

# Aplicación de análisis de ciclo de vida (ACV) y evaluación de impactos ambientales a Ananás Comosus en su disposición final en procesos posconsumo para la obtención de colorante vegetal <sup>1</sup>

Janier Hersain-Rosero <sup>2</sup>

María Fernanda-Rojas

Jesús Antonio-Arévalo

---

<sup>2</sup> Universidad Mariana, Pasto, Colombia, Correo electrónico: Janirosero@umariana.edu.co

## Resumen

En la presente investigación se realiza un modelamiento de análisis de ciclo de vida, haciendo uso del software especializado Simapro Versión 9, con el cual se busca determinar impactos ambientales identificados como; eutrofización y emisiones de CO<sub>2</sub>, con el fin de evaluar tratamientos que disponen, de materias primas como; *Ananás Comosus* o piña, las cuales, en su fase de disposición final, son encaminadas a rellenos sanitarios, en su etapa de posconsumo, se emplearan operaciones para la extracción de colorantes, mediante el proceso conocido como extracción supercrítica, así mismo se analizaron aspectos que son de relevancia para el análisis de ciclo de vida, tales como emisiones que son generadas por vehículos de transporte y la relación que estos tienen con respecto a la distancia recorrida, por último se determinó generación de impactos de cada uno de los procesos los cuales hacen uso de esta materia prima, bajo consideraciones de normas y leyes Colombianas.

**Palabras clave:** Análisis de Ciclo de vida; *Ananas Comosus*; Emisiones; Medioambiente; Simapro.

## Abstract

In this research, a life cycle analysis modeling is performed, using the specialized software Simapro Version 9, which seeks to determine environmental impacts identified as eutrophication and CO<sub>2</sub> emissions, in order to evaluate treatments available, such as raw materials; *Ananás Comosus* or pineapple, which, in their final disposal phase, are sent to sanitary landfills, in their post-consumption stage, operations for the extraction of colorants will be used, through the process known as supercritical extraction. Aspects that are relevant for the life cycle analysis were also analyzed, Finally, it was determined that each of the processes that make use of this raw material generate impacts, under considerations of Colombian laws and regulations.

**Keywords:** Life Cycle Analysis; *Ananas Comosus*; Emissions; Environment, Simapro

## Resumo

Nesta investigação é feita uma modelação da análise do ciclo de vida, utilizando o software especializado Simapro Versão 9, que procura determinar os impactos ambientais identificados como eutrofização e emissões de CO<sub>2</sub>, a fim de avaliar os tratamentos disponíveis, tais como as matérias-primas; *Ananás Comosus* ou ananás, que, na sua fase final de eliminação, são enviados para aterros sanitários, na sua fase pós-consumo, serão utilizadas operações de extração de corantes, através do processo conhecido como extração supercrítica. Foram também analisados aspectos relevantes para a análise do ciclo de vida, Finalmente, foi determinado que cada um dos processos que utilizam esta matéria-prima gera impactos, tendo em conta as leis e regulamentos colombianos.

**Palavras-chave:** Análise do Ciclo de Vida; *Ananas Comosus*; Emissões; Ambiente; Simapro.



## 1. Introducción

En la actualidad los procesos relacionados con la manipulación y transformación de materia prima, con base al desarrollo de productos en el mercado, están encaminados hacia el desarrollo sostenible y el cuidado medioambiental, debido a que la calidad y cuidado, de los recursos que este ofrece son indispensable para el desarrollo empresarial (Garcias, A, et al 2011), es por tal motivo, que los sectores, que emplean dichos procesos, y hacen uso de recursos naturales, tienen un compromiso socio empresarial, debido a los diversos retos que surgen y se abarcan en cuanto al cuidado ambiental, (Saralegui, 1990) ya que, los procesos que son llevados a cabo, haciendo uso de materias primas y entornos naturales, generan residuos y/o emisiones, debido a que emplean grandes cantidades de estos servicios y recursos, por consecuencia se les atribuye altos índices de emisiones o contaminación, que en su mayoría son responsables de causar afecciones al medioambiente (Schatan, 1999)

Bajo este contexto y con el fin de contribuir en el cuidado del medio ambiente, se consideran metodologías de gran impacto que se encaminen a la mejora sostenible, las cuales hacen énfasis a “Producción más limpia” (Gallego, 2006), es por este motivo que se realiza una evaluación en los procesos de producción o transformación, con el fin de realizar su pertinente clasificación y considerar si estos cumplen con los objetivos que están ligados al cuidado y mejora del medio ambiente; denominados como procesos verdes (Nudelman, 2016), por consecuencia a esto a través del tiempo se han ido desarrollando métodos para estimar los efectos ambientales, en donde la implementación y el uso de tecnologías o softwares especializados, se hacen más utilizados para llevar a cabo modelos capaces de explorar y definir los procesos y

variables que son de mayor impacto para el medio ambiente (Christensen & Bower, 1995).

La metodología que brinda el análisis de ciclo de vida (ACV), esta ligada a la evaluación atributiva y/o consecencial, en modelos estáticos o dinámicos en los que puede someterse un producto o servicio, dicha metodología permite investigar y evaluar los impactos medioambientales de dicho producto, cabe resaltar que este método se rige bajo la normatividad ISO 14040 (Rodríguez, 2003), en esta normativa se exponen algunas cláusulas, las cuales se aplican para realizar el análisis del ciclo de vida, así mismo es importante tener en cuenta los indicadores de mas relevancia, las cuales son capaces de afectar directamente con la sostenibilidad o cuidado ambiental. (Orrego, 2012), por consiguiente a través de este informe se realiza un estimado para establecer la viabilidad y la calidad que están presentes en los procesos, relacionados con la adquisición, transformación y disposición de materias primas, además para dicho análisis se tienen en consideración aspectos como; inventarios, insumos, servicios, entradas y salidas, donde son evaluados con relación a impactos ambientales, las cuales son determinantes para un resultado preciso de dicho análisis (Rosenbaum, 2018).

Finalmente, en el presente documento, se tuvo en consideración los criterios plasmados en la normatividad ISO 14040, permitiendo ajustar un modelo de análisis de ciclo de vida para la piña contemplando algunas diferencias en la disposición final de los residuos generados por esta fruta, realizando dicho modelamiento con ayuda del software “SimaPro”, en donde se busca evaluar los impactos ambientales que se generan tras la producción de piña y su disposición final.

## 2. Metodología

A continuación, se presenta la metodología llevada a cabo para el desarrollo del análisis de ciclo de vida, en donde se estima las cantidades,

que se involucran en cada uno de los procesos, así como las tipologías propuesta y usadas por el software “Sima pro”, además las categorías de relevancia que se quieren analizar y por último el marco legal, en base a leyes y normas Colombianas, el cual se rige cada uno de los medios y los impactos ambientales.

## 2.1 Unidad Funcional

Uno de los indicadores más importantes para el análisis de ciclo de vida corresponde a la identificación de la unidad funcional, ya que en esta se determina la materia prima o producto que se quiere estudiar, es así como se hace uso de la cantidad de este material y el rendimiento que se puede llegar a alcanzar.

Tabla 1. Unidad funcional y flujo de regencia

Producto	Función	Unidad Funcional	Rendimiento	Flujo de referencia
Piña	Servir como alimento	1.8 kg de piña de consumo	1 piña / 1.8kg	1 piña

## 2.2 Alcance

El alcance planteado se desarrolla desde la cuna a la tumba ya que se contempla la extracción de las materias primas, su transformación, su distribución, su consumo y su disposición final.

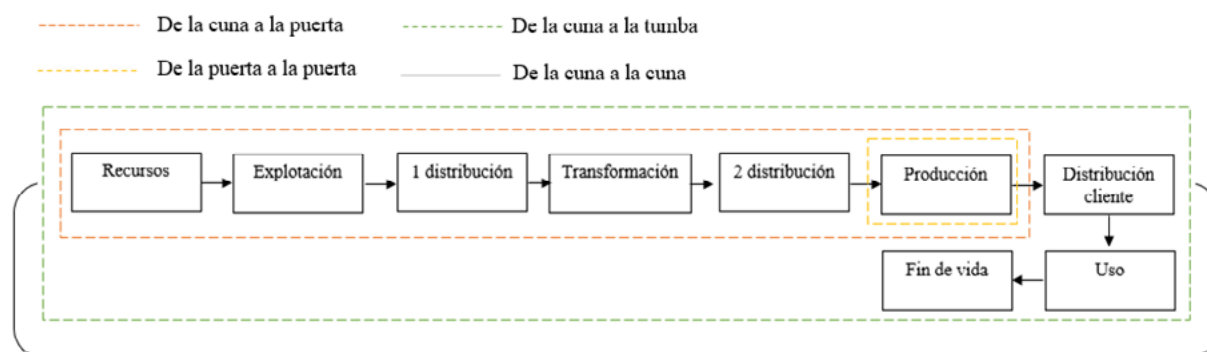


Figura 1. Diagrama representativo de los modelos de análisis de ciclo de vida (ACV).

## 2.3 Categoría de impacto

Para llevar a cabo este estudio se seleccionan las siguientes categorías de impacto ambiental:

- Eutrofización
- Emisión de CO<sub>2</sub>

Se puede determinar a partir de (García, M & Mirand, a R; Padilla, 2005) que: la eutrofización

y emisión de CO<sub>2</sub> son los impactos ambientales más significativos en la etapa de posconsumo en la cual, los residuos sólidos se disponen para ser transportados al relleno sanitario.

## 2.4 Límites

Así mismo se identifican los límites a los que requiere alcanzar la estimación de la presente modelación, es así como en primera instancia,

la “Adquisición de materias primas”, está involucrada en el primer apartado, seguidamente la “Distribución/Transporte” y por último “Disposición de los residuos del proceso y de los productos”

## 2.5 Tipología del análisis del ciclo de vida

**2.5.1 Bases de datos:** Agri footprint, Ecoinvent.

Se hace uso de esas bases de datos ya que la de Agri footprint es una base de datos enfocada a la huella agrícola, o huella ecológica por lo que se puede inferir que es más específica en su búsqueda. Se seleccionó Ecoinvent ya que es la base de datos que proporciona más información coherente, ya que es la más documentada y desarrollada es por esta razón que será útil a la hora de tomar decisiones hacer la interpretación del análisis.

**2.5.2 Tipo de análisis:** El análisis es Estático ya que se hará un estudio a corto plazo, por tal razón no se tendrán en cuenta las variaciones en el tiempo de los elementos a estudio.

**2.5.3 Modelo del sistema:** Modelo de sistema de corte (Cut - off). Se escoge este tipo de modelo ya que hace que los impactos se generen en la producción final y por una actividad específica del proceso a estudio, dicho en otras palabras, es una modelación de tipo puntual, la cual puede ser única o **sistemática**; en este caso es más apto hacer uso de la modalidad sistemática ya que involucra aspectos puntuales.

**2.5.4 Métodos de modelación:** Global, Recipe 2016 punto medio, con factor Jerárquico. Se hace uso de estos aspectos ya que el Global me permite generarlo de manera integral, que abarque datos mundiales, el Recipe de punto medio, permite proporcionar información más de tallada ya que menciona 18 categorías las cuales me indican de qué manera se está afectando el medio ambiente y esto se da de manera jerárquica.

## 2.6 Objetivo de desarrollo sostenible

Se puede inferir que este proyecto se acopla al objetivo de desarrollo sostenible número 17. **Producción y consumo responsable:** Tiene como principal enfoque disminuir la huella ecológica, a través de nuevos métodos de producción, consumo de bienes y recursos.

Para lograr este objetivo se debe eliminar los desechos tóxicos y contaminantes de los procesos de producción, además de incitar a la comunidad a reciclar y a reducir desechos.

## 2.7 Marco legal de políticas ambientales

Tabla 2. *Leyes y Normas Colombianas sobre la política ambiental*

Norma	Descripción
Ley Ni 1972 18 jul 2019.  Por medio de la cual se establece la protección de los derechos a la salud y al medio ambiente sano estableciendo medidas tendientes a la reducción de emisiones contaminantes de fuentes móviles y se dictan otras disposiciones.	En primera instancia esta ley establece la reglamentación con respecto a las emisiones que se generan en los vehículos de transporte que consumen combustibles fósiles, haciendo énfasis principalmente a la tecnificación y la generación de emisiones de CO <sub>2</sub> a l atmosfera
Ley 09 de 1979  Medidas sanitarias sobre el manejo de sólidos.	Se enfoca en el tratamiento adecuado de los residuos sólidos, tras ser desechados en los procesos de producción.
Reglamenta la ley 142 de 1994.  En cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos.	Relaciona la disposición final de los residuos generados en los procesos de producción. Principalmente se relaciona con residuos sólidos generados a través de estos procesos.
Documento Conpes 2750  Políticas sobre manejo de residuos sólidos.	Se enfoca en el gestiona miento sostenible de los residuos sólidos relacionados con los procesos de producción.
Decreto 3930 de 2010  Usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.	Se enfoca principalmente en el tratamiento de los residuos líquidos y sólidos que son generados a través de vertimientos en recursos hídricos.
Ley 1977 2019-24 jul 2019: tratamiento adecuado fuentes hídricas.	Promueva el cuidado de las fuentes hídricas tras la exposición de diversos factores en procesos de producción o transformación.

### 3. Análisis de Resultados y Discusiones

Para el desarrollo del ciclo de vida y el posterior modelamiento en el software Sima pro, se estimaron los inventarios presentes en las dos etapas a evaluar, puesto que la cantidad de esta y la disposición de todos los insumos que se involucran en cada etapa, son de suma relevancia para medir el impacto ambiental, asociado a la disposición de materias a un relleno sanitario, el rehuso de estas para la extracción de un colorante y la recirculación del disolvente Co2 para la misma extracción.

#### 3.1 Análisis de ciclo de vida disposición de materias primas a un relleno sanitario

En la “Tabla 3” se puede evidenciar la materia prima a estudio y su codificación la cual es representativa como “pineapple”, así mismo se determina la cantidad en masa de la cual es precedente el flujo de entradas al análisis de este sistema.

Tabla 3. *Unidad funcional y flujo de regencia*

Insumo	Input	Cantidad	Unidad
Piña	Pineapple	1.8	kg

Cabe resaltar que en este caso no se tiene en cuenta como tal las materias primas para la producción de piña, ya que al hacer uso del software Sima Pro, y escoger la piña, este ya tiene en cuenta las materias primas utilizadas para la producción de esta, esta afirmación la confirma (Stoessel, Juraske, Pfister y Hellweg) en su investigación enfocada en *“Inventario de ciclo de vida y huella de carbono y agua de frutas y verduras: aplicación a un minorista suizo”* ya que a través de la investigación se proporcionó los datos para que sean implementados en la base de datos del software, acerca de los insumos requeridos para la producción de diferentes frutas y verduras, entre ellas la piña.

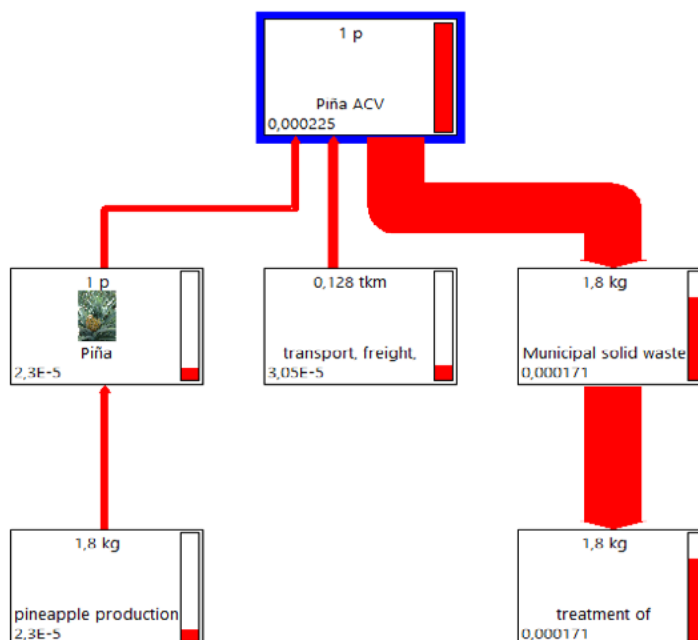


Figura 2. Diagrama de Red de ACV de la piña con disposición en relleno sanitario (Piña ACV)

### 3.1.1 Tabla resumen, flujos de salida y discusiones medio ambientales.

Tabla 3. *Cantidad de emisión y eutrofización. disposición de materias primas al relleno sanitario*

Indicadores	Cantidades totales
Emisión	1.8 kg de CO <sub>2</sub>
Eutrofización	0.00138

### 3.1.2 Discusiones medio ambientales.

- la evaluación que se realiza en este proceso está ligada principalmente al impacto medio ambiental que se presenta tras las diferentes etapas de obtención, principalmente en la contaminación hídrica y la emisión de dióxido de carbono que se genera. Es por tal motivo que al momento de evaluar las etapas se considera que en estas la influencia de impactos ambientales es insignificante, puesto que en sus procesos no influyen variables de energía relevantes para ser consideradas como variables de afección para el medio ambiente.
- Por otro lado, es importante resaltar que la materia prima genera una gran cantidad de subproductos los cuales no son aprovechados y que por ende causan una

significancia en cuanto al análisis de la disposición de la materia prima, ya que estos pueden llegar a generar emisiones las cuales no son capaces de evaluarse, además el aprovechamiento y optativas para estos residuos se ven en gran medida resididas por la disposición final que se brinda.

## 3.2 Análisis de ciclo de vida disposición de materias primas posconsumo

### 3.2.1 Unidad funcional y flujo de referencia.

En la “Tabla 4” se identifican las principales cantidades que son empleadas en el proceso posconsumo, con el fin de obtener el colorante, a través de la transformación a la materia prima, concretamente la extracción de fluidos supercríticos, en donde se hace uso de CO<sub>2</sub> como solvente para, realizar la pertinente extracción y se evidencia la cantidad correspondiente a este.

Tabla 4. *Cantidades de insumos y materia prima*

Insumo	Input	Cantidad	Unidad
Cascara de piña	Solid Waste	0.2	Kg
Tanque de CO <sub>2</sub>	Dummy Process	4.05	Kg

### 3.2.2 Distancias Recorridas.

Así mismo se identifica el tipo de vehículo y la distancia que recorre dicho transporte, relacionado con la distribución de la materia prima y/o insumos involucradas en este

proceso. Es importante tener en cuenta, que las emisiones que se generan por parte de estos vehículos son de gran relevancia para el análisis de ciclo de vida y la estimación de la viabilidad en cuanto a impacto ambiental se refiere.



Tabla 5. *Puntos de ubicación, distancias recorridas y cantidad de insumo*

Insumo	Ubicación	Cantidad (Kg)	Km	Combustible	Tkm
Piña	Guachavez-Potreriillo	1,8	71,3	Gasolina	0,128
Cascara de piña	Potreriillo-Uni-versidad de Nariño	0,2	6,3	Gasolina	0,001

También se debe tener en cuenta que en la transformación propuesta para el posconsumo también se hace uso de un computador y de la red de internet por un tiempo de 2 horas

y de igual manera el consumo energético del equipo que corresponde a 22.5 kW siguiendo la referencia de un extractor de fluidos supercríticos conocido como” SCFN P-7CD / PLC”

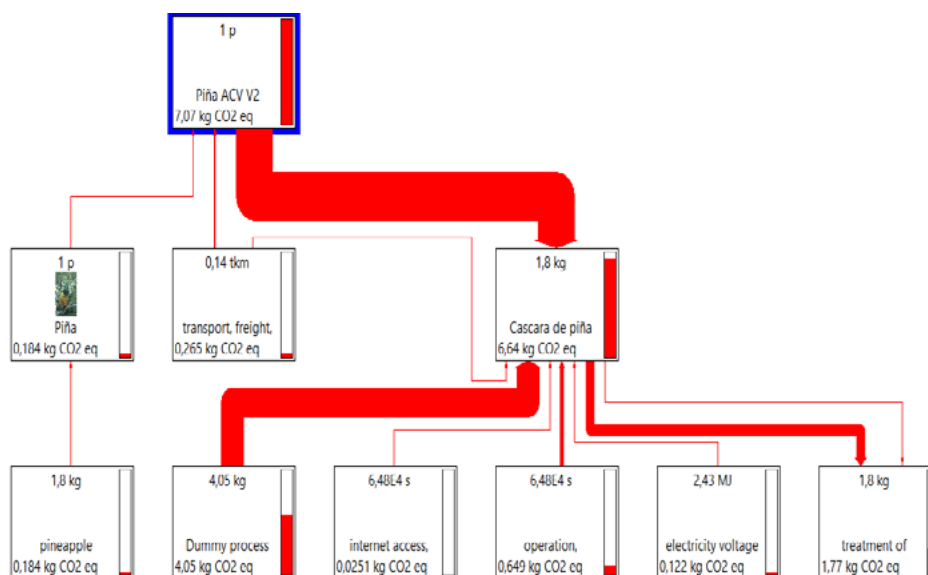


Figura 3. Diagrama de Red de ACV de la piña con disposición de reusó. (Piña ACV V2)

### 3.2.3 Tabla resumen, flujos de salida y consideraciones medio ambientales.

Tabla 4. *Cantidad de emisión y eutrofización. Obtención de colorante sin Reciclo de CO<sub>2</sub>*

Indicadores	Cantidades Totales
Emisión	7.07 kg de CO <sub>2</sub>
Energía	22.5 kW
Eutrofización	0.0113 kg

### 3.2.4 Consideraciones medio ambientales.

Las consideraciones medioambientales están ligada a los flujos de salida en los procesos de producción, puesto que estos determinan la viabilidad de las transformaciones llevadas a cabo, es por tal motivo que se hace énfasis principalmente a la caracterización de cada intervención de relevancia medio ambiental para generar un análisis idóneo y acertado acerca de este proceso.

- Emisiones: las emisiones están involucradas en todo el proceso del desarrollo del colorante, puesto que la movilidad es un recurso vital para procesos de transformación cosecha y distribución, esto recae en una demanda muy elevada de este recurso, en donde se hace uso de vehículos que sean capaces de movilizar las cantidades necesarias para cada etapa, es así como la emisión total corresponde a; 1.054 y es puesta en discusión a través de las normas establecidas en la “Ley Ni 1972 18 jul 2019”, por ende la disposición que se está generando en todos los procesos es accesible e idónea y acorde a la normativa expuesta, además la disposición de los vehículos al cumplir con la normatividad la viabilidad en este sector es adecuada y optima siendo este un indicador aceptable al momento de producir dicho colorante.
- Uso de energías: las energías son altamente dispuestas por dispositivos y equipos, que necesariamente involucran sus funcionamientos, tal indumentaria se identifica principalmente en los procesos de transformación y distribución, ya que hacen uso de tecnologías relacionadas con artefactos de tipo computo, por otro lado en los procesos la disposición de este recurso es elevado puesto que en dichos procesos requieren altas cantidades de energía para lograr la transformación de materias, esto recae en que al momento de realizar dicho procesos se generen altos costos de producción debido a su gran dependencia, por consecuencia en todo el procesos se genera un consumo energético de; 84 kW, este consumo es una representación una afección directa ya que, a largo plazo la demanda energética aumentaría, lo cual conllevaría a el aumento de costos.
- Generación de residuos: al haber terminado los procesos de transformación, se generan una serie de residuos que son principalmente de tipo sólido, esto acorde a la estructura de la piña se identifica como la “Corona”, en donde se dispone de esta gracias a lo expuesto en” Ley 09 de 1979 & Documento Conpes 2750” ya que en estos se visualiza el pertinente tratamiento que generan tales disposiciones, las cuales son acordes al producto a lograr. Por otro lado, se determina que dicho proceso causa emisiones de gases a la atmosfera, los cuales se determinan en la cantidad de; 1.054, esta emisión con respecto a los vertimientos que se generan en su disposición final es acorde a el reglamento expuesto en la “ley 142 de 1994”. Ya que esta ley permite cantidades accesibles y de esta magnitud, ya que no representan una relevancia de afección con el proceso.

- Eutrofización: al momento de que los productos lleguen a su etapa de vida final, esto son desechados, causando que la presente afección incremente, puesto que la acumulación y la disposición de estos, al ser expuesto al medio ambiente, principalmente en cercanía a las fuentes hídricas, estas son contaminadas, acode a la “Ley N°1977-24 jul 2019, la cual establece el tratamiento adecuado para el cuidado de las fuentes hídricas en relación con los sectores aledaños a esta.

### 3.3 Análisis de ciclo de vida disposición de materias primas posconsumo con reciclo de CO<sub>2</sub>

En base a lo anteriormente expuesto, se puede establecer, que la correspondencia tanto como de distribución y tratamientos es semejante a la “Disposición en el posconsumo, ahora bien el uso del reciclo en el proceso de extracción de fluidos supercríticos es capaz de evidenciar una mejora en cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, puesto que las cantidades que llegan a desprenderse a la superficie

son minimizadas por esta mejora que añade al proceso, sin embargo el uso de energías sigue siendo equivalente, al proceso, es así como se determina que una de las mejoras a las cuales se puede someter la extracción de fluidos super críticos, es la inclusión de la herramienta de recirculación, pues que la reducción que se llega a presentar, se puede estimar en un 43%, a lo cual se infiere que el uso del CO<sub>2</sub>, tiene una vida útil más amplia, en donde este puede llegar a realizar más muestreos, sin causar mayores emisiones al medioambiente, es por tal motivo que se toma en consideración, el uso de este sistema, ya que presenta mejoras, y estas con visualizadas en los indicadores de interés que se evalúan en este estudio, los cuales corresponden a Emisiones de CO<sub>2</sub> y las cantidades de eutrofización que se generan tras las etapas que se quiere evaluar, por ultimo esto se evidencia en el diagrama de red, que fue realizado en el Software Sima pro, haciendo uso de los inventarios y consideraciones en cuanto a cantidades e insumos previamente expuestos.

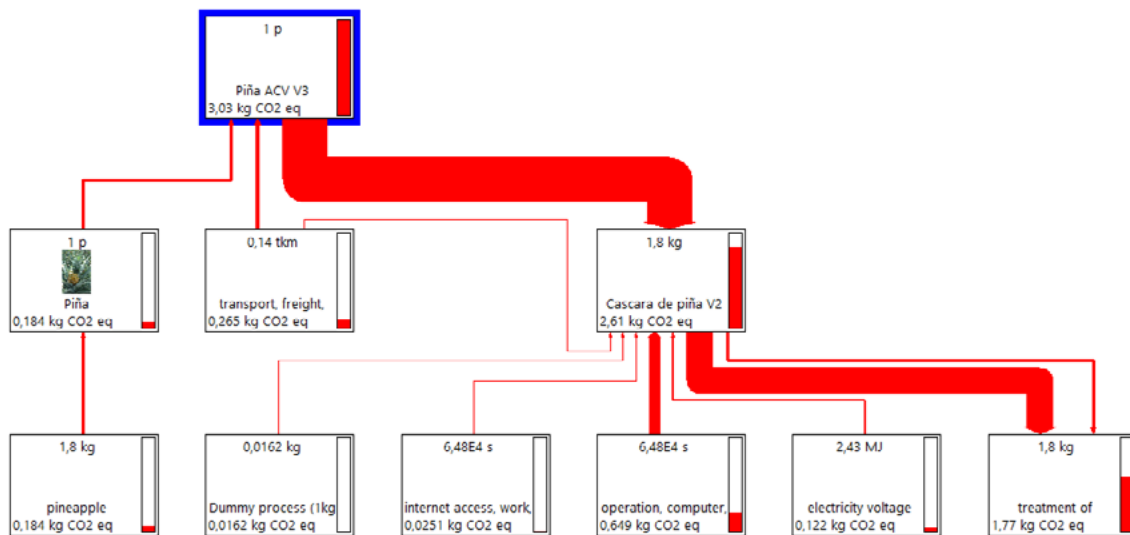


Figura 4. Diagrama de Red de ACV de la piña con disposición de reusó (Reciclo de CO<sub>2</sub>) (Piña ACV V3)

### 3.3.1 Tabla resumen, flujos de salida y consideraciones medio ambientales.

Tabla 5. *Cantidad de emisión y eutrofización. Obtención de colorante sin Reciclo de CO<sub>2</sub>*

Indicadores	Cantidades Totales
Emisión	3.03 kg de CO <sub>2</sub>
Energía	22.5 kW
Eutrofización	0.0113 kg

### 3.3.2 Consideraciones medio ambientales.

Referente al proceso que está llevando a cabo se puede concluir que la mejor alternativa para hacer uso de la extracción por fluidos supercríticos y obtener un colorante de los residuos, bajo las consideraciones ambientales, es indispensable, hacer uso de un reciclo en el sistema de extracción, ya que al momento de evidenciar el procesos, se determina que las emisiones son reducidas en gran medida, lo cual es benéfico para contribuir con el cuidado del medio ambiente y además representa una viabilidad más idónea con respecto a los procesos, que fueron evaluados anteriormente.

### 3.4 Comparación

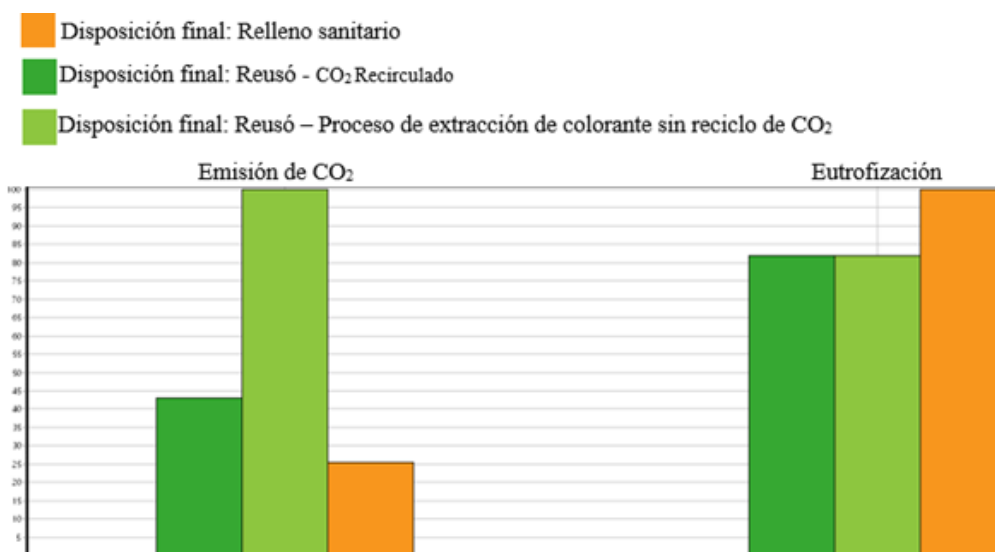


Figura 5. Comparación de impactos ambientales asociados a la disposición final de Ananas Cosmosus.

Tabla 6. *Tabla resumen y comparación de tratamientos*

Indicadores	Disposición de materia prima	Extracción de colorante
Emisión	1.8 kg de CO <sub>2</sub>	7.07 kg de CO <sub>2</sub>
Energía	N/A	22.5 kW
Eutrofización	0.00138 Kg	<b>1.113</b> Kg

### 3.4.1 Consideraciones medioambientales.

- Es imprescindible tener en cuenta que, al momento de someter la materia prima a procesos de transformación para la generación de subproductos, se generan más impactos y variables de gran magnitud en consideración de todos los procesos de producción, además se puede evidenciar que en las etapas la discrepancia que se genera pertenece al uso de energías esto justificado en lo anteriormente expuesto.
- Por otro lado, la emisión también es significativa siendo un 86% mayor con respecto a la dispersión de materia prima, es así como se establece que el proceso de producción es sostenible e idóneo con respecto a la natividad relacionada con el cuidado del medio ambiente, una vez evaluado el impacto de estos procesos, la justificación de las variables de respuesta, es la disposición que se le brinda a la materia prima ya que en esta la influencia de procesos es claramente diferente.
- Es así como una de las consideraciones más relevantes es la atribución al proceso de extracción de colorante puesto que este se trata de mitigar en la medida de lo posible el impacto ambiental, que surge tras la acumulación de residuos sólidos y la disposición final de estos, por ende, el valor agregado propio de este proceso se relaciona con sostenibilidad con respecto a las diferentes variables que influyen tanto en el proceso como en el medio ambiente.

## 4. Conclusiones

Haciendo referencia al impacto de cambio climático, el cual se basa en las emisiones de CO<sub>2</sub> se pudo determinar que en la fase de

posconsumo o disposición final de los residuos de cascara de piña se hace una emisión de 1,8 Kg CO<sub>2</sub> equivalentes, siendo este un indicador el cual permite determinar si el reusó que se quiere realizar con los residuos de cascara generara más impactos o los disminuirá.

En este caso, el reusó de la cascara genera una emisión de CO<sub>2</sub> de 7,07 Kg, teniendo en cuenta que al proceso al cual va a ser redirigido, hace uso de CO<sub>2</sub> como insumo principal. Por esta razón se propone que se haga un reciclaje de este insumo en el proceso, el cual a través de la simulación del proceso se determina que el reciclaje del CO<sub>2</sub> se da en un 96% por tal razón que las emisiones disminuirán en el proceso, por esta razón se obtiene que las emisiones de este proceso es de 3,03 Kg CO<sub>2</sub> equivalentes, lo que es un buen resultado frente al reusó sin reciclaje.

Cabe resaltar que se generó una disminución de impacto de eutrofización en la alternativa de reusó y de reusó con reciclaje, las cuales presentan un porcentaje de 81,1% cada una, siendo el 100% de la contaminación la alternativa de llevar los residuos al relleno sanitario con una emisión de 0,00138 Kg de contaminación.

Se establece, que una de las decisiones humanas más responsables, para reducir el impacto ambiental, está relacionada a la compensación forestal, en la cual se genera tras una serie de planificaciones el abastecimiento forestal y su pertinente cuidado, puesto que se trata de mitigar los impactos sobre la fauna y flora en Colombia, esto con el fin de brindar una alternativa, que a su vez, sea de enriquecimiento para el suelo y el medio ambiente, para solventar las emisiones de GEI, principalmente dióxido de carbono que se genera en el sector industrial, ya que la siembra de especies capaces de procesar



dichos gases y ser transformados en oxígeno, demandara un gran impacto ambiental debido a su veracidad para mitigar las afecciones causadas por los GEI.

Así mismo se puede determinar que disminución del impacto ambiental ligado primordialmente a la emisión de CO<sub>2</sub> y la eutrofización, una alternativa solución es considerar el reciclo de este solvente en el sistema de extracción (SFE), puesto que al momento de usar el reciclo las consideraciones ambientales son mitigadas, debido a que el rehusó de este disolvente, es primordial para control de las variables de salida que generan impactos ambientales relacionados con las emisiones hacia la atmosfera que se puede presentar tras haber realizado la extracción crítica de los componentes bio-activos, por otro lado, la contaminación de lixiviados subyace propiamente a la contaminación de fuentes hídricas, en las etapas de posconsumo mayormente ya que en estos la disposición de los productos es desechada dando fin a su vida útil, y al momento de no ser adecuadamente tratada esta genera impactos negativos, los cuales se solventan mediante estos procesos, los cuales buscan emplear, materiales considerados como residuos para desarrollar productos y estar en cercanía con la contribución ambiental y el desarrollo sostenible.

Además, se analiza que uno de los puntos más importantes es el uso de energías, puesto que en los procesos de producción el requerimiento es más alto y de una de las demandas más importantes, es por tal motivo que en este sector se generan más costos y un consumo amesurado, por lo cual una optativa de mejora se relaciona con la adición de equipos más especializados que han comprobado la reducción del recurso de energético, estos quipos se identifican como ultrasonidos “US” los cuales cumplen

con la extracción requerida de los residuos de cascara pero en estos procesos se evidencia bajas cantidades de energía, además no se emplea en la extracción el CO<sub>2</sub>.

Para finalizar se determina que la mayoría de índices cumplen con políticas presentes en la normatividad colombiana ISO 14001, relacionada con el gestiona miento sostenible ambiental y el gestiona miento de calidad, esto con énfasis a procesos de producción y normas de agricultura para la creación e impulso de nuevos productos al mercado, relacionando a procesos de producción de colorantes de origen vegetal, es por tal motivo que se puede establecer que la consideraciones con respecto al calentamiento global está relacionada íntimamente con la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmosfera o gases GEI, por lo cual se establece que dichas afecciones son contempladas bajo la norma expuesta, en donde se identifica que la emisión que se genera en estos procesos, es en gran medida acorde a lo que expone esta ley.

### Bibliografía

- Christensen, C. M., & Bower, J. L. (1995). El poder del cliente, la inversión estratégica y el fracaso de las empresas líderes, 17. (September 1993).
- Decreto 3930. Constitución política de Colombia. “Usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones”. 25 de Oct Colombia. 2010.
- Documento Conpes 2750. República de Colombia, Departamento de Planeación. “Políticas sobre manejo de residuos sólidos”. Colombia, 21 Dic 1994.
- Gallego, M. R. (2006). Producción más Limpia en la Industria Alimentaria.



- García Miranda, F. G., & Miranda Rosales, V. (2018). *Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. Universidad Nacional Autónoma de Agenda pública para el desarrollo regional, la metropolización y la sostenibilidad* (Vol. 2).
- Garcías, AlmudenaL, Blanco, Virgilio, Morales, Isabel , García, J. (2011). Impacto ambiental de proyectos industriales.
- Ley 1972. Congreso de la República de Colombia. “por medio de la cual se establece la protección de los derechos a la salud y al medio ambiente sano estableciendo medidas tendientes a la reducción de emisiones contaminantes de fuentes móviles y se dictan otras disposiciones”. Colombia ,18 Jul 2019.
- Ley 142. Congreso de la Republica de Colombia “En cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos”. Colombia,11 Jul 1994.
- Ley 09. Congreso de la Republica de Colombia. “Medidas sanitarias sobre el manejo de sólidos. Colombia, 5 de Feb 1979.
- Ley 1977. Congreso de la Republica de Colombia. “tratamiento adecuado fuentes hídrica”. Colombia, 24 Jul 2019.
- Nudelman, N. S. (2016). Procesos “ verdes ” de producción “ limpia ” para una civilización sustentable A – Introducción, (January).
- Orrego, A. S. (2012). El análisis de ciclo de vida ( acv ) en propuesta metodológica para la evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos.
- Padilla, E. (2005). Análisis de las emisiones de CO2 y sus factores explicativos en las diferentes áreas del mundo, (June 2014).
- Rodríguez, B. I. R. (2003). El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental, 91–97.
- Rosenbaum, R. K. (2018). Evaluación del ciclo de vida.
- Saralegui, JU. (1990). Industria y medio ambiente de la colisión a la sinergia. *Ekonomia revista vasca de economía*, 17, 150159
- Schatan, C. (1999). *medio ambiente y desarrollo*.