international EPD system. (2021). *Declaraciones Ambientales de Producto: Mulino Bianco Batticuori - Italian biscuits with chocolate*. Recuperado de: <https://portal.environdec.com/api/api/v1/EPDLibrary/Files/e7996471-de4f-4009-d99b-08d9b3162149/Data>
- The international EPD system. (2022). *Declaraciones Ambientales de Producto: Pavesi Gocciolo biscuits with chocolate chips*. Recuperado de: <https://portal.environdec.com/api/api/v1/EPDLibrary/Files/754fc99b-60ac-4b57-ceec-08d9df0ea78f/Data>
- Vallejo, A., (2004). *Utilización del Análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo*; (pp. 10–22). Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Projectes d'Enginyeria.
- Sánchez, D. (2020). *Impacto del plástico de un solo uso y alternativas para su sustitución en el municipio de Urrao*; (pp. 10-83). Tecnológico de Antioquia.
- Miranda, C., (2012). *Impacto ambiental de los combustibles en Bogotá en los últimos cinco años*. Universidad San Buenaventura. Recuperado de <http://bibliotecadigital.usb.edu.co/handle/10819/950>
- Wilches, M. (2014). *Aplicación de análisis de ciclo de vida en la cadena agrícola del café para la generación de lineamientos de ventaja competitiva*. (pp. 210–265). Universidad Piloto de Colombia. Recuperado de: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00001522.pdf>