



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

*Facultad de Química-Farmacia.
Departamento de Ingeniería Química.*

Trabajo de Diploma

*Título: “Análisis de ciclo de vida de la producción
de zumo de mango orgánico”.*

Autor: Enedely Ferrer Falcón.

Tutores: Lic. Irina Márquez Gómez.

Dra. Elena Rosa Domínguez.

SANTA CLARA
2007

“AÑO DEL 49 ANIVERSARIO DE LA REVOLUCION”



El Análisis del ciclo de vida se está perfilando como la mejor herramienta de gestión ambiental, capaz de cuantificar cualquier producto, proceso o servicio de forma global, y planificar estrategias ambientales a medio y largo plazo

Quark

Resumen:

El presente trabajo se refiere al uso del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) como una herramienta para evaluar los impactos ambientales de producciones ecológicas, obteniéndose una evaluación cuantitativa de los impactos que producen estos productos durante todo su ciclo de vida.

El objetivo del estudio estuvo encaminado a la producción de zumos ecológicos específicamente el zumo de mango, en Cuba. Se utilizó el software profesional SimaPro 6.0 creado por Pre Consultant para la evaluación de los impactos ambientales, para realizar este análisis se empleó una metodología que incluye todas las fases de la producción de jugo para su evaluación ambiental mediante el Ecoindicador 99, donde se pueden apreciar los procesos que mayor influencia tienen en el Ciclo de Vida, se obtiene que en la etapa agrícola el mayor impacto es por el uso de la tierra y en menor medida debido al uso de combustible para la transportación de la materia prima a la fábrica, en la etapa industrial influye principalmente el consumo de combustible empleado en la caldera para la generación de vapor utilizado en la producción y la etapa de distribución y consumo, la mayor influencia viene dada por el empleo de combustible en la transportación lo cual genera un gran número de sustancias que son emitidas a la atmósfera.

La determinación de los puntos calientes permitió proponer un conjunto de medidas que contribuyen a la disminución de los impactos, lo cual hace esta producción más sostenible.

Palabras claves

Análisis de Ciclo de Vida, producción más limpia, producción orgánica, impactos ambientales.

Abstract:

The present work refers to the use of the Analysis of Cycle of Life (ACV) like a tool to evaluate the environmental impacts of ecological productions, being obtained a quantitative evaluation of the impacts that you/they produce these products during all its cycle of life.

The objective of the study was guided to the production of ecological juices specifically the mango juice, in Cuba. The professional software SimaPro 6.0 created by Pre Consultant for the evaluation of the environmental impacts was used, to carry out this analysis a methodology it was used that includes all the phases of the production of juice for its environmental evaluation by means of the Ecoindicador 99, where the processes can be appreciated that bigger influence has in the Cycle of Life, it is obtained that in the agricultural stage the biggest impact is for to the use of the earth and in smaller measure due to the use of fuel for the transportation of the matter prevails to it manufactures it, in the industrial stage it influences mainly the consumption of fuel employee in the boiler for the generation of vapor used in the production and the distribution stage and consumption, the biggest influence comes given by the employment of fuel in the transportation that which generates a great number of substances that you/they are emitted to the atmosphere.

The determination of the hot points allowed to propose a group of measures that you/they contribute to the decrease of the impacts, it which this more sustainable production makes.

Key words

Analysis of Cycle of Life, cleaner production, organic production, environmental impacts.

Índice:	Paginas.
Introducción.....	1
Capítulo 1. Revisión bibliográfica.....	4
1.1. Consideraciones generales.....	4
1.2. Impacto sobre el medio ambiente de la industria procesadora de alimento.....	4
1.3. Ventajas de los productos orgánicos y no orgánicos.....	7
1.4. Metodología para evaluar los impactos ambientales.....	8
1.4.1. Producciones mas limpias.....	9
1.4.2. Herramientas de producciones más limpias.....	10
1.4.2.1. Ecodiseño.....	11
1.4.2.2. Análisis de flujos.....	11
1.4.2.3. Ecoindicadores.....	11
1.4.2.4. Ecobalances.....	12
1.4.2.5. Análisis de ciclo de vida.....	12
1.4.2.6. Revisión inicial ambiental.....	12
1.4.2.7. Ecomapping.....	13
1.4.2.8. Contabilidad ambiental.....	13
1.5. Metodología de ACV.....	14
1.5.1. Etapas para realizar el ACV.....	14
1.5.1.1. Definición del objetivo y alcance del ACV.....	14
1.5.1.2. Análisis de inventario de ciclo de vida.....	15
1.5.1.3. Evaluación del impacto del ciclo de vida.....	15
1.6. Evaluación de mejoras e interpretación.....	18
1.7. Eco-indicadores para realizar el ACV.....	19
1.8. Antecedentes de aplicación del ACV en la industria.....	19
1.9. Producción de zumo de mango.....	22
1.9.1. Características generales del mango.....	22
1.9.2. Composición del mango.....	23
1.9.3. Contenido nutricional.....	23
1.9.4. Cosecha y maduración.....	24
1.9.5. Generalidades de los procesos de conservación.....	25
1.9.6. Productos conservados a través del mango.....	27
1.9.6.1. Puré de mango.....	27

1.9.6.2. Néctar de mango.....	28
Conclusiones parciales.....	29
Capítulo 2 Aplicación de la metodología en la producción de zumo de mango orgánico.....	30
2.1. Definición del objetivo y alcance.....	30
2.1.1. Objetivo.....	30
2.1.2. Alcance.....	30
2.1.2.1. Descripción del sistema en estudio.....	30
2.1.2.2. Unidad funcional.....	31
2.1.2.3. Límites del sistema.....	31
2.1.2.4. Tipos de impacto a evaluar metodología e interpretación.....	32
2.1.2.5. Requisitos de calidad de los datos.....	32
2.2. Análisis de inventario.....	33
2.2.1. Inventario agrícola.....	33
2.2.2. Inventario industrial.....	33
2.2.3. Inventario en la distribución y consumo.....	33
2.3. Evaluación del impacto.....	34
2.3.1. Análisis de la red del proceso.....	34
2.3.2. Caracterización y valoración.....	36
Conclusiones parciales.....	45
Capítulo 3. Evaluación de mejoras para disminuir el impacto ambiental de la producción de zumo de mango.....	46
3.1. Análisis de sensibilidad al uso de diferentes medios de transportación..	46
3.2. Evaluación de mejoras para el reciclaje en la etapa industrial y en la distribución y consumo.....	51
3.3. Aplicación de las alternativas seleccionadas para reducir el impacto ambiental del proceso.....	56
3.4. Propuestas de otras medidas.....	63
Conclusiones parciales.....	64
Conclusiones generales.....	65
Recomendaciones.....	66
Bibliografía.	
Anexos.	

Capítulo 1. Revisión bibliográfica.

1.1. Consideraciones generales.

La humanidad ha realizado a lo largo de la historia modificaciones estructurales del paisaje. Los efectos locales han sido importantes sobre la superficie terrestre y la hidrología, cuando para obtener una nueva superficie nivelada se remueve la vegetación natural y el suelo, el subsuelo e incluso los estratos geológicos inferiores. (<http://www.union.org.mx>)

A medida que aumenta el poder del hombre sobre la naturaleza y aparecen nuevas necesidades como consecuencia de la vida en sociedad, el medio ambiente que lo rodea se deteriora cada vez más. El comportamiento social del hombre, le permitió diferenciarse de los demás seres vivos. Pero mientras ellos se adaptan al medio ambiente para sobrevivir, el hombre adapta y modifica ese mismo medio según sus necesidades, cambiando las condiciones naturales del mismo, incluso que puedan dañar la salud, la higiene o el bienestar público.

(<http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/>)

1.2. Impacto sobre el medioambiente de la industria procesadora de alimentos.

Las formas en que se utilizan los recursos naturales para producir alimentos dependen mucho de factores humanos, económicos, culturales y sociales. Esto se evidencia en la gran variedad de cambios realizados en la naturaleza mediante la modificación de paisajes, el uso y la exclusión de especies de plantas y animales, la manipulación de las aguas y los suelos, por lo que podemos decir que la industria alimentaria es una gran generadora de contaminantes del medio ambiente, pues genera residuos líquidos, los que van directamente a las aguas que están cerca de las industrias, genera residuos gaseosos contaminando directamente a la atmósfera y residuos sólidos que muchas veces no son tratados debidamente y contaminan los suelos y las aguas. (<http://www.business.gov.pl/>)

En nuestro país al triunfo de la revolución, la industria alimenticia, salvo excepciones, contaba con unos pocos talleres y fábricas, prácticamente artesanales y con una gran dispersión territorial, no constituyendo, en ese

momento, sus residuales, una amenaza significativa de contaminación para el medio ambiente.

A partir del año 1968, comienza un proceso de renovación y desarrollo, con fuertes inversiones en la década del 70, que sumada a otras acciones, nos permite contar, actualmente, con un sistema productivo de la industria alimenticia, distribuido por todo el territorio nacional, que por las características y volumen de sus residuales, constituyen una de las fuentes de contaminación del medio ambiente en el país. (<http://www.business.gov.pl/>)

Con vista a enfrentar la problemática de protección del medio ambiente, se orientó en nuestro Organismo una política basada en tres direcciones fundamentales:

- Toda nueva inversión debe llevar implícita una solución para la disposición de residuales.
- Definición de un programa inversionista diferenciado para dar solución a los problemas de contaminación de las fábricas existentes.
- Instrumentación del aprovechamiento racional de los subproductos, con el fin de disminuir las cargas contaminantes en los residuales líquidos y su utilización en la producción de alimentos para el consumo humano y animal.

Estas medidas se tomaron con el fin de mantener incorporada la dimensión ambiental en las etapas de estudio, diseño, ejecución y control de los proyectos, programas y planes de desarrollo de la misma.

<http://www.business.gov.pl/>

Pues el desarrollo de frutales y sus derivados mediante un cultivo y elaboración de forma ecológica y sostenible, respectivamente, en armonía con la naturaleza y la sociedad, son tendencias actuales que facilitan su comercialización.

Esto motivó la confección de una metodología para evaluar la calidad ambiental en la producción de zumo de mango de la fábrica de conservas “La Mady” en Villa Clara, mediante el ACV.

Por lo que podemos apreciar que la materia prima fundamental será el mango cultivado de forma orgánica, lo que garantiza que este libre de productos

químicos que agredan al medio ambiente en la etapa de cultivo y transmitan propiedades indeseables al zumo de mango.

1.3. Comparación de productos orgánicos y no orgánicos.

En la actualidad, a nivel mundial, se está experimentando una evolución de la demanda hacia alimentos más naturales, con mínimo procesado y que posean beneficios demostrables sobre la salud. Los estudios sobre el efecto de la dieta en la salud están dando lugar a una nueva cultura de la prevención de enfermedades mediante la adecuada selección de la alimentación.

La contaminación de la era industrial se pone de manifiesto en los alimentos, un ejemplo de esto son los productos cultivados con el empleo de productos químicos, que no son más que, verduras tratadas con pesticidas, fruta con restos de herbicidas, etc. Además el uso de abonos químicos, sobre todo los nitrogenados, aumentan el contenido en agua de las frutas y verduras, lo que trae consigo que estos productos se deterioran con mayor facilidad, así que la velocidad de consumo de los mismos debe ser alta.

Abonos y piensos de poca calidad destinados al engorde, provocan efectos similares en plantas y animales respectivamente. Las plantas reciben una nutrición deficiente en algunos oligoelementos ya que las posibilidades de los abonos de cubrir la “dieta” completa son limitadas (<http://www.productos-ecologicos.com>).

En cambio, los productos naturales orgánicos o ecológicos se deterioran más lentamente, debido a que se han cosechado cuando tienen maduración técnica y no verde, como los que se pretenden vender por parte de las grandes empresas productoras.

La existencia de productores y consumidores más conscientes de la necesidad de proteger el medio ambiente y la salud, los cambios cada vez mayores en los hábitos de consumo y la demanda de alimentos sanos, productos naturales y de buena calidad, son factores que han contribuido a que la producción y el comercio de productos ecológicos adquieran un mayor auge. Respetan los ciclos naturales de los cultivos, evitan la degradación de los ecosistemas. Al no agotar los suelos, no es necesario un abono químico que los contamine ya que no es

imprescindible para conseguir mayores producciones de frutas y verduras de calidad, añadir sustancias de síntesis durante el cultivo o la conservación.

1.3.1. Ventajas de los productos orgánicos.

Las economías de los países en desarrollo han tenido que ir a una agricultura sostenible lo que ha posibilitado que sus producciones sean de bajos insumos con limitado empleo de productos químicos caros y de importación, esta desventaja sin embargo proporciona la preferencia de muchas de sus producciones en los mercados ecológicos y convierte esta debilidad en fortaleza. (Rosa et al, 2006)

Según Rosa (2006), los reclamos de que los productos de ciertos países en desarrollo son preferibles desde un punto de vista medioambiental se basa fundamentalmente en que:

1. El uso de recursos y energía natural

- Más bajo consumo de energía a lo largo de todo el ciclo de vida del producto (los productos naturales usualmente son menos intensivos en energía, particularmente en la etapa de producción, que los sintéticos).
- Más bajo consumo material en la producción y distribución.
- Más bajo uso de recursos no renovables, que son además preferiblemente sustituidos por recursos renovables manejados sostenidamente.

2. Cantidad de desechos generados durante el ciclo de vida.

- Más bajas emisiones de CO₂ y otros gases dañinos al medio ambiente, en la etapa de producción, consumo y desecho.
- Más baja o nula contaminación del agua y del suelo (la abstención de la agricultura en usar insumos químicos tiene un buen registro a ese respecto).
- Los productos son reciclables o biodegradables (los productos naturales tienen una cierta ventaja para el reciclado y son fácilmente biodegradables).

3. Impacto sobre la salud humana y animal

- No hay sustancias tóxicas contenidas en el producto y no se liberan residuos tóxicos en las etapas de producción, consumo y desecho del mismo.
- Sólo se usan ingredientes e insumos naturales en el proceso de producción (alimentos orgánicos, textiles orgánicos).

4. Preservación del medio ambiente

- El producto proviene de una fuente natural manejada sostenidamente (madera de un bosque manejado sostenidamente).
- El producto tiene un impacto beneficioso, en su etapa de producción, sobre el entorno (los productos de la agricultura orgánica mejoran la fertilidad del suelo e inciden positivamente sobre todo el ecosistema, incluyendo la bio-diversidad).

Sin embargo estas ventajas muchas veces no pasan de ser potenciales debido a que el desarrollo de los productos preferibles para el medio ambiente (PPMA) puede ser impedido por varios factores, en particular la falta de apoyo financiero, la falta de conocimientos específicos y de experiencia en el negocio de exportación, la falta de apoyo del gobierno para la promoción de productos y diseminación de tecnologías, y la ausencia de una adecuada infraestructura nacional. Estas características son comunes a muchos países de la región latinoamericana.

A fin de distinguir los PPMA de los productos convencionales, los reclamos de carácter medioambiental se hacen generalmente a través del etiquetado de los productos. Diversos tipos de etiquetas medioambientales se han desarrollado. En un número de países han sido desarrolladas normas nacionales. Adicionalmente, los órganos de certificación tienden a crear sus propios criterios para el uso de su marca certificada. <http://www.codexalimentarius.net/inicio.htm>

El ACV, es un método que se emplea para investigar el impacto de un material - o de un sistema - en el medio ambiente durante toda la vida de dicho material, en una aplicación concreta, desde la obtención de las materias primas, hasta el momento en que se deshecha el producto final (Sabella, 1999). De este modo se pueden comparar los impactos medioambientales de diferentes materiales o de diferentes sistemas; como por ejemplo los productos cultivados de forma orgánica y los cultivados con el empleo de pesticidas, fertilizantes, etc.

1.4. Metodologías para evaluar los impactos ambientales.

Para poder determinar si una sustancia es perjudicial o no para el medio ambiente, lo debemos probar con toda la evidencia científica de la que disponemos el impacto de todas las materias primas, el consumo de energía, la

contaminación del aire, del agua y el suelo, el mantenimiento, reciclaje, y gestión de residuos para cualquier material utilizado. (Los clorofilos, 1998)

Existen diversas maneras de reducir el impacto de los productos como por ejemplo el tratamiento de emisiones, hasta estrategias globales que integran en el sistema los aspectos ambientales, sociales, y económicos, el reciclaje es una opción muy útil, pero el tratamiento resulta necesario para los residuos que se obtienen después de reducir y reciclar todo lo posible. (Rieradevall, 1999, Contreras, 2007)

1.4.1. Producciones más limpias.

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) ha conducido un programa intensivo y pro ambiental, acompañado de una campaña de información y entrenamiento para promover tecnologías limpias o ambientalmente amigables. El programa se diseñó para incrementar la eficiencia y productividad al reducir la contaminación ambiental, en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Según el PNUMA podemos decir que las producciones mas limpias (PML) no es mas que: “la aplicación continuada de una estrategia de prevención ambiental integrada a producciones y servicios, con el objetivo de incrementar su eficiencia, lograr la sostenibilidad del desarrollo económico y reducir los riesgos para los seres humanos y para el medio ambiente “.

La forma de conseguirlo es aplicar las mejores tecnologías disponibles, utilizar las materias primas menos impactantes y mejorar la gestión de procesos con criterios ambientales en el entorno de las actividades industrial y los riesgos sobre las condiciones de seguridad e higiene para los trabajadores (Rieradevall, 1999).

Para lograr la sostenibilidad ecológica de las actividades industriales, puede ser útil, contemplar la compatibilización ecológica de la actividad industrial como un proceso lineal o secuencial, el que se avanza a lo largo del tiempo mediante la progresiva introducción de criterios ecológicos en la gestión de los sistemas industriales, bajo la presión de la creciente conciencia ambiental (Contreras, 2007).

Esta estrategia ofrece mayores ventajas comparadas con los métodos tradicionales de control y remediación de la contaminación (Contreras, 2007).

En los países industrializados el periodo de adaptación comenzó a desarrollarse de manera palpable a finales de los años sesenta, bajo el principio de "el que contamina paga". Desde entonces, todos los países industrializados han venido acumulado una extensa normativa medioambiental para el control de las actividades industriales y en respuesta a la misma, la tecnología y los métodos de producción han intentado adaptarse a las diferentes empresas, ramas industriales y países.(Contreras, 2007)

Sobre las tecnologías más limpias, lo más destacable, es la reducción de los desechos no biodegradables y la autosostenibilidad ambiental. Mientras, tienen la desventaja de que generalmente producen aumentos considerables en los costos de producción y fabricación lo cual no es factible para las utilidades de las empresas (Contreras, 2007).

La producción incluye un uso más eficiente de los recursos naturales, no solo para beneficio del medio ambiente, sino que trae consigo ventajas competitivas y económicas para aquellas organizaciones que la implementan (Márquez, 2000); (Rigola, 1990) ;(UNEP, 1998); (<http://www.cmpl:ipn.mx>).

1.4.2. Herramientas de las producciones más limpias.

El creciente reconocimiento de la importancia de la protección ambiental y los posibles impactos asociados con los productos fabricados y consumidos, ha aumentado el interés en el desarrollo de herramientas para comprender mejor y reducir esos impactos sobre la naturaleza. También debemos tener en cuenta que existen ciertos elementos necesarios para lograr con éxito su desarrollo, esa es la función de las herramientas ambientales, las cuales a través de la función específica que posee cada una, conforman un complejo grupo orientado hacia la búsqueda de información útil para el análisis y estudio de las diversas etapas que conforman cada uno de los procesos productivos (<http://www.sabanet.unisabana.edu.com>).

Existen diversas herramientas ambientales, las cuales se pueden ser clasificadas en 3 grupos principales dependiendo de: su función, de la parte del proceso productivo que se analiza, o del tipo de resultados que se establece. En

algunos casos una misma herramienta puede ser clasificada en distintas categorías, debido a su versatilidad. Por ejemplo, dependiendo de su función (herramientas de planeación, implementación, control o revisión); de la unidad que analiza (la empresa, su entorno, los procesos y los productos); del tipo de información que genera (cualitativa o cuantitativa) y del enfoque del análisis (técnico, ambiental, económico, social) (<http://www.sabanet.unisabana.edu.com>). A continuación se describirán las herramientas de PML, como son ecoindicadores, revisión ambiental inicial, ecomapa, Ecobalance, Matriz MED, análisis del ciclo de vida, contabilidad ambiental, análisis de flujo, análisis de riesgo y ecodiseño, entre otras, utilizadas a nivel empresarial para el logro de procesos y productos sostenibles, fundamentales para alcanzar el objetivo global del Desarrollo Sostenible, que es a su vez el objetivo final de la gestión ambiental.

1.4.2.1. Ecodiseño.

Permite reducir el impacto medioambiental de los productos y servicios a lo largo de su existencia; desde la fase de procesado de sus materias primas, pasando por la distribución y uso hasta el retiro final del producto para desarrollar productos y servicios que contribuyan al desarrollo sostenible de la sociedad. (<http://alfaomega.com.mx>)

1.4.2.2. Análisis de flujos.

El análisis de flujo es una herramienta de inventario usada para identificar todas las posibles fuentes de generación de desechos o consumos excesivos de materiales y energía, este puede ser utilizado para determinar la generación de desechos en cada unidad de producción, resultando en una lista completa de todas las fuentes de desechos (<http://www.sabanet.unisabana.edu.com>).

1.4.2.3. Ecoindicadores.

Son una herramienta de información que permite que midamos las tendencias ambientales, estos indicadores pueden proporcionar una foto de una situación actual, y los medios para observar cambios en un cierto plazo.

Para que un indicador cumpla este objetivo de manera eficiente, debe contar con las siguientes características; el indicador debe medir el problema o condición

real, su propósito debe ser claro e interpretado sólo de una manera, los usuarios deben confiar en lo que muestra el indicador

<http://www.sabanet.unisabana.edu.com>).

1.4.2.4. Ecobalances.

Esta herramienta se emplea para acopiar y organizar datos para evaluar estrategias de prevención de la contaminación, reducción de costos y administración ambiental y financiera y por otro lado, permite identificar las áreas del proceso productivo que requieren de intervención para mejorar el desempeño ambiental, en sentido general esta estructurado para reportar los flujos hacia el interior y el exterior, de recursos, materia prima, energía, productos, subproductos y residuos que ocurren en una organización en particular y durante un cierto período de tiempo

<http://www.sabanet.unisabana.edu.com>).

1.4.2.5. Análisis del ciclo de vida (ACV).

Es un procedimiento objetivo de valoración de las cargas energéticas y ambientales relativas a un proceso o una actividad, efectuado a través de la identificación de la energía, de los materiales usados y de los desechos vertidos al ambiente, La valoración incluye el ciclo de vida completo del proceso o la actividad, comprendiendo la extracción y el tratamiento de la materia prima, la fabricación, el transporte, la distribución, el uso, la reutilización, el reciclaje y el vertido final. (Sabella, 1999) ;(Pré consult, 2004); (NC-ISO 14040, 1999).

1.4.2.6. Revisión inicial ambiental.

Su función, esta orientada hacia la esquematización de los posibles problemas de tipo ambiental que pueden afectar el sistema productivo de una industria determinada, es así como compila la información existente de los posibles puntos flacos existentes en las actividades propias de la empresa, además de identificar sus efectos ambientales de tipo general y tener elementos para realizar una comparación de los hechos existentes en la empresa con los requisitos legales y los reglamentos establecidos a los cuales deban acatarse.

<http://www.sabanet.unisabana.edu.co>

1.4.2.7. Ecomapping (ECOMAPA).

Esta es una herramienta que se fundamenta en la recolección de información, no sólo de la ubicación de los diferentes focos que puedan generar contaminación, sino también de aquellos sectores que estén ubicados en puntos de alto riesgo de contaminación. En cada uno de estos mapas se identifican las entradas y salidas, los peligros potenciales, y si existe un problema de particular interés se elabora un mapa específico para este problema, se pueden usar como parte de la documentación del sistema de manejo ambiental de la compañía y deben realizarse de tal forma que puedan ser reutilizables y que se puedan actualizar con el paso de los años (<http://www.sabanet.unisabana.edu.com>).

1.4.2.8. Contabilidad ambiental.

Identifica y valora los impactos contaminantes que se generan en un proceso determinado, herramienta de suma importancia al momento de precisar el costo total de un proceso o un producto específico.

Por otro lado la contabilidad ambiental define e incorporar todos los costos ambientales en los informes financieros de una compañía. Esta herramienta puede ayudar a orientar los proyectos de mejoramiento ambiental de la compañía (<http://www.sabanet.unisabana.edu.com>)

1.5. Metodología de ACV.

Una de las técnicas que se están desarrollando para este propósito es el ACV, según las normas cubanas ISO 14040, 1999.

El ACV es una técnica para evaluar aspectos ambientales asociados con un producto durante su ciclo de vida. Las aplicaciones más importantes son:

- Análisis de la contribución de estados de ciclos de vida a la carga ambiental general, usualmente con el objetivo de dar trato preferente al mejoramiento de productos o procesos.
- Comparación entre productos para comunicaciones internas y externas.

El análisis del ciclo de vida es una técnica relativamente nueva; se hizo popular al inicio de los años noventa. Inicialmente, muchas personas pensaron que LCA sería una herramienta útil para el apoyo de derechos ambientales a usarse en el marketing. Con los años, se demostró que ésta no es la mejor aplicación para

LCA, a pesar de que sea importante comunicar los resultados de LCA de una forma cuidadosa y bien balanceada. (Pré Consultans, 2004)

El ACV estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo de la vida del producto, (es decir, de la cuna a la tumba), desde la adquisición de las materias primas hasta la producción, uso y disposición. Las categorías generales de aspectos ambientales que precisan consideración incluyen el uso de recursos, la salud humana y las consecuencias ecológicas (NC-ISO 14040, 1999).

1.5.1. Etapas para realizar el ACV.

Según la NC-ISO 14040, para realizar el ACV a un producto se debe definir el objetivo y alcance, realizar el análisis del inventario, la evaluación del impacto y la interpretación de los resultados, como se ilustra en la figura 1:



Figura 1: Fases de un ACV de un producto en general.

A continuación se describe brevemente cada una de las etapas con que consta el ACV.

1.5.1.1. Definición del Objetivo y Alcance del ACV (ISO 14041, 1999).

En la definición del objetivo del ACV, de acuerdo a la norma ISO 14040 se incluyen las razones/motivos para llevar a cabo el estudio y tipo de información que se espera obtener.

El alcance del ACV consiste en la definición de la amplitud, profundidad y detalle del estudio. De acuerdo a la norma ISO 14040, el alcance debe considerar y describir los siguientes puntos:

- Funciones del sistema en estudio.
- Selección de la unidad funcional, debe estar claramente definida, ser medible y representativas de todas las entradas y salidas.
- Descripción del sistema en estudio.
- Establecimiento de los límites del sistema, determinando lo que entra dentro del sistema en estudio y lo que se queda fuera.
- Hipótesis y limitaciones.
- Requisitos de calidad de los datos.

1.5.1.2. Análisis de Inventario de Ciclo de Vida (ISO 14041, 1999).

Esta fase conlleva la resolución de los balances de energía y de materia del sistema, de forma que los datos finales del inventario (parámetros) se recojan en tablas y estén referidos a la unidad funcional). Se trata de la fase del ACV que más tiempo lleva debido a que, normalmente, el número de parámetros a considerar es numeroso.

El análisis del inventario (ICV) se basa en los principios del análisis de sistemas. Un sistema se define como una serie de operaciones que efectúan una función definida con precisión. El resultado o producto de un sistema puede considerarse también como un servicio. Puede decirse que el interés en aplicar la evaluación del ciclo de vida para prevenir la contaminación, es permitir la selección de las operaciones relacionadas con un sistema cuya producción se realiza de la manera más eficaz al tomar en cuenta el ciclo de vida en su totalidad.

1.5.1.3. Evaluación del impacto del ciclo de vida (ISO 14042, 1999).

La evaluación de impactos facilita la interpretación y combinación de los datos del inventario de formas más manejables y significativas para el tomar de decisiones. En el enfoque orientado a los problemas, los datos del inventario se agregan según las contribuciones relativas a un número medible de preocupaciones medioambientales.

Esta fase hace corresponder cada parámetro obtenido en el Análisis de Inventario, con el potencial impacto ambiental a que da lugar. En esencia, la Evaluación de Impacto del Ciclo de Vida consiste en el desarrollo de las siguientes acciones:

- Elaboración de un inventario de categorías de impacto a que pueden dar lugar las diversas cargas ambientales generadas por el sistema del producto (efecto invernadero, acidificación, eutrofización, agotamiento de recursos,...).
 - Selección, para el sistema en estudio, y en función de los resultados del inventario, de las categorías de impacto que hay que considerar.
 - Asignación de los resultados del inventario a las categorías de impacto a las que contribuyen, teniendo en cuenta que algunos de ellos pueden producir más de un impacto.
 - Cálculo de las contribuciones individuales de cada parámetro del inventario a un determinado impacto, calculándose posteriormente las contribuciones totales al mismo.
 - Establecimiento de un orden de importancia entre los impactos considerados.
- Estas acciones se llevan a cabo a través de tres pasos: clasificación, caracterización y valoración.

a. Clasificación.

Es la fase de la Evaluación de Impacto donde se identifican los impactos a considerar en el ACV, los cuales se agrupan en:

- Consumo de Recursos
- Usos del suelo
- Ruidos y olores
- Efectos a la salud en el lugar de trabajo
- Generación de residuos
- Conservación de recursos naturales y diversidad de especies

Según *SETAC*, estas categorías de impacto a considerar en un ACV se engloban en tres grupos principales:

- Consumo de recursos naturales.
- Impactos al ecosistema.

- Daños a la salud.

Las categorías de impacto también pueden clasificarse en función del tipo de impacto que origina cada una, distinguiéndose dos grupos:

- *Efectos globales*: aquellos cuyo impacto es independiente de la localización geográfica en la se extraen los recursos o en la que tienen lugar las emisiones (consumo de energía, calentamiento global, y efecto sobre la capa de ozono,...).
- *Efectos de alcance regional o local*: aquellos cuyos impactos sólo afectan a un área geográfica localizada (acidificación, oxidación fotoquímica, eutrofización de las aguas, etc.).

b. Caracterización.

En esta fase los parámetros inventariados se adicionan dentro de la categoría de impacto a la que contribuyen. Para ello, se tiene en cuenta su contribución potencial a ese impacto, la cual se expresa en forma de un factor denominado factor de caracterización.

Para definir el factor de caracterización se selecciona, de entre todas las especies que contribuyen a un impacto, la más representativa, expresándose el resto en función de ella. Así, para el caso de la acidificación, el factor de caracterización es el denominado Potencial de Acidificación, PA, el cual se define como la capacidad de una unidad de masa contaminante para emitir H^+ en relación con la capacidad que tiene el SO_2 .

c. Valoración.

El objetivo es obtener un gradiente de importancia de los impactos considerados en la caracterización. Para ello se realiza un análisis cualitativo o cuantitativo de ellos, con el fin de establecer prioridades, debiendo incluirse puntos de vista políticos, valores sociales, valores de expertos ambientales, valores del que toma la decisión. Esto lleva implícito cierto grado de subjetividad, aunque el procedimiento para incorporar factores de valoración puede tener en cuenta conocimientos científicos (sobre todo de ciencias sociales y de comportamiento) y los resultados, en principio, pueden ser empíricamente verificables.

Esta etapa no se encuentra del todo desarrollada, existiendo una gran necesidad de optimización y estandarización. Esto conlleva que en algunos análisis se

obvie y las conclusiones se expresen como la contribución relativa de los efectos, esto es, qué efecto es mayor que otro.

1.6. Evaluación de mejoras o Interpretación (ISO 14043, 1999).

Consiste en la evaluación sistemática de las necesidades y oportunidades para reducir las cargas ambientales asociadas con el consumo de energía, de materias primas y el impacto ambiental de las emisiones que tienen lugar durante el Ciclo de Vida de un producto, proceso o actividad.

En esta etapa se **combinan los resultados** de las dos etapas anteriores (Análisis de Inventario y Evaluación de Impacto), con la finalidad de extraer, de acuerdo a los objetivos y alcance del estudio, conclusiones y recomendaciones que permitan la toma de decisiones futuras (Contreras, 2007).

Esta etapa puede incluir propuestas cualitativas y cuantitativas de mejoras, como cambios en el producto, en el proceso, en el diseño, sustitución de materias primas, gestión de residuos, etc. De igual forma, puede ir asociada con las herramientas de prevención de la contaminación industrial, tales como minimización de residuos, o rediseño de productos (Contreras, 2007).

- Análisis de contribución:

Una herramienta importante para entender la incertidumbre de los resultados consiste en el uso del análisis de contribución. Sima-Pro permite realizar dicho análisis de forma gráfica y tabulada, permitiendo determinar cuales procesos juegan un papel significativo en los resultados (Contreras, 2007).

- Análisis de sensibilidad:

Para comprobar la influencia de las suposiciones más importantes, se recomienda efectuar el análisis de sensibilidad durante y al final de ACV. El principio consiste en cambiar la suposición y recalcular el ACV ya que el resultado de ACV puede depender de alguna de las suposiciones hechas durante el estudio. Eso no necesariamente debe ser un problema siempre y cuando las conclusiones del ACV sean estables. Si bajo una suposición los resultados difieren a los objetivos bajo otra suposición, se debe explicar cuidadosamente, bajo que criterio las conclusiones tiene validez (Contreras, 2007).

- Análisis de incertidumbre:

La incertidumbre de los datos se puede determinar por métodos estadísticas. Sima-Pro da la posibilidad de utilizar la técnica Monte Carlo (Contreras, 2007).

1.7. Eco-indicadores para realizar el ACV.

Se han desarrollado varios tipos de indicadores que miden cuantitativamente el impacto ambiental para diferentes productos; respaldados por bases de datos como la Oficina Federal Suiza del medio ambiente; Bosques y Paisajes (BUWAL) (Fernández,2003) ;(Ecoinvent Centre, 2003) y otras.

Según Contreras (2007), los indicadores más empleados y sus limitaciones fundamentales son: CML 1992; (no incluye ruido; emisión de partículas final y uso de tierra), Eco-indicador 95 (no incluye el uso de tierra, ruido y agotamiento de combustibles fósiles) y el Eco-indicador 99 (no incluye ruido).

El Eco-indicador 99 incluye más aspectos y por tanto es más complejo que el CML 1992, el Eco-indicador 95 y otros usados en la práctica, pues el sistema de medidas entre los diferentes aspectos ambientales es la aproximación en función de los daños, es decir la relación entre el impacto y el daño a la salud humana, al ecosistema y a los recursos. Aunque este incluye los impactos más relevantes para cada categoría de daño existen otros, el método no es 100% completo. Pero este mejora la metodología de cálculo del Eco-indicador 95 y amplía la lista de impactos al considerar la disminución de recursos, el uso de suelos y radiación de iones, además, el modelo de daños se basa en métodos más científicos y fiables. Se incluye una base científica mejorada y se incluyen otras importantes mejoras (Contreras, 2007).

1.8. Antecedentes de aplicación del ACV en la industria.

El método de ACV se ha utilizado en diferentes escenarios de la industria alimenticia, para poder determinar los impactos que la misma genera sobre el medio ambiente, según Muñoz et al (2004) la producción de tomate en invernaderos generan grandes cantidades de desechos de materia biodegradable y además los invernaderos en si producen una considerable cantidad de desechos plásticos, por lo que en este trabajo se utiliza el ACV para comparar tres diferentes vías de manejar los desechos en la producción y lograr seleccionar las mejores para tratar los mismos, llegando a la conclusión que los

principales impactos en la producción están dados por los desechos de biomasa y de plásticos, impactando fundamentalmente en las categorías de cambios climáticos, eutrofización y la formación de oxidantes fotoquímicos; además que el mejor tratamiento para la materia biodegradable es el compost. (Castells et al, 2004) utiliza el ACV para identificar las cargas ambientales asociadas con la protección del cultivo del tomate en el área del Mediterráneo, por el uso de fertilizantes y la construcción de invernaderos, los datos de agronomía fueron recolectados en diferentes cosechas en Maresme, un área localizada a 30 Km. al norte de Barcelona, para realizar el ACV el sistema en general lo dividieron en tres etapas, que son la producción de tomate (que es dividido para facilitar el estudio en cinco subsistemas), la fabricación (que se divide en dos subsistemas) y el manejo de los desechos, como resultado del ACV se llegó a la conclusión que las fuentes principales de contaminación para el medio ambiente son la fabricación de la estructura del invernadero, la producción y uso de fertilizantes necesitados en la producción del tomate, pues unos de los resultados obtenidos muestran que de las 470 sustancias consideradas en este estudio, solamente 21 contribuyeron en más del 5% del impacto total de una categoría. Entre las 21 sustancias, 16 contribuyen a las emisiones del aire o del agua, siendo 6 de ellas los pesticidas y 5 eran recursos no renovables.

La producción de manzanas en New Zealand es otro ejemplo de la horticultura donde fue aplicado el ACV para identificar las oportunidades de mejorar ambientalmente el sistema; en este trabajo se realiza en estudio para todo el ciclo de vida desde la cuna, teniendo en cuenta la producción de pesticidas y fertilizantes, la producción y mantenimiento de maquinarias, hasta la producción de manzanas en la granja, incluyendo todos los consumos y emisiones. Para realizar el ACV clasificaron las manzanas en tres categorías, las de “exportación”, para el “mercado local” y la de “procesar”, además el objetivo fundamental de este estudio fue comparar e identificar el impacto ambiental en la producción en dos regiones de New Zealand, concluyendo que más del 50% de las categorías de impacto consideradas en el estudio están dadas por las emisiones relativas a la energía, además las emisiones provenientes de la combustión de fuel es la principal causa de la mayoría de las categorías de

impacto, evidenciándose que un cambio de combustible puede disminuir la contribución a muchas de estas categorías de impacto (Milá et al, 2005). Otro escenario donde fue utilizado el ACV es en la producción de pan, realizando una comparación de ocho diferentes formas de producir el mismo para determinar cual es la más ventajosa desde el punto de vista ecológico, teniendo en cuenta todo su ciclo de vida; desde la cosecha del trigo ya sea de forma orgánica o convencional, las diferentes tecnologías para la molienda del mismo y las diferentes formas que existen de hornear el pan, tiene también en cuenta para realizar el ACV, la transportación ya sea del grano hasta la fábrica o la del producto final para su consumo doméstico; concluyendo que la producción de pan que usa el trigo crecido orgánicamente, el molido de forma industrial y la cocción del mismo en una fábrica grande es la manera más preferible de producirlo (Braschkat et al, 2004).

Uno ejemplo muy parecido al que realizaremos en nuestro trabajo es el de la producción de ketchup, en el que el objetivo fundamental de ACV es identificar las etapas que mas impactan en todo el ciclo de vida de la producción del mismo, para mejorar y perfeccionar el sistema. Para realizar el estudio, el ciclo de vida se divide en seis subsistemas:

- Producción agrícola (cultivo del tomate y del azúcar de remolacha.)
- Producción industrial (producción de la pasta de tomate, azúcar cruda, vinagre, especias, sal y ketchup.)
- Embalaje (proceso de producción y transportación incluyendo el sistema de empaquetamiento de la pasta de tomate y del ketchup.)
- Transportación (Todo el sistema de transportación excepto el que está incluido en el sistema de embalaje.)
- Compra del producto final (transportación desde el lugar de venta hasta la casa)
- Almacenamiento en la casa (refrigeración del ketchup)

Y se cuantifica la energía utilizada, las emisiones y algunos efectos ambientales. De acuerdo a la caracterización de los resultados, los procesos de compra del producto final, el embalaje y la producción industrial fueron determinados como

los puntos críticos para muchas de las categorías de impacto investigadas; debido a las emisiones al aire el subsistema de transportación es un punto crítico; Para la toxicidad humana se emplearon dos métodos, el CML que incluye algunas de las más comunes emisiones al aire y el método de Tellus que no las incluye, llegando a la conclusión que las etapas más críticas son la producción agrícola, la producción industrial y el subsistema de embalaje (Karin et al, 1998). Según Clemente et al, (2004) España es uno de los cuatro más grandes productores de naranjas en el mundo y de su producción total; 3,6 millones de toneladas se producen en la comunidad de Valencia y el objetivo de este estudio es realizar un ACV con el propósito de evaluar las consecuencias para el medio ambiente de las prácticas agrícolas realizadas en la producción integrada (IP) de naranjas en la comunidad de Valenciana y contribuir a desarrollar el uso de la metodología del ACV a las prácticas agrícolas en España. Para realizar el ACV en este trabajo se tiene en cuenta la producción de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas) y la producción y uso de energía en los regadíos y para la práctica agrícola. La unidad funcional es la producción de 1kg de las naranjas. Para realizar el análisis de inventario se utilizaron bases de datos. En el mismo la transportación de los agroquímicos hasta la granja no fueron incluidos al realizar el ACV. En este trabajo se llegó a la conclusión que el problema principal que trae consigo la producción agrícola en Valencia es la eutrofización y para prevenir esto deben ser realizado, un balance de los nutrientes.

En la literatura consultada no se reporta el uso de ACV en Cuba para realizar estudios ambientales en la producción de zumos, lo que nos motivó a realizar este estudio, específicamente el de zumo de mango por ser uno de los de mayor demanda en el mercado (Purseglove, 1974).

1.9. Producción de zumo de mango.

1.9.1. Características generales del mango.

El mango (*Mangifera indica* L.), pertenece a la familia Anacardiaceae, que incluye alrededor de 600 miembros. Es una fruta popular y conocida como el rey de las frutas. (Purseglove, 1974).

Crece en zonas tropicales a alturas de 4,000 ft. sobre el nivel del mar, y a 2,000 ft. en zonas donde las estaciones estén muy marcadas (Purseglove, 1974). Es

una fruta climatérica que en estado de maduración, ideal para el consumo, dura pocos días (Wu et al., 1996).

El tamaño del fruto varía de 2.5-30 cm. de largo. Su forma es ovalada o redonda, con un hueso interior de tamaño significativo. Crece en árboles de hoja de perenne. Presenta grandes variedades de tamaño y caracteres. El color depende de la variedad y la región donde esté cultivado, pero abarca mezclas de verde, amarillo y rojo (Popenoe, 1974).

1.9.2. Composición del mango.

La semilla del mango abarca del 9 al 27% aproximadamente del peso total de la fruta. El color del pellejo y la pulpa varía con la madurez y el cultivo. Su contenido de carotenoides aumenta durante su madurez; es buena fuente de provitamina A (Luh, 1980).

La parte comestible del fruto total corresponde entre el 60 y 85%. El componente mayoritario es el agua en un 84%. El contenido de azúcar varía de 10-20% y de las proteínas en un 0.5%.

El ácido predominante es el ácido cítrico aunque también se encuentran el ácido málico, succínico, urónico, tartárico y oxálico en cantidades menores (Jagtiani et al., 1988)

1.9.3. Contenido nutricional.

El mango es una fruta popular y en su mayoría es consumido en estado fresco; ya que es considerado como una de las frutas tropicales más deliciosas (Luh, 1971). Representa una importante fuente nutritiva por su contenido de vitaminas y minerales. En la Tabla 1 se muestra el contenido de nutrientes en promedio por 100 g.

Tabla 1. Contenido de nutrientes en promedio por 100 g de mango.

Compuestos del mango	% Presente
Agua	81.70%
Calorías	66 cal
Proteína	0.7 g
Grasa	0.4 g
Carbohidratos totales	16.8 g
Fibra	0.9 g
Ceniza	0.4 g
Calcio	10 mg
Fósforo	13 mg
Hierro	0.4 mg
Sodio	7 mg
Potasio	189 mg
Vitamina A	4,800 UI
Tiamina	0.05 mg
Riboflavina	0.05 mg
Niacina	1.1 mg
Ácido Ascórbico	35 mg

El mango se caracteriza por ser una fuente importante de vitamina A, B y contiene cantidades variantes de Vitamina C (Purseglove, 1974). Su composición depende de la variedad, así como en el estado de madurez que se tenga (Stafford, 1983). El contenido de ácido ascórbico y la acidez total disminuyen durante el desarrollo del fruto, mientras que los carotenoides y azúcares totales aumentan (Laskshminarayana, 1973).

1.9.4. Cosecha y maduración del mango.

Una maduración adecuada al momento de recolección es indispensable ya sea para la venta del fruto fresco o para su procesamiento. El mango si se recolecta demasiado verde se produce una maduración no normal y desarrolla arrugamiento del pellejo, sabor, color y aroma pobres aún si se usan

maduradores artificiales como el acetileno o etileno, los cuales sólo mejoran el color. Si se cosecha sobre madurado tampoco es bueno ya que no se pueden almacenar satisfactoriamente y se puede desarrollar una pulpa muy suave alrededor del hueso. La mayoría de los cultivadores de mango se fijan en el cambio de tono de la cáscara para recolectarlos, el cual va de verde embotado a olivo (Jagtiani et al. 1988).

1.9.5. Generalidades de los procesos de conservación.

El mercado para los productos orgánicos ha mostrado un aumento drástico durante los años noventa en el mundo. (Berkel et al, 1997). La etiqueta de agricultura orgánica responde a una demanda real de los consumidores para productos que respetan el medio ambiente. Se percibe hoy como una señal de pura calidad. <http://www.beghin-say.fr>

La demanda de PPMA en los mercados de exportación puede representar importantes oportunidades comerciales para países en desarrollo. Por ejemplo, las mayores preocupaciones de los consumidores en el área de la salubridad y la calidad de los alimentos ha generado una mayor demanda de alimentos orgánicos.

Los productos pueden ser considerados como PPMA debido a su naturaleza intrínseca o debido a métodos de producción preferibles para el medio ambiente, o a las características del producto. Dentro de esta clasificación se encuentran los productos orgánicos (Rosa et al, 2006).

Para lograr una mejor conservación de los alimentos se han desarrollado varios métodos teniendo como principal fuente de conservación el calor.

Nicolás Appert (1750-1849) fue el inventor del proceso de preservación mediante la aplicación de calor en contenedores cerrados (Brennan et al., 1981). Sometió aproximadamente 50 tipos de comida, incluyendo frutas, hortalizas y carnes. El proceso varió de acuerdo al tipo del producto (Ramaswamy y Abbatemarco, 1996).

Una de las formas para producir alimentos altamente seguros es el calentamiento o/y enfriamiento rápido. Los procesos térmicos varían su severidad considerablemente; existen procesos suaves tal como la cocción y la pasterización, y procesos más severos como la esterilización comercial.

Las altas temperaturas pueden traer cambios deseables, como la muerte de microorganismos e inactivación de enzimas destruye componentes antinutricionales e incrementa la disponibilidad de algunos nutrientes (digestibilidad); o indeseables, como son la pérdida de factores de calidad y degradación de nutrientes; como las vitaminas (Lewis y Happell, 2000).

El objetivo de la aplicación de un tratamiento térmico es producir alimentos seguros, de alta calidad y bajo costo. El proceso depende del tipo de alimento, composición química y tipo de microorganismos que pueden dañar al alimento o a la salud humana, también se considera el material contenedor (forma, tamaño y propiedades relacionadas con el medio de calor) (Ramaswamy y Abbatemarco, 1996).

Es conveniente dividir los procesos de calor en tres categorías según el calor involucrado (Brennan et al., 1981):

- Temperaturas menores de 100°C
- Temperatura a 100°C.
- Temperaturas mayores de 100°C.

.Para determinar el tiempo del tratamiento térmico, los factores a considerar son (Fellows, 1988):

- Resistencia de microorganismos, esporas o enzimas presentes.
- Ph del alimento.
- Condiciones de almacenamiento después del proceso.
- Propiedades termofísicas del alimento y el tamaño y forma del contenedor.

Para obtener un producto de alta calidad, se debe optimizar el tratamiento térmico basándose en las diferencias existentes de la dependencia de la temperatura entre la inactivación de microorganismos y los cambios sensoriales (Lund, 1977).

La cocción puede destruir los microorganismos termosensibles y a la vez permitir que sobrevivan las formas termorresistentes, como las esporas, lo que favorece su selección. Sin embargo, en función del estado físico del alimento, su espesor, el método de cocción empleado, y la duración de la cocción, las formas vegetativas de los patógenos pueden sobrevivir a las temperaturas de cocción si son bajas o si el tiempo aplicado es insuficiente

(<http://www.consumaseguridad.com>)

Se deben aplicar temperaturas superiores a 70°C durante varios minutos, de forma que se llegue a esa temperatura mínima en el centro del producto. El objetivo no es sólo destruir las formas vegetativas de las bacterias patógenas. La mayoría de los tratamientos de cocción reducen el número de microorganismos patógenos no esporulados a niveles inocuos tanto en las superficies como en las regiones internas del alimento

(<http://www.consumaseguridad.com>)

La optimización de los procesos de conservación consiste en lograr los mejores resultados en calidad organoléptica y nutritiva, consiguiendo una buena estabilidad microbiológica y enzimática minimizando los costos de producción de los productos tratados térmicamente (Rodrigo et al., 1980). Para ello se debe de contar con información microbiológica, de los factores de calidad, los datos de penetración de calor y condiciones de procesamiento (Cano, 1994).

1.9.6. Productos conservados a partir del mango.

1.9.6.1. Puré de mango.

El puré de mango es el producto más común y sencillo de esta fruta; ya que requiere menor labor de elaboración. Puede ser usada para la preparación de jaleas, bebidas (néctar), mermeladas, etc. Para un buen puré, la fruta debe tener color óptimo, sin oscurecimientos (Wu y Sheu, 1996).

En la producción de puré de mango, como primer paso, está el calentamiento en agua para eliminar el pellejo. Se corta la fruta, se mezcla pulpa y pellejo sin la semilla. Finalmente se centrifuga obteniendo un puré suave (Hooper, 1990). Normalmente se ocupan 650 rpm para separar la pulpa del pellejo y semillas, y se filtra en mallas de 0.033 - 0.06 in para remover partículas de fibra. El producto se conserva por enlatado o congelamiento. Si se enlata recibe un proceso de pasteurización a 195 °F, lo cual le da una estabilidad aproximada de 10 meses. Algunos mercados exportadores no agregan ni azúcar, ni ácido; y otros tienen ya estándares para éstos dos puntos, como es el agregar un jarabe de 70 °Bx a 100 kilos de puré (Jagtiani et al., 1988).

Puede tener una concentración de 4-27 °Bx, pH de 2.6 a 5.8 y una acidez titulable entre el 0.1-1.1% (Wu y Sheu, 1996).

1.9.6.2. Néctar de mango.

Pueden procesarse a partir de mangos frescos o de pulpa, previamente congelada (Luh, 1971). Básicamente, consiste del jugo de fruta o puré mezclado con agua, azúcar y otros aditivos como acidulantes y colorantes (Luh, 1980). Una de las principales fórmulas de preparar el néctar, es de la siguiente manera (Brekke et al., 1968):

Tabla 2. Ingredientes del néctar de mango.

Ingredientes	Cantidad (lb.)
Puré de néctar	100
Azúcar	30
Agua	170
Ácido Cítrico	10

Algunos contienen entre el 25-30% de puré. Los °Brix del producto final oscilan entre 12-18; pH alrededor de 3.5 y una acidez titulable del 0.2-0.3% (Wu y Sheu, 1996).

Conclusiones parciales:

- En la actualidad el ACV se puede considerar una de las mejores herramientas que se utilizan para evaluar la sostenibilidad de los procesos tecnológicos, ya que relaciona los impactos ambientales y da la posibilidad de establecer las prioridades para definir estrategias preventivas para el mejoramiento del medio ambiente.
- El software, Sima Pro 6.0 constituye una poderosa herramienta para el ACV, el cual tiene varias ventajas para el análisis del desempeño ambiental de procesos, productos y servicios.
- Los diferentes estudios de ACV realizados a diversos productos demuestran la utilidad y el nivel alcanzado por este en la actualidad, por otra parte tenemos que decir que en la industria de conservas de zumo de mango se presentan pocos estudios, por lo que es necesario desarrollar esta herramienta en este sector, sobre todo en Cuba.
- El desarrollo de una metodología para el ACV de zumos ecológicos posibilitará determinar los principales impactos ambientales asociados a la producción actual y actuar en consecuencia hasta lograr la producción de zumos ecológicos en Cuba

Capítulo 2. Aplicación de la metodología en la producción de zumo de mango orgánico.

En este capítulo se utiliza la metodología del ACV desarrollada por Contreras (2007) en su tesis doctoral para la industria azucarera, teniendo en cuenta las particularidades de la producción de zumo de mango, el cual responde a las necesidades de disponer de una estrategia en la toma de decisiones para proponer mejoras al proceso con vistas a obtener un producto orgánico, desde el punto de vista ambiental, para de esta forma contribuir a obtener producciones más limpias en el sector de la industria alimenticia, cuyo proceso no ha sido tratado en nuestro país hasta el momento, en este estudio no se tiene en cuenta el análisis exergético.

2.1. Definición de objetivo y alcance.

2.1.1. Objetivo.

El objetivo de esta investigación es aplicar la metodología propuesta convirtiéndola en una herramienta para evaluar el impacto ambiental durante el ciclo de vida de la producción de zumo de mango, en la fábrica “La Mady” y proponer mejoras para aumentar su desempeño ambiental.

2.1.2. Alcance.

2.1.2.1. Descripción del sistema en estudio.

La producción agrícola consta de dos etapas, una primera etapa que es la producción y recolección del mango, y después de terminada la época de cosecha, se realiza la poda de los árboles.

En el proceso industrial de obtención de zumo de mango, ver anexo 7 primeramente la materia prima tiene que pasar por una estera de selección donde se separan todas las impurezas que presenta la misma, para evitar altos recuentos en la pulpa final, con demérito de su calidad y peligro de fermentación en la cadena de distribución o en manos del consumidor; posteriormente pasa a las esteras de lavado. Luego este producto pasa a la etapa de despulpado, que no es más que la operación en la que se logra la separación de la pulpa de los demás residuos como las semillas, cáscaras y otros. La fuerza centrífuga de giro de las paletas lleva a la masa contra la malla y allí es arrastrada logrando que el fluido pase a través de los orificios de la malla. Esta malla presenta unos orificios

de 1.52 a 5 mm. Seguidamente pasa al cribado el cual consiste, en reducir el tamaño de partícula de la pulpa, cuando esta ha sido obtenida antes por el uso de una malla de mayor diámetro de sus orificios; reducir el tamaño de partículas da una mejor apariencia a la pulpa, evita una más rápida separación de los sólidos insolubles en suspensión, le comunica una textura más fina a los productos y le separa los restos de cáscaras que pasaron la operación anterior. Esta malla tiene orificios de 0.5 a 1.2 mm.

A continuación pasa a la sección de cocción la que se realiza en unos tanques Tk con agitación para mezclar el aditivo suministrado para mejorar la calidad del producto, por último el producto es envasado, esta es la última etapa del proceso, para su posterior almacenamiento y comercialización. Este se envasa caliente con el objetivo de que al enfriarse cree vacío lo cual impide el desarrollo microbiano.

Finalmente el producto obtenido es distribuido a diferentes sectores de nuestro país.

2.1.2.2. Unidad funcional.

Se tomará como unidad funcional la producción diaria, que es de 16 T de zumo de mango.

2.1.2.3. Límites del sistema.

En la figura 2.1 se muestra los límites del sistema que se tienen en cuenta para realizar el ACV y en el anexo 8 se muestran los consumos y las emisiones para el ciclo de vida completo de la producción de zumo de mango descrito por etapas.

En este estudio en la fase agrícola, no se incluyó en el estudio el proceso de producción de los envases y la poda de los árboles (ramas y hojas) se considera como un desecho final sin tratamiento, el combustible utilizado por las motosierras para la poda no fue considerado por ser prácticamente insignificante para el ACV.

En la fase industrial se incluye dentro del estudio la producción de azúcar crudo que es una de la materias primas, no se tiene en cuenta la producción de los envases del zumo, ni la de los nylon para el embalaje del producto para su posterior distribución; aunque existen varios consumidores, para este estudio se

tienen en cuenta los hoteles ubicados en la cayería norte de Caibarien, en la Provincia de Villa Clara ubicados a 164 Km. de la fábrica, por último se tendrá en cuenta la disposición final que se le da al envase después de ser consumido el zumo, sin incluir la transportación del mismo hasta el vertedero, en este trabajo no se tendrá en cuenta dentro del ACV la transportación de ninguna de las materias primas a la fábrica, a no ser la del mango.

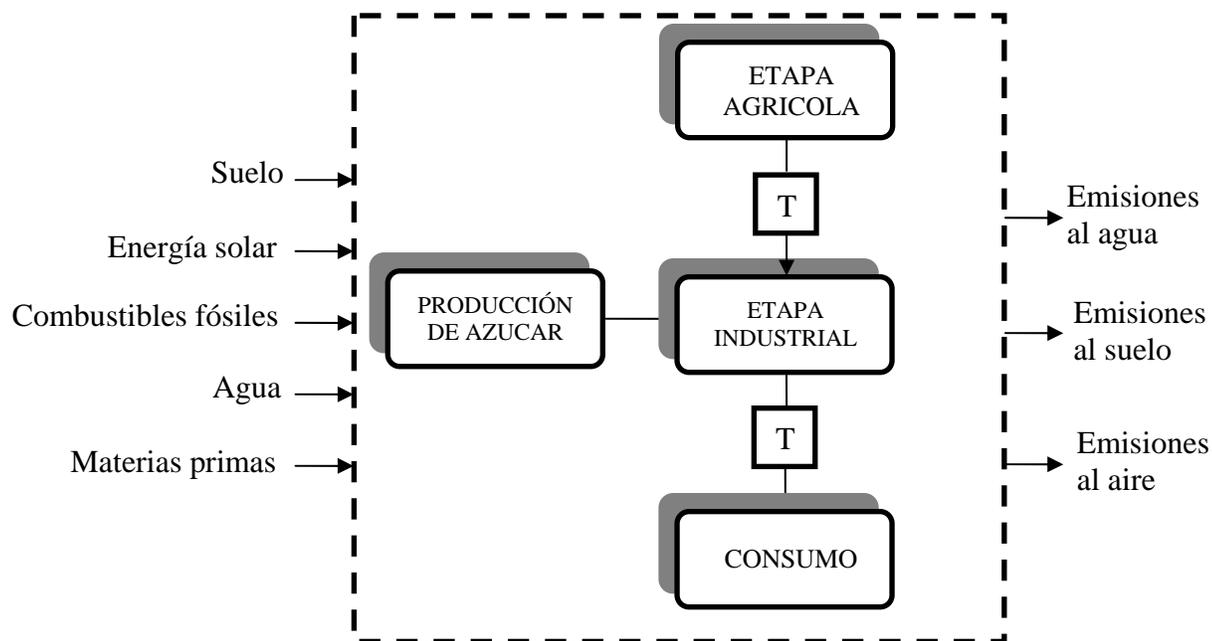


Figura 2.1: Diagrama de los límites del sistema de producción de zumo de mango.

2.1.2.4. Tipo de impacto a evaluar metodología e interpretación.

Para el análisis del ACV se utilizará el programa Simapro 6.0 empleando el método del Eco-indicador 99 que tiene en cuenta 11 categorías de impacto y tres categorías de daños. Para de esta forma demostrar cuales son las etapas de mayor impacto ambiental durante todo el proceso productivo y proponer mejoras.

2.1.2.5. Requisitos de la calidad de los datos.

En la etapa agrícola se recolectaron los datos en la empresa “Cultivos Varios Manacas”; los datos del proceso productivo industrial y en la etapa de consumo, se calcularon de los balances de masa y energía realizados durante los cuatro meses de producción, no obstante se toman datos de la base de datos

Ecoinvent, analizando detalladamente los casos que más se asemejan a las condiciones de nuestro país.

2.2. Análisis de inventario.

Según Contreras (2007), en el análisis de inventario del ciclo de vida (ICV), se cuantifican los consumos de materias primas y energía junto con los residuos sólidos, emisiones a la atmósfera y vertidos al agua derivados de todos los procesos que están dentro de los límites del sistema, en relación con la unidad funcional seleccionada. El nivel de detalle que se alcanza en el inventario depende de la disponibilidad de los datos y el nivel de complejidad con que se obtengan, pudiéndose aplicar una aproximación o simplificación de los mismos en los casos que sea necesario.

Es útil diferenciar entre dos tipos de datos; los datos de primer plano que se refieren a datos específicos que describen un sistema particular de producción y se obtienen de los balances de masa y energía y los datos de fondo que son encontrados en bases de datos y en la literatura (Contreras, 2007).

2.2.1. Inventario agrícola.

La recolección de los datos de primer plano en esta etapa se realizó en la empresa “Cultivos Varios Manacas” teniendo en cuenta los cuatro meses de producción y los datos de fondo se toman de las bases de datos Ecoinvent V 1.01, el cuestionario empleado para realizar el inventario se muestra en el anexo 2 y 3.

2.2.2. Inventario industrial.

Los cuestionarios se realizaron para los cuatro meses de producción en la fábrica, anexo 4 y los datos de primer plano de esta fase se calcularon a partir de los balances de masa y energía tomando como base un día de producción, anexo 5 los datos de fondo se toman de las bases de datos Ecoinvent V 1.01.

2.2.3. Inventario en la distribución y el consumo.

En esta etapa el cuestionario empleado se puede ver en el anexo 6, los datos de primer plano se calcularon a partir de balances de masa y los datos de fondo se tomaron de la base de datos Ecoinvent V 1.01

2.3. Evaluación del impacto.

2.3.1 Análisis de la red del proceso.

Se utiliza el software Simapro 6.0 empleando el método del Eco-indicador 99 para realizar la evaluación del impacto ambiental del proceso de obtención de zumo de mango, se tiene en cuenta todo el ciclo de vida del proceso y los límites anteriormente expuestos en el epígrafe 2.1.

En la figura 2.2 se muestra la Red del proceso de obtención de zumo de mango, las flechas rojas indican los impactos ambientales perjudiciales para el medio ambiente y las de color verde indican un impacto beneficioso al obtener un producto evitado, que no es más que darle el uso a un residual del proceso, evitando así que sea emitido al medio ambiente. Mientras más gruesas sean las líneas, mayor es el impacto.

Se observa por el grosor de las flechas que la etapa agrícola es la que más impacta, fundamentalmente por el uso de la tierra, seguida de la producción industrial del zumo, donde el proceso de mayor contribución es la producción de vapor, seguido de la producción de azúcar y por último la etapa de distribución y consumo que es la que menos impacta, sin embargo es importante considerar la contribución de la transportación. La utilización en la etapa de producción de los residuos sólidos, producto de los frutos no hábiles, de las cáscaras y semillas para alimento animal, se observa en la red del proceso como un producto evitado.

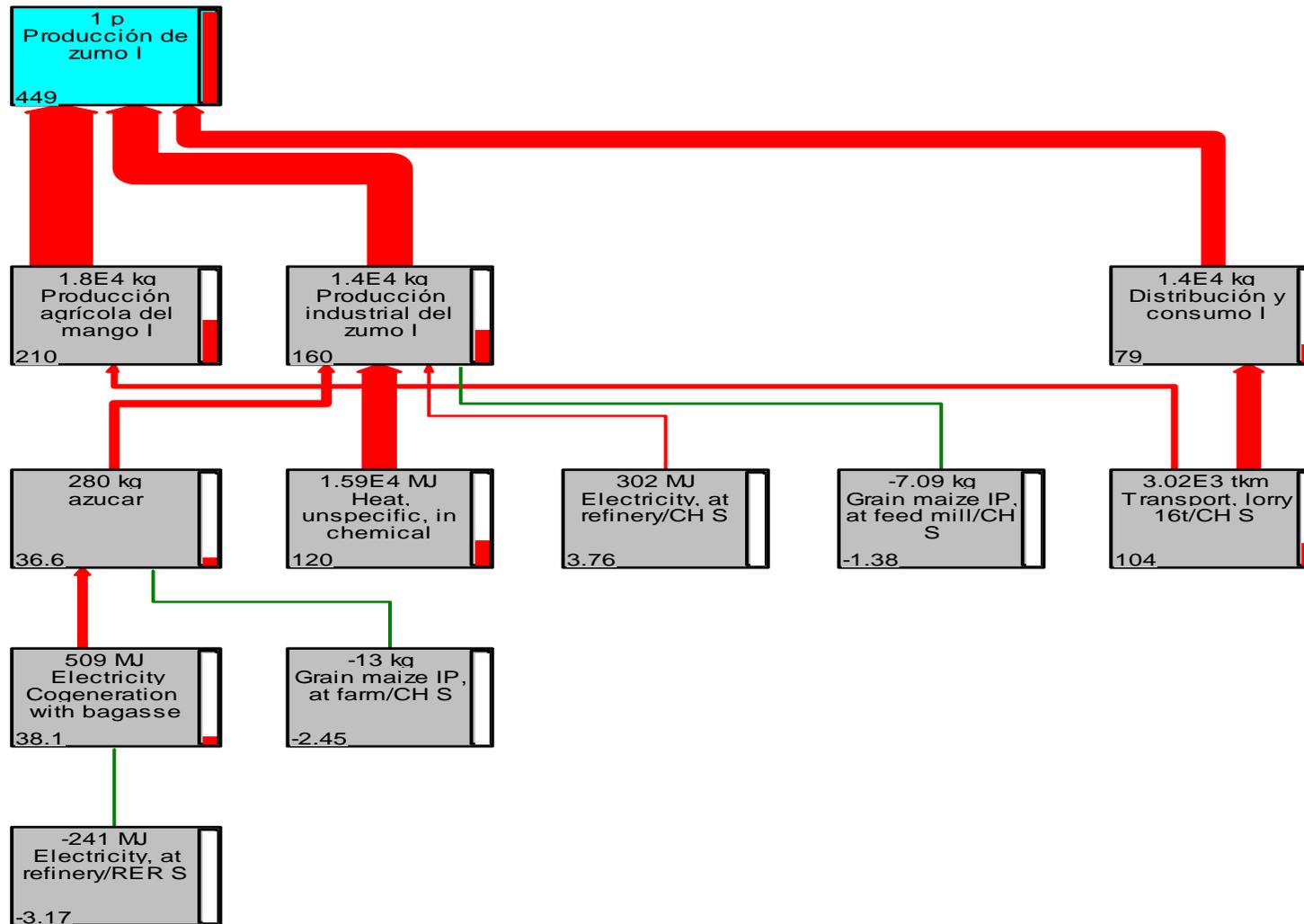


Figura 2.2: Red del proceso de obtención de zumo. Producción diaria 16 t

2.3.2 Caracterización y valoración.

En la figura 2.3 se puede apreciar la contribución de las etapas del ciclo de vida expresadas en Puntos de la producción de zumo a las distintas categorías de impacto del Eco-indicador 99.

Análisis de ponderación por categoría de impacto.

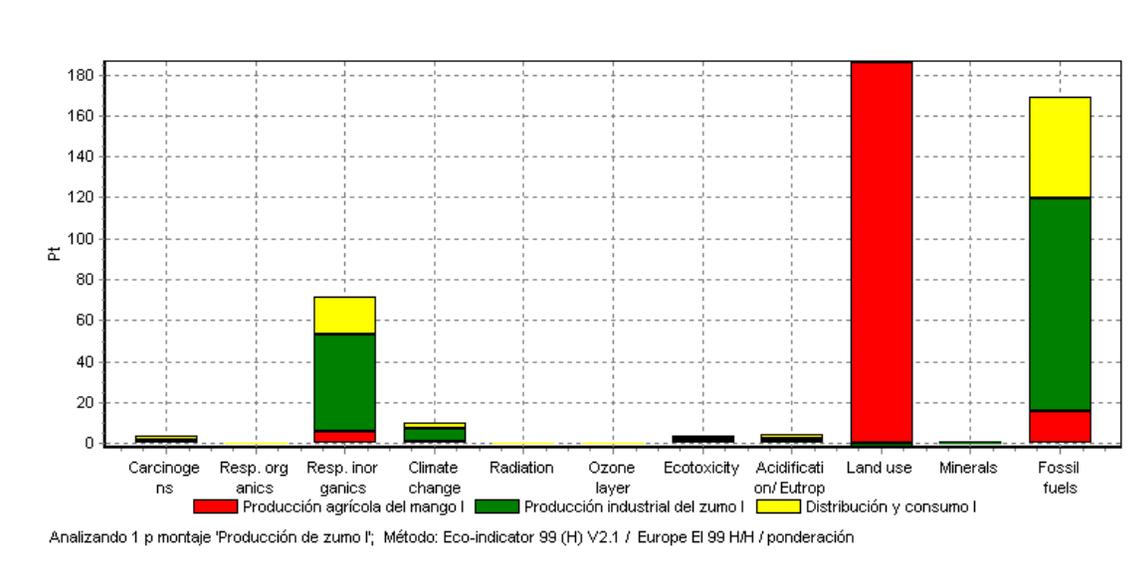


Figura 2.3 Análisis de ponderación por categoría de impacto.

Como se aprecia la etapa de producción agrícola es la que mayor influencia provoca en el uso de la tierra, sin tener valores muy significativos en las restantes categorías de impacto, debido a que la producción agrícola del mango se realiza de forma ecológica, en cambio la etapa industrial, tiene valores muy significativos en varias categorías de impacto como por ejemplo los combustibles fósiles, cambios climáticos y en la respiración inorgánica, esto se debe mayormente al empleo de combustible en la caldera la cual genera diferentes gases que son emitidos al medio ambiente trayendo consigo la afectación del mismo, teniendo en cuenta también que se utiliza energía eléctrica; la distribución y consumo del zumo incide fundamentalmente en la acidificación/eutrofización, carcinogénesis, la respiración de compuestos orgánicos debido a las emisiones producto de la transportación y el uso de minerales.

En la tabla 2.1 se puede observar la contribución expresada en puntos del proceso a las 11 categorías de impacto del Eco-indicador 99.

Tabla 2.1 Resultados del análisis de ponderación por categoría de impacto

Título:	Analizando 1 p montaje 'Producción de zumo I'				
Método:	Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H				
Valor:	Ponderación				
Por categoría de impacto:	Sí				
Skip unused:	Nunca				
Modo relativo:	No				
Categoría de impacto	Unidad	Total	Producción agrícola del mango I	Producción industrial del zumo I	Distribución y consumo I
Total	Pt	449	210	160	79.0
Carcinogens	Pt	3.86	0.731	0.797	2.33
Resp. organics	Pt	0.0611	0.0115	0.0128	0.0368
Resp. inorganics	Pt	71.9	5.78	47.7	18.4
Climate change	Pt	10.2	0.901	6.39	2.87
Radiation	Pt	0.0739	0.00859	0.0379	0.0274
Ozone layer	Pt	0.00625	0.000699	0.00332	0.00223
Ecotoxicity	Pt	3.67	0.476	1.68	1.52
Acidification/ Eutrophication	Pt	4.68	0.867	1.05	2.77
Land use	Pt	1.85	186	-2.01	1.03
Minerals	Pt	0.627	0.129	0.0862	0.411
Fossil fuels	Pt	169	15.5	104	49.5

Carcinogénesis:

En esta categoría de impacto las sustancias que más influyen son: cadmio, hierro, benceno, arsénico y dioxinas, la mayor influencia viene dada por la etapa de distribución y consumo con un valor de 2.33 puntos, debido a las emisiones al aire y al suelo producto de la transportación del producto final hacia los consumidores y a los residuos de los envases que no son reciclados respectivamente; por otra parte en la etapa industrial tiene un efecto negativo, 0.797 puntos, aunque en menor medida debido a la electricidad empleada en el proceso la cual utiliza combustibles fósiles y al combustible empleado en la caldera para la generación de vapor y la producción agrícola es la que menos influye con un valor de 0.731

puntos ya que solo consta de la transportación de la materia prima (mango) del campo a la planta de producción.

Respiración de compuestos orgánicos:

En esta categoría la etapa de mayor impacto es la de distribución y consumo con 0.0368 puntos, producto a la emisión de gases durante la transportación, destacándose la presencia de varios compuestos orgánicos como por ejemplo, compuestos orgánicos volátiles, metano fósil, hidrocarburos alifáticos y aromáticos, benceno, butano, etano, eteno, formaldehído, etc.; todos estos compuestos contribuyen a los efectos respiratorios de compuestos orgánicos. La etapa de menor impacto es la agrícola con un valor de 0.0115 puntos ya que la distancia recorrida del campo a la fábrica es mucho menor que la recorrida de la fábrica al consumidor.

Respiración de compuestos inorgánicos:

Estos efectos respiratorios en su gran mayoría están dados a las emisiones al aire de compuestos tales como; óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, partículas, sulfato y amonio. Esta categoría es una de las de mayor significación con un valor de 71.9 puntos, en esta la etapa de mayor significación es la industrial ya que tiene un valor de 47.7 puntos y es causado por la electricidad utilizada en la industria y por la generación de vapor en la caldera, seguida de la etapa de distribución y consumo con valor de 18.4 puntos, y por último está la etapa agrícola con 5.78 puntos, esto se debe a los gases que se emiten al medio ambiente por la transportación.

Cambio climático:

En esta etapa lo más significativo es el empleo de combustibles fósiles, especialmente en la etapa industrial que tiene un valor de 6.39 puntos, debido a todos los compuestos que son emitidos a la atmósfera, que son alrededor de 25 en su totalidad, como por ejemplo: dióxido de carbono, monóxido de carbono, compuestos que contienen metano, etc. Y en la etapa de distribución y consumo por la transportación con un valor de 6.39 puntos.

Radiación:

Los resultados obtenidos en esta categoría son más bien similares en todas las etapas del ciclo de vida del proceso de producción de zumo de mango con valores no significativos, los cuales son aportados por los procesos de fabricación de medios de transportación fundamentalmente.

Capa de ozono:

Es significativo señalar en esta etapa que el agotamiento o deterioro de la capa de ozono se debe en gran parte a las emisiones al aire de distintos compuestos como son: metano, etano, CFC, HCFC de las diversas etapas, la de mayor influencia es la etapa industrial con un valor de 0.0032 puntos, influyendo considerablemente en este valor la generación de vapor en la caldera, por el uso de combustible y los procesos de transportación en la etapa de distribución y consumo fundamentalmente.

Ecotoxicidad:

En esta etapa la de mayor influencia es la etapa industrial con 1.68 puntos, seguidamente la etapa de distribución y consumo con 1.52 puntos y por último la etapa agrícola con 0.476 puntos, estos resultados se deben a las distintas emisiones al aire, debido al combustible empleado en la industria y en la transportación, y las emisiones al agua y el suelo fundamentalmente por los envases del zumo de mango que no son reciclados, los que contribuye en mayor medida a las afectaciones del ecosistema.

Uso del terreno:

Esta etapa incluye dos elementos fundamentales, la ocupación y la transformación del terreno, en esta categoría de impacto la etapa que más influye es la etapa agrícola ya que esta abarca una gran cantidad de terreno debido al cultivo del mango, con un valor de 186 puntos.

Acidificación y eutrofización:

Esta es una de las categorías de mayor impacto especialmente en la de distribución y consumo, con un valor de 2.77 puntos, debido a las emisiones de compuestos como el óxido de nitrógeno, dióxido de azufre, nitrato, sulfato, amonio, etc., debido a la transportación del zumo de la fábrica al consumidor y en la

producción industrial con un valor de 1.05 puntos, el combustible utilizado en la generación de vapor.

Combustibles fósiles:

En esta categoría la mayor influencia es en la etapa industrial, 104 Puntos, debido al combustible empleado en la caldera para la generación de vapor y para la generación de electricidad en esta etapa, seguido de la distribución y consumo con un valor de 49.5 puntos por el combustible utilizado para la transportación del zumo, teniendo una gran importancia disminuir este impacto por los problemas que trae el agotamiento de los mismos a generaciones futuras, por ser un recurso no renovable.

Minerales:

En esta etapa existe un gran número de minerales que se han utilizado como materia prima ya sea en la construcción de los camiones que intervienen en el proceso, o a las distintas materias primas que se emplean en el proceso industrial, algunos de estos minerales son por ejemplo cromita, hierro, níquel, zinc, molibdeno, etc., aunque la etapa donde más influye es la de distribución y consumo por no reciclar los envases del zumo con un valor de 0.411 puntos, siendo estos recursos no renovables y es de vital importancia reciclarlos para evitar el agotamiento de estos recursos naturales.

En la figura 2.4 se muestra la contribución del proceso a las tres categorías de daño, a la salud humana, al ecosistema y a los recursos del Eco-indicador 99.

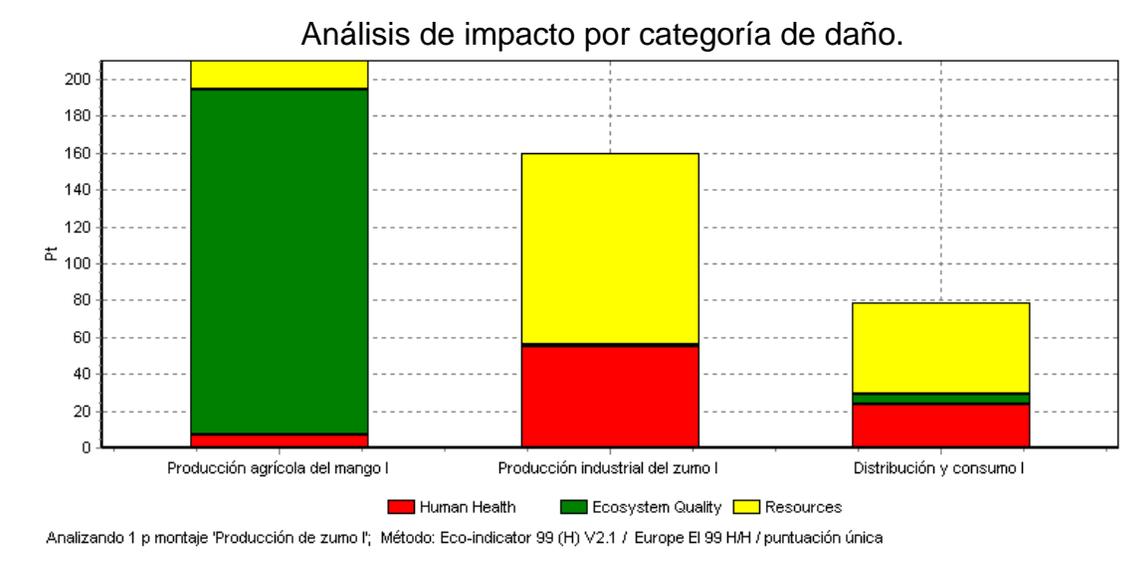


Figura 2.4 Análisis de impacto por categoría de daño.

En cuanto a las categorías de daño la etapa de producción agrícola tiene la mayor influencia en la calidad del ecosistema con un valor de 187 puntos, como se observa en la tabla 2.2, esto es debido en gran medida al uso de la tierra, seguida del daño a los recursos por el combustible empleado para la transportación del mango hasta la fábrica y por último a la salud humana esto se debe a los gases que se emanan a la atmósfera por la transportación, que son perjudiciales para la salud.

En cuanto a la etapa industrial la mayor afectación es en los recursos con valor de 50 punto como se observa en la tabla 2.2, ya que esta emplea combustible fósil en la etapa de producción para la generación del vapor en la industria, lo cual provoca la emisión de una gran cantidad de gases perjudiciales a la salud, además de la electricidad que se usa de la red nacional y al consumo de agua que se emplea en la caldera para la generación de vapor. Además incluye el proceso del azúcar el cual tiene una gran repercusión en los resultados de esta etapa ya que esta fue obtenida de estudios realizados con anterioridad por Contreras (2007).

En la etapa de distribución y consumo la mayor incidencia que presenta es en la categoría del daño a los recursos ya que en esta etapa se transporta el producto final hacia sus consumidores por lo que al recorrer grandes distancias hay un alto consumo de combustible, además los envases del zumo al no ser reciclados

provoca un mayor consumo de recursos naturales y por último tiene una menos incidencia en la categoría de daño a la salud humana con un valor de 54.9 punto. La contribución total de proceso es de 449 puntos, como se observa en la tabla 2.5.

En la tabla 2.2 se muestran los resultados de las distintas etapas por categoría de daño.

Tabla 2.2 Análisis de puntos única por categoría de daño.

Título:	Analizando 1 p montaje 'Producción de zumo I'				
Método:	Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H				
Valor:	Puntuación única				
Por categoría de impacto:	No				
Skip unused:	Nunca				
Modo relativo:	No				
Daño de categoría	Unidad	Total	Producción agrícola del mango I	Producción industrial del zumo I	Distribución y consumo I
Total	Pt	449	210	160	79
Human Health	Pt	86	7,43	54,9	23,7
Ecosystem Quality	Pt	193	187	0,72	5,32
Resources	Pt	170	15,7	104	50

En la figura 2.5 se muestran los resultados obtenidos para las tres etapas del ciclo de vida de la producción de zumo de mango por categoría de impacto, en la cual podemos ver los aspectos expuestos anteriormente.

Análisis por etapas del ciclo de vida de la producción de zumo por categoría de impacto.

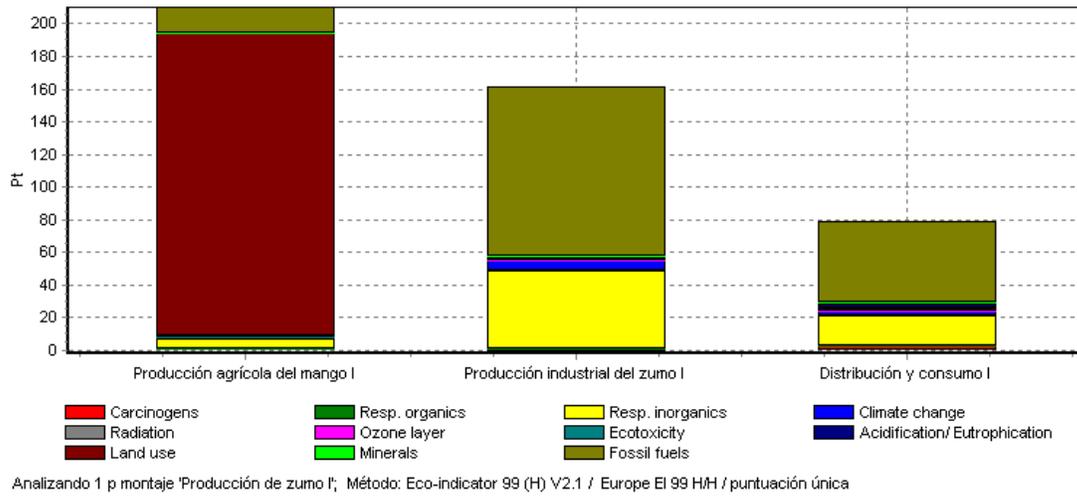


Figura 2.5 Análisis por etapas del ciclo de vida de la producción de zumo por categoría de impacto.

Por ejemplo la etapa agrícola tiene su mayor influencia en el uso de la tierra con valor de 186 puntos, como se muestra en la tabla 2.3, sin tener mayor incidencia en las restantes categorías de impacto ya que esta es una producción orgánica que no presenta el empleo de ningún tipo de fertilizantes o pesticidas durante su cosecha.

Debido a que uno de los puntos que mayor incidencia que tienen todas las etapas del ciclo de vida de la producción de zumo, es el uso de combustibles fósiles con una contribución del proceso a esta categoría de 169 puntos, ver tabla 2.3, se propondrán algunas mejoras en el siguiente capítulo para reducir el impacto empleando transportes de mayor capacidad y por consiguiente disminuir las emisiones al aire por la transportación, además de buscar alternativas que ayuden a reducir las emisiones de sólidos al medio ambiente dándole un tratamiento de reciclaje al envase del zumo, ya que en el almacenamiento en la fábrica se considera un 10 % de pérdida, sin darle reutilización a los envases, además, que cuando el zumo es consumido el envase no es recuperado.

Tabla 2.3 resultados del análisis de puntuación única.

Título:	Analizando 1 p montaje 'Producción de zumo I'				
Método:	Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H				
Valor:	Puntuación única				
Por categoría de impacto:	Sí				
Skip unused:	Nunca				
Modo relativo:	No				
Categoría de impacto	Unidad	Total	Producción agrícola del mango I	Producción industrial del zumo I	Distribución y consumo I
Total	Pt	449	210	160	79.0
Carcinogens	Pt	3.86	0.731	0.797	2.33
Resp. organics	Pt	0.0611	0.0115	0.0128	0.0368
Resp. inorganics	Pt	71.9	5.78	47.7	18.4
Climate change	Pt	10.2	0.901	6.39	2.87
Radiation	Pt	0.0739	0.00859	0.0379	0.0274
Ozone layer	Pt	0.00625	0.000699	0.00332	0.00223
Ecotoxicity	Pt	3.67	0.476	1.68	1.52
Acidification/ Eutrophication	Pt	4.68	0.867	1.05	2.77
Land use	Pt	185	186	-2.01	1.03
Minerals	Pt	0.627	0.129	0.0862	0.411
Fossil fuels	Pt	169	15.5	104	49.5

A pesar de que los valores de impacto no son tan elevados comparados con otras producciones agrícolas donde son utilizados pesticidas, fertilizantes, etc. y/o procesos industriales con desechos más tóxicos; para lograr una producción orgánica es necesario reducir al mínimo, si no es posible eliminar, los impactos que produce sobre el medio ambiente esta producción de zumo durante todo su ciclo de vida.

Conclusiones Parciales:

- Al emplear la metodología desarrollada en este capítulo, de ACV mediante el empleo del software profesional Simapro 6.0 y el uso del Eco-indicador 99, podemos evaluar los impactos ambientales y valorar algunos cambios en el proceso que ayuden a obtener producciones más limpias.
- Mediante el empleo de Eco-indicador 99 en el ACV este permite determinar el impacto medioambiental del proceso de obtención de zumo de mango orgánico, calculando las diferentes categorías de impacto y de diseño consideradas en el proceso, destacando que procesos juegan un papel significativo en el resultado.
- En los resultados obtenidos por el método del Eco-indicador 99 empleado en el software Simapro 6.0, se puede apreciar que los mayores impactos son producidos por el empleo de combustibles fósiles afectando a las tres etapas de ciclo de vida del zumo de mango, principalmente en la etapa industrial.
- El mayor impacto de la etapa agrícola esta dado por el uso de la tierra empleada en la etapa de cultivo, en la etapa de distribución y consumo el mayor impacto es la transportación, sin embargo es significativo considerar la disposición final del envase.

Capítulo 3. Evaluación de mejoras para disminuir el impacto ambiental de la producción de zumo de mango.

Una vez estudiado el perfil ambiental de la producción de zumo de mango en la empresa "La Mady" e interpretados sus resultados el paso siguiente es la propuesta de mejoras al proceso para lograr la disminución del impacto ambiental, de forma general las mismas estarán encaminadas a disminuir las emisiones al aire provocadas por la transportación, en la etapa agrícola y en la de distribución y consumo y proponer alternativas de reciclaje para disminuir el vertido de residuos sólidos al medio ambiente minimizando de esta forma el impacto que estos provocan al ser desechados sin un tratamiento. Para evaluar la efectividad de las medidas propuestas se realizará una comparación de las mismas con la variante actual utilizando el ACV.

3.1. Análisis de sensibilidad al uso de diferentes medios de transportación.

Para determinar el transporte que menor impacto provoca sobre el medio ambiente se realiza un análisis de sensibilidad, utilizando camiones de 16 T (variante actual), 28 T, 32 T y 40 T, representado por las alternativas de producción de zumo I, producción de zumo I-A, producción de zumo I-B y producción de zumo I-C, respectivamente, ya sea para transportar la materia prima (mango) del campo a la fábrica y el producto final (zumo) de la fábrica al consumidor. En la figura 3.1 se muestran los resultados obtenidos de la comparación de los cuatro diferentes tipos de transporte.

Comparación entre los tipos de transporte

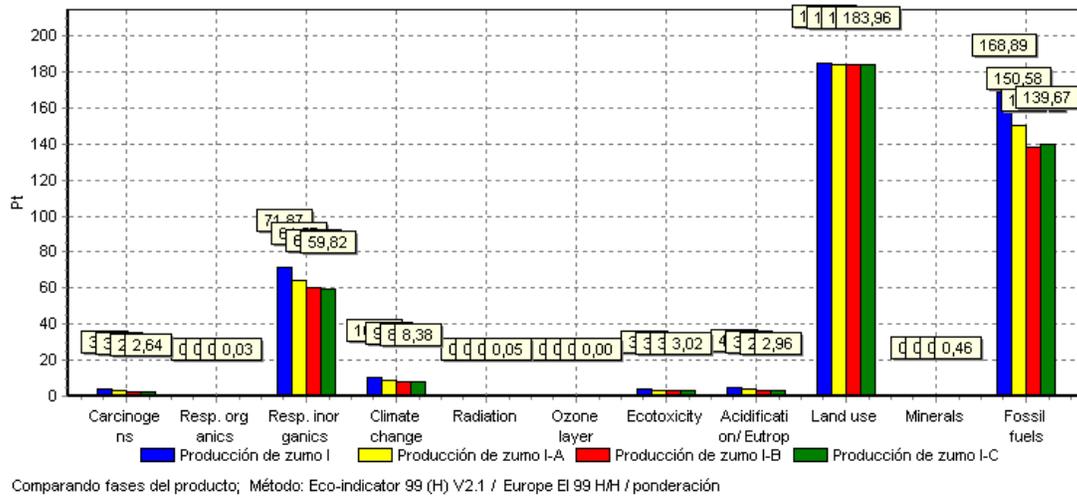


Figura 3.1. Comparación entre los tipos de transporte

De los resultados obtenidos en la figura anterior, se observa que comparada con la producción de zumo I, con valor de 104 puntos (ver anexo 9), la variante más eficiente es la I-B, con un valor de 55.5 puntos, ver anexo 9, que corresponde con el camión de 32 T, ya que esta es la que menor influencia tiene sobre 10 de las 11 categorías de impacto, en la categoría de uso de la tierra no influye el cambio de transporte porque esta categoría está afectada por el terreno ocupado en la producción agrícola, como se explica en el epígrafe 2.3.2, seguida de la variante I-C, con resultados muy similares, 56.1 puntos, demostrándose que si se sustituye el camión de 16 T utilizado actualmente por camiones de 32 T y 40 T la contribución del proceso al impacto total disminuye en 49 puntos con respecto a la alternativa base lo que representa un 10 %.

En la tabla 3.1 se muestran los valores que corresponden con la figura anterior, por las distintas categorías de impacto.

Tabla 3.1 Resultado del análisis de las alternativas del transporte.

Título:	Comparando fases del producto				
Método:	Eco-indicador 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H				
Valor:	Ponderación				
Por categoría de impacto:	Sí				
Skip unused:	Nunca				
Modo relativo:	No				
Categoría de impacto	Unidad	Producción de zumo I	Producción de zumo I-A	Producción de zumo I-B	Producción de zumo I-C
Total	Pt	449	419	400	401
Carcinogens	Pt	3,86	3,14	2,49	2,64
Resp. organics	Pt	0,0611	0,0417	0,0319	0,0338
Resp. inorganics	Pt	71,9	64,6	60,6	59,8
Climate change	Pt	10,2	9,04	8,35	8,38
Radiation	Pt	0,0739	0,0608	0,0533	0,0545
Ozone layer	Pt	0,00625	0,00543	0,00462	0,00494
Ecotoxicity	Pt	3,67	3,43	3,32	3,02
Acidification/ Eutrophication	Pt	4,68	3,72	2,94	2,96
Land use	Pt	185	184	184	184
Minerals	Pt	0,627	0,52	0,416	0,462
Fossil fuels	Pt	169	151	138	140

Al realizar estas comparaciones se aprecian disminuciones en 10 de las categorías de impacto analizadas, siendo las más significativas en la categoría de respiración de inorgánicos disminuyendo el impacto de 71,9 a 59,8 puntos, y en combustibles fósiles de 169 a 140 puntos. Otras reducciones apreciables son en la categoría cambio climático que varía de 10.2 puntos a 8.35 puntos, y la categoría de acidificación y eutrofización que varía de 4.68 puntos a 2.94 puntos, En la figura 3.2 podemos ver la contribución de cada variante a las tres categorías de daño que presenta el Eco-indicador 99.

Análisis de ponderación por categorías de daños.

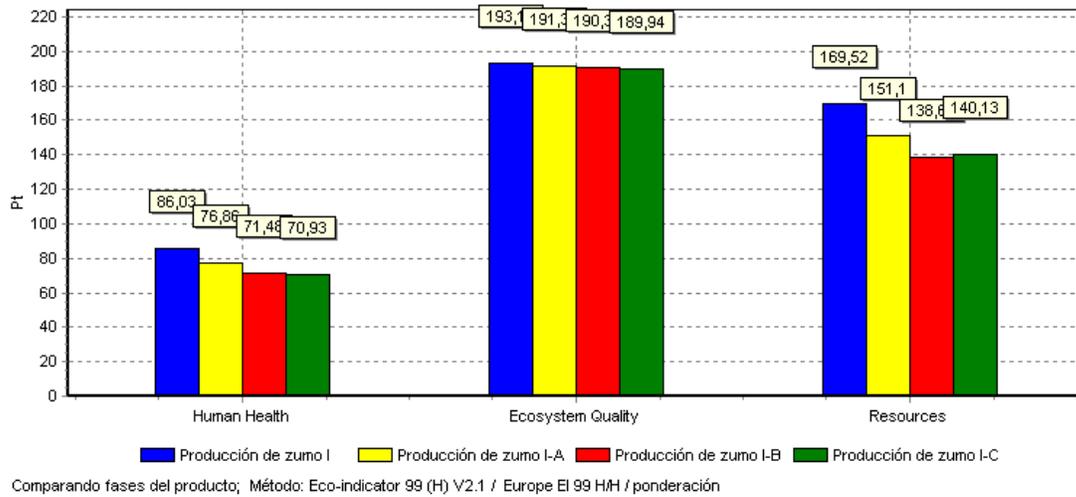


Figura 3.2 Análisis de ponderación por categorías de daños.

Al analizar las tres categorías de daño la variante I-B es la que menos afecta, excepto en la categoría de daño a la salud humana ya que al tener menos capacidad que la alternativa I-C esta tiene que dar mas viajes, existiendo una diferencia entre ellas de 0.6 puntos, pero en cuanto a las restantes categorías la I-B tiene mejores resultados, ya que en la figura 3.3 se puede apreciar que sus valores varían entre un 1 puntos solamente es decir que la diferencia entre ambas alternativas es mínima.

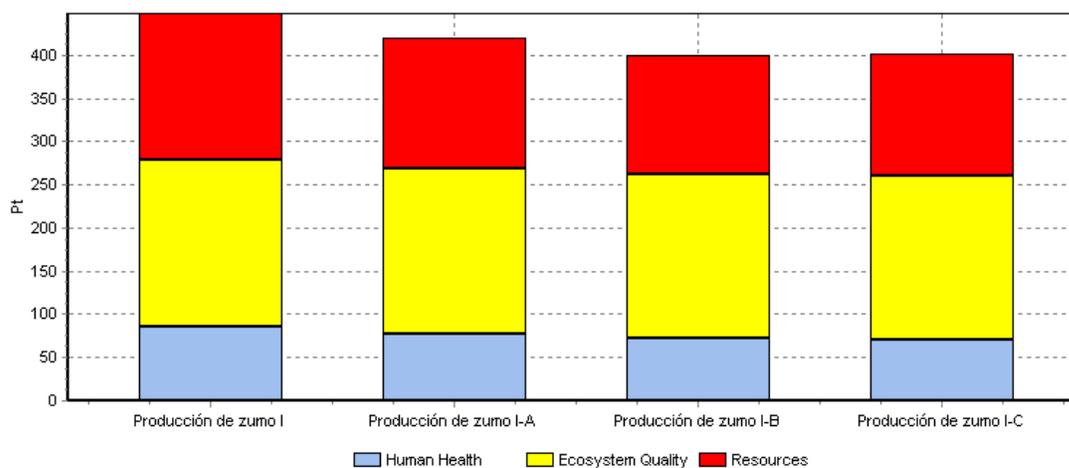
Al comparar la alternativa de 16 T con la de 32 T se puede ver claramente en la figura 3.2 y en la tabla 3.2 que esta disminuye en la categoría de daño a la salud humana de 86 puntos a 71.5 puntos, otro resultado significativo es en la categoría de los recursos que varia de 170 puntos a 139 puntos.

Tabla 3.2 Análisis de ponderación:

Título:	Comparando fases del producto				
Método:	Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H				
Valor:	Ponderación				
Por categoría de impacto:	No				
Skip unused:	Nunca				
Modo relativo:	No				
Daño de categoría	Unidad	Producción de zumo I	Producción de zumo I-A	Producción de zumo I-B	Producción de zumo I-C
Total	Pt	449	419	400	401
Human Health	Pt	86	76,9	71,5	70,9
Ecosystem Quality	Pt	193	191	190	190
Resources	Pt	170	151	139	140

La figura 3.3 representa la puntuación única en la cual se puede corroborar que las alternativas I-B y la I-C son las mejores opciones para reducir el impacto ambiental que provocan las emisiones al aire de los gases provocados por la combustión durante la transportación.

Análisis de ponderación



Comparando fases del producto; Método: Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H / puntuación única

Figura 3.3 Análisis de ponderación

En la figura 3.4 se puede ver como influyen las diversas alternativas planteadas en las 11 categorías de impacto que presenta el Eco-indicador 99

Análisis de la alternativa de transporte por categoría de impacto

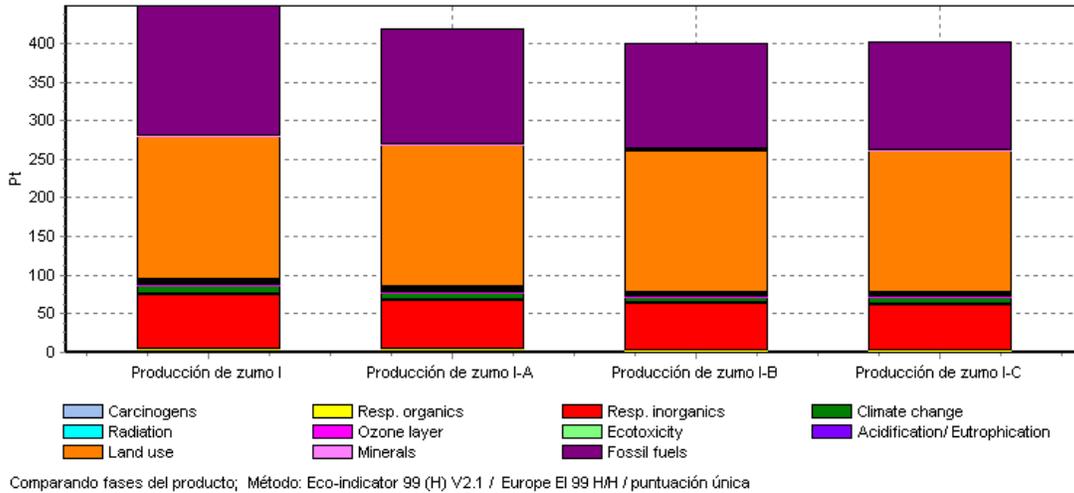


Figura 3.4 Análisis de la alternativa de transporte por categoría de impacto

3.2 Evaluación de mejoras para el reciclaje en la etapa industrial y en la de distribución y consumo.

En el capítulo 2 se demostró que uno de los puntos más impactantes del ciclo de vida del proceso de producción de zumo de mango es la disposición final del envase. En la figura 3.5 se compara el proceso base, en el que no se le da tratamiento a los envases con la alternativa (producción de zumo I-F), en la que se reciclan los envases de la etapa industrial y en la distribución y consumo del zumo, observando la disminución de los impactos sobre el medio ambiente.

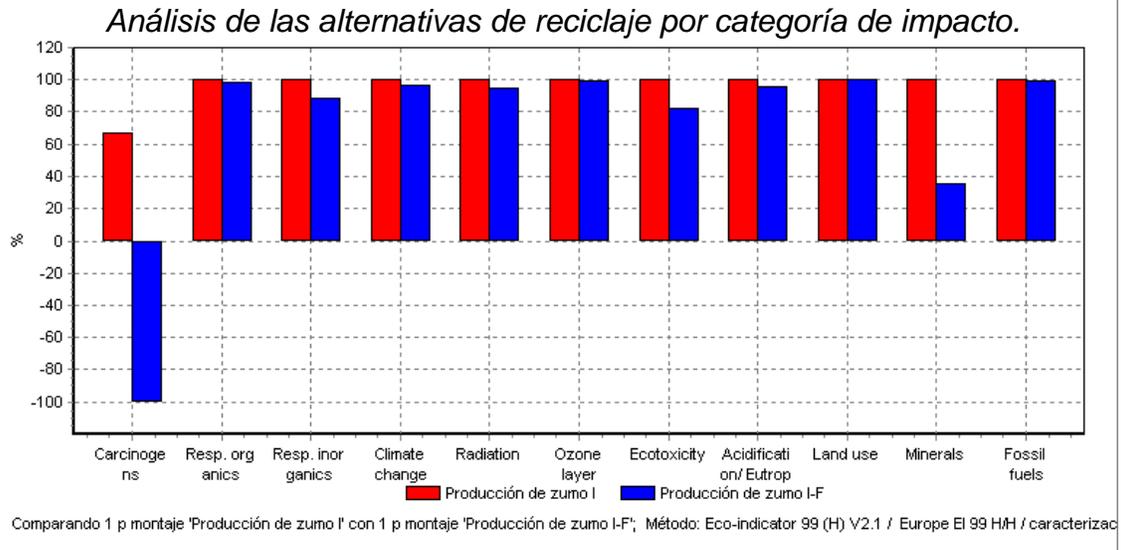


Figura3.5. Análisis de las alternativas de reciclaje por categoría de impacto.

Tomando como referencia la tabla 3.3 se observa que existe una disminución significativa al reciclar los envase en la alternativa I-F, esta alternativa logra una reducción del impacto en varias categorías como por ejemplo en la respiración de compuestos inorgánicos varía de 71.9 puntos a 63.4 puntos, así sucede con la categoría de cambios climáticos esta se reduce de 10.2 a 9.84 puntos, una de las etapas donde mas impacto causó fue en la carcinogénesis la cual dio un valor de -5.77 puntos cuando inicialmente tenía un valor de 3.86 puntos, en sentido general el impacto varía de 449 a 427 puntos al emplear el reciclaje en la etapa industrial y en la de distribución y consumo, fundamentalmente en esta última ya que es la que mayor cantidad de envases tiene.

Tabla 3.3 Resultados del análisis de ponderación

Título:	Comparando 1 p montaje 'Producción de zumo I' con 1 p montaje 'Producción de zumo I-F'		
Método:	Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H		
Valor:	Ponderación		
Por categoría de impacto:	Sí		
Skip unused:	Nunca		
Modo relativo:	No		
Categoría de impacto	Unidad	Producción de zumo I	Producción de zumo I-F
Total	Pt	449	427
Carcinogens	Pt	3.86	-5.77
Resp. organics	Pt	0.0611	0.0599
Resp. inorganics	Pt	71.9	63.4
Climate change	Pt	10.2	9.84E
Radiation	Pt	0.0739	0.0704
Ozone layer	Pt	0.00625	0.0062
Ecotoxicity	Pt	3.67	3.02
Acidification/ Eutrophication	Pt	4.68	4.47
Land use	Pt	185	185
Minerals	Pt	0.627	0.225
Fossil fuels	Pt	169	167

Una representación gráfica de los resultados anteriores se ofrece en la figura 3.6

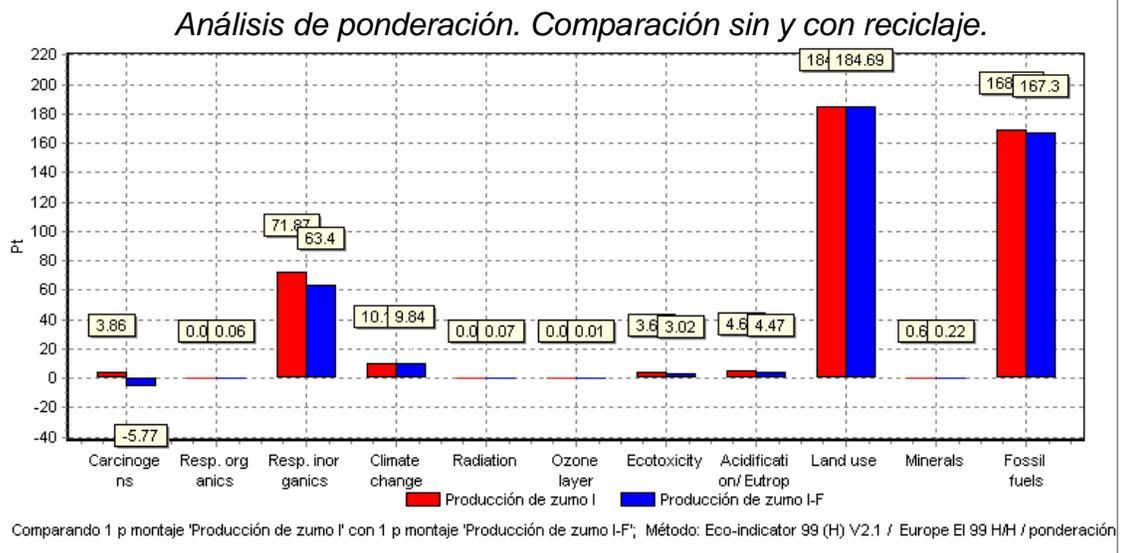
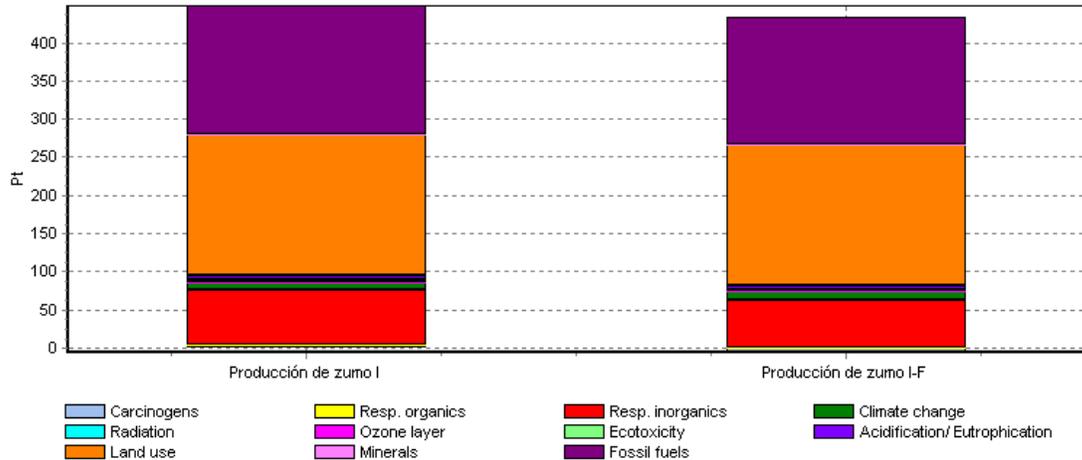


Figura 3.6 Análisis de ponderación. Comparación sin y con reciclaje.

La figura 3.7 muestra la puntuación única para las dos variantes analizadas y la contribución de cada categoría de impacto a la misma.

Análisis de puntuación única

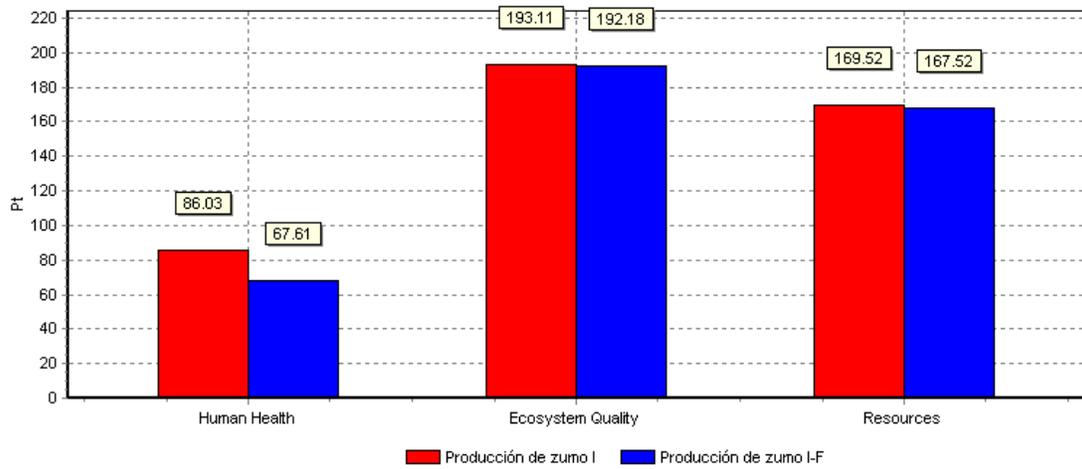


Comparando 1 p montaje 'Producción de zumo I' con 1 p montaje 'Producción de zumo I-F'; Método: Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 HH / puntuación Ú

Figura 3.7 Análisis de puntuación única

En la figura 3.8 del análisis de ponderación se puede ver que al comparar las alternativas propuestas, estas tienen un efecto positivo en las tres categorías de daño presentes del ecoindicador 99.

Análisis de ponderación



Comparando 1 p montaje 'Producción de zumo I' con 1 p montaje 'Producción de zumo I-F'; Método: Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 HH / ponderación

Figura 3.8 Análisis de ponderación

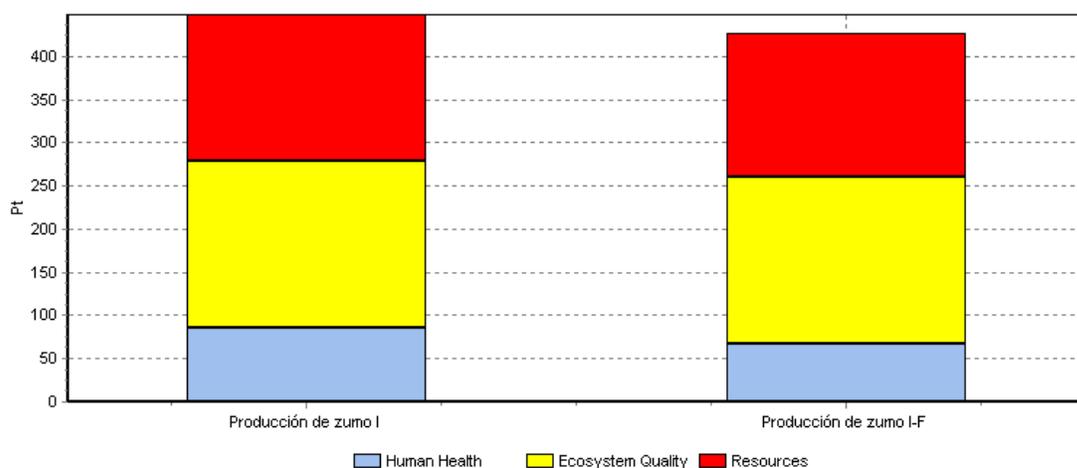
En la tabla 3.4 se obtienen los valores del análisis de ponderación y se puede apreciar que en el daño a la salud humana los valores varían de 86 a 67.6 puntos, siendo los más significativos, en la categoría de daño a los recursos estos valores van de 170 a 168 puntos y finalmente en daños al ecosistema varía de 193 a 192 puntos.

Tabla 3.4 Resultados del análisis de ponderación

Título:	Comparando 1 p montaje 'Producción de zumo I' con 1 p montaje 'Producción de zumo I-F'		
Método:	Eco-indicador 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H		
Valor:	Ponderación		
Por categoría de impacto:	No		
Skip unused:	Nunca		
Modo relativo:	No		
Daño de categoría	Unidad	Producción de zumo I	Producción de zumo I-F
Total	Pt	449	427
Human Health	Pt	86.0	67.6
Ecosystem Quality	Pt	193	192
Resources	Pt	170	168

En la figura 3.9 se obtiene el análisis realizado teniendo en cuenta el daño a la salud humana en relación con las alternativas aplicadas.

Análisis de puntuación única



Comparando 1 p montaje 'Producción de zumo I' con 1 p montaje 'Producción de zumo I-F'; Método: Eco-indicador 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H / puntuación Ú

Figura 3.9. Análisis de puntuación única

3.3 Aplicación de las alternativas seleccionadas para reducir el impacto ambiental del proceso.

Al aplicar el método del Eco-indicador 99 mediante el programa Simapro 6.0, empleando las alternativas antes valoradas y comparándolas con el proceso base, se puede apreciar la disminución de los impactos ambientales.

En la figura 3.10 se muestra la red del proceso de obtención de zumo de mango aplicando a las alternativas de mejoras seleccionadas en los análisis de sensibilidad realizados en epígrafes anteriores, las flechas de color rojo indican los impactos ambientales perjudiciales para el medio ambiente y según su grosor estas dan una medida de cuanto impactan y las de color verde indican un impacto beneficioso al obtener un producto evitado, en este caso el reciclaje es uno de estos productos el cual tiene una mayor incidencia en la etapa de distribución y consumo debido a que esta presenta una mayor cantidad de envases respecto a la etapa industrial, ya en la antes mencionada solo se tiene presente un 10% de la producción total, evitando así que sea emitido al medio ambiente.

Se observa por el grosor de las flechas que la etapa agrícola es la que más impacta, fundamentalmente por el uso de la tierra, seguida de la producción industrial del zumo y por último la etapa de distribución y consumo que es la que menos impacta, ambas teniendo como producto evitado el reciclaje.

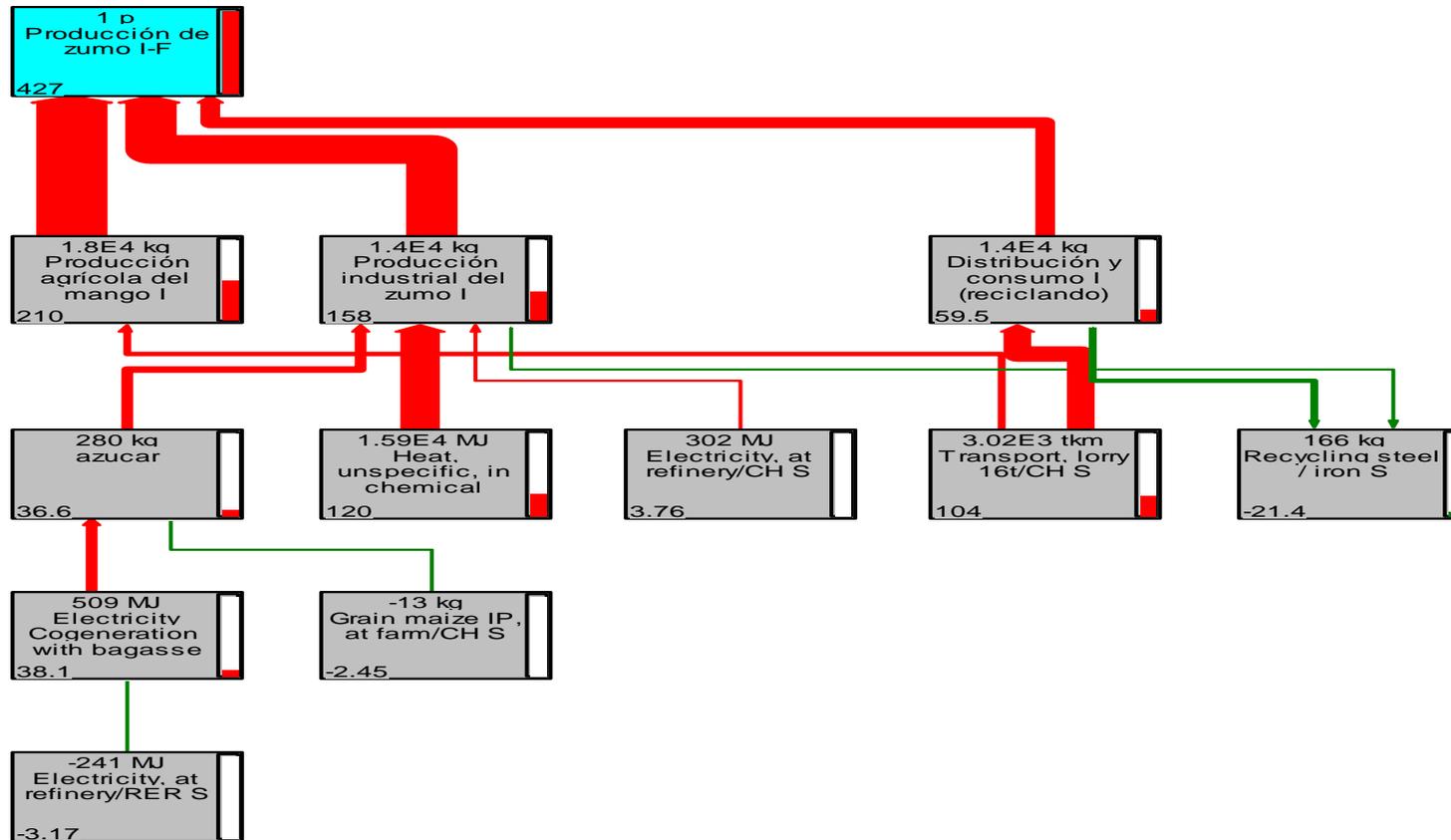
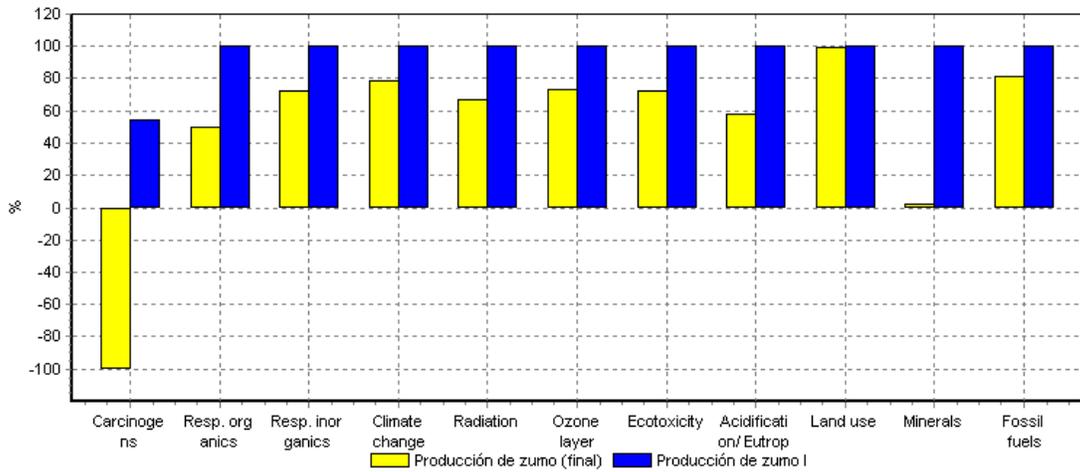


Figura 3.10. Red del proceso con la aplicación de las mejoras.

Análisis de caracterización comparando el proceso base y el empleo de mejora



Comparando 1 p montaje 'Producción de zumo (final)' con 1 p montaje 'Producción de zumo I'; Método: Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 HH / caracteri

Figura 3.11 Análisis de caracterización comparando el proceso base y el empleo de mejora.

En la figura 3.11 se observan resultados muy favorables apreciándose la disminución tan significativa que presenta la alternativa de producción de zumo (final) la cual incluye las mejoras antes propuestas que consideran el reciclaje en la etapa industrial y en la de distribución-consumo, además de mejorar el transporte empleando camiones de 32 T, respecto a la producción de zumo I, la cual no recicla y además emplea camiones de 16 T los cuales tiene un efecto nocivo para el medio ambiente debido que por ser de menos capacidad estos tiene que dar un mayor número de viajes lo que provoca un mayor uso de combustibles e incremento de las emisiones.

En la figura 3.12 se puede apreciar con mayor claridad, en conjunto a la tabla 3.6, la influencia que tiene la alternativa de producción de zumo (final). Esta alternativa disminuyó los valores en las diversas categorías de impacto, especialmente en la carcinogénesis la cual da un valor negativo, relacionado con las restantes categorías de impacto, por ejemplo la categoría de respiración de compuestos orgánicos varía de 0.0611 a 0.0307 puntos, la categoría de respiración de compuestos inorgánico varía de 71.9 a 52.1 puntos, etc.

Se logra una disminución de 169 a 137 puntos del uso de combustible fósiles, el cual era una de los factores de mayor incidencia en todas las etapas del ciclo de vida de la producción de zumo, otro ejemplo es en las categorías de respiración de compuestos inorgánicos los cual de debe en gran medida a la reducción de las emisiones al aire debido a la combustión.

Las restantes categorías tienen una disminución bastante ventajosa, como por ejemplo la acidificación/ eutrofización disminuye de 4.68 a 2.73 puntos, la ecotoxicidad varía de 3.67 a 2.67 puntos, la afectación a la capa de ozono disminuyo de 0.00625 a 0.00458 puntos.

Análisis de ponderación

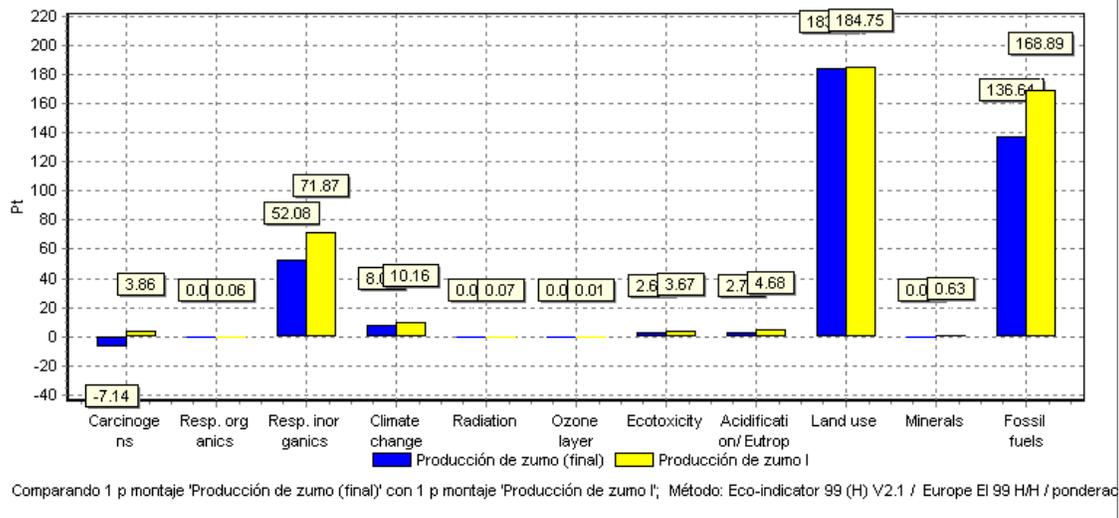


Figura 3.12. Análisis de ponderación.

Tabla 3.5. Resultados del análisis de ponderación

Título:	Comparando 1 p montaje 'Producción de zumo (final)' con 1 p montaje 'Producción de zumo I'		
Método:	Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H		
Valor:	Ponderación		
Por categoría de impacto:	Sí		
Skip unused:	Nunca		
Modo relativo:	No		
Categoría de impacto	Unidad	Producción de zumo (final)	Producción de zumo I
Total	Pt	379	449
Carcinogens	Pt	-7.14	3.86
Resp. organics	Pt	0.0307	0.0611
Resp. inorganics	Pt	52.1	71.9
Climate change	Pt	8.02	10.2
Radiation	Pt	0.0498	0.0739
Ozone layer	Pt	0.00458	0.00625
Ecotoxicity	Pt	2.67	3.67
Acidification/ Eutrophication	Pt	2.73	4.68
Land use	Pt	184	185
Minerals	Pt	0.0146	0.627
Fossil fuels	Pt	137	169

La puntuación única alcanzada por cada alternativa y la contribución de cada categoría de impacto se aprecia en la figura 3.13

Análisis de puntuación única.

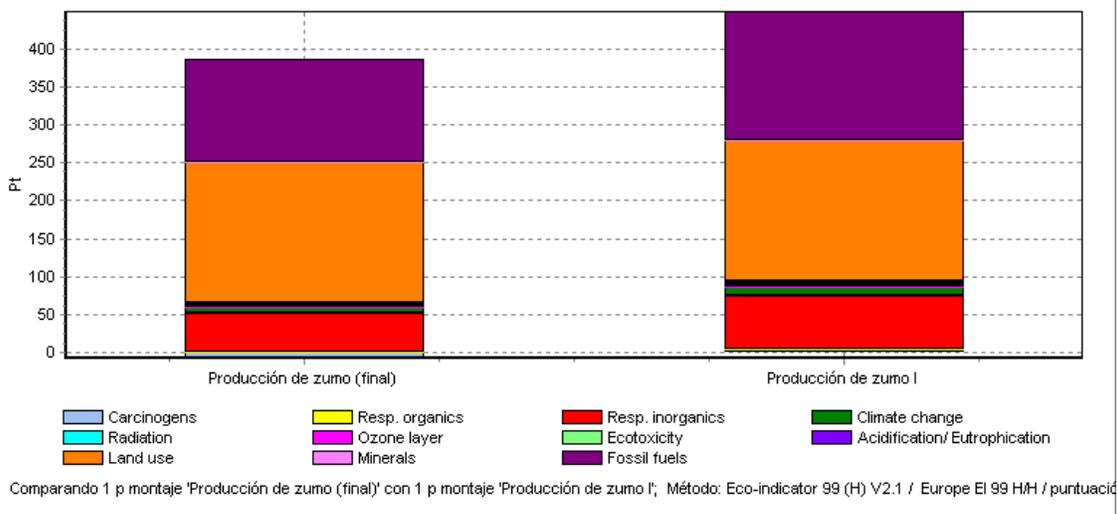


Figura 3.13 Análisis de puntuación única.

En la figura 3.14 y la tabla 3.6 se realiza un análisis de ponderación en el cual se puede apreciar las ventajas de la nueva alternativa aplicada en cuanto a la disminución de la salud humana, la cual varía de 86.03 hasta 53.06 puntos, siendo la más significativa, seguida de la afectación a los recursos la cual tiene un valor de 169.52 hasta 136.65 puntos y por último la afectación al ecosistema que tiene unos valores de 193.11 hasta 189.38 puntos.

Esta disminución entre las categorías de daño se debe en gran medida al reciclaje de los envases, ya que de esta forma se evita el agotamiento de los recursos naturales presentes en la naturaleza, los cuales al pasar el tiempo se pondrán más difíciles de obtener.

Para realizar estos resultados nos basamos también en la tabla 3.13 que muestra los resultados del análisis de ponderación de las alternativas empleada.

Análisis de ponderación

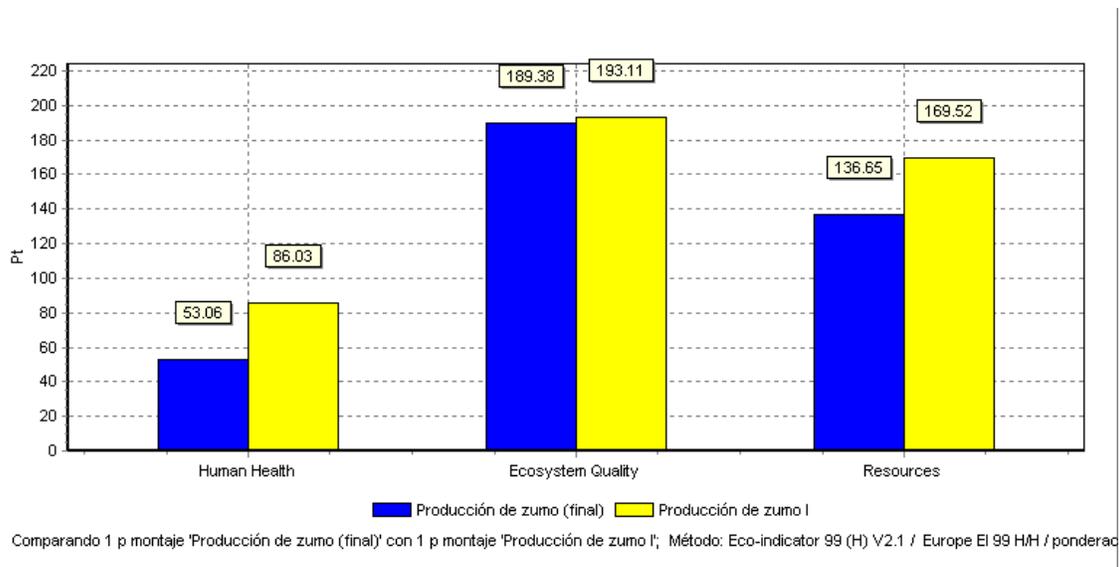


Figura 3.14 Análisis de ponderación.

Figura 3.6 Resultados del análisis de ponderación

Título:	Comparando 1 p montaje 'Producción de zumo (final)' con 1 p montaje 'Producción de zumo I'		
Método:	Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H		
Valor:	Ponderación		
Por categoría de impacto:	No		
Skip unused:	Nunca		
Modo relativo:	No		
Daño de categoría	Unidad	Producción de zumo (final)	Producción de zumo I
Total	Pt	379	449
Human Health	Pt	53.1	86
Ecosystem Quality	Pt	189	193
Resources	Pt	137	170

En esta figura aparecen las diferentes alternativas planteadas, teniendo en cuenta las categorías de daño presentes en el Eco-indicador 99 .en la que se puede apreciar claramente la disminución que existe entre ambas alternativas, en sentido general esta varia de 449 a 379 puntos lográndose una reducción del 15 % del impacto ambiental provocado por la instalación en las condiciones actuales.

Análisis de puntuación única

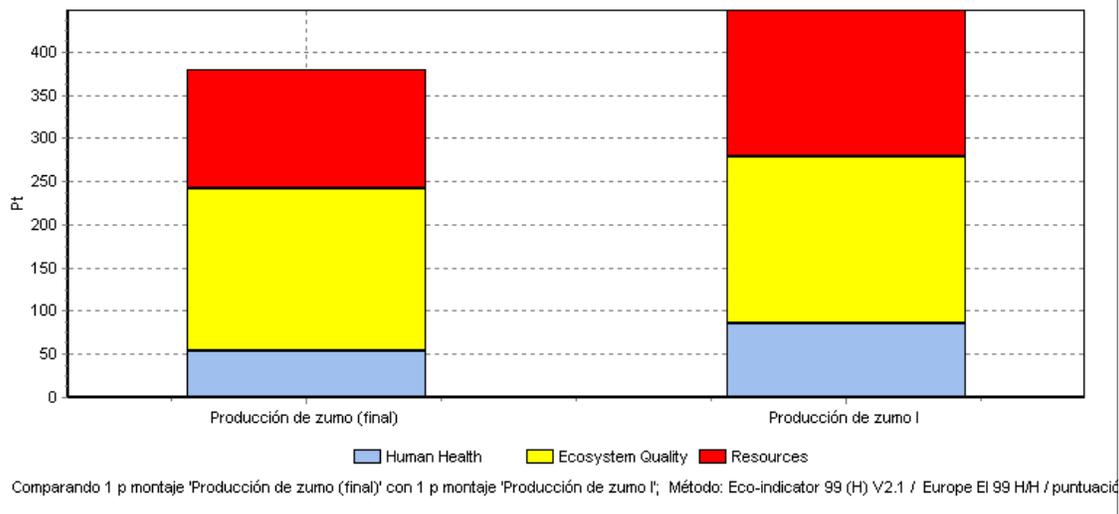


Figura 3.15 Análisis de puntuación única

3.4 Propuesta de otras medidas.

Existen otro grupo de mejoras que se pueden valorar, aunque no son analizadas en este trabajo, las mismas se enuncian a continuación:

- Estudiar la posibilidad de cogeneración en la fábrica. Esto disminuye el impacto provocado por el uso de la electricidad procedente de la red.
- Estudiar el uso de azúcar orgánica como materia prima.
- Realizar compost con la poda de los árboles.

Conclusiones parciales:

- En el análisis de sensibilidad realizado utilizando diferentes alternativas de transporte se demostró la factibilidad ambiental de la utilización de camiones de 32 T lográndose una disminución del 10 % del impacto inicial.
- En la comparación de las alternativas con y sin reciclaje de los envases en la etapa industrial y la de distribución y consumo se obtienen resultados favorables con el uso del reciclaje al lograr una reducción del impacto total y resultados muy favorables en la categoría carcinogénesis.
- Los resultados obtenidos por la aplicación de las mejoras al proceso demuestran que se puede disminuir el impacto total del proceso en un 15 %, lográndose una producción más limpia acorde con un producto ecológico.

Conclusiones generales:

1. En la actualidad el ACV es una de las mejores herramientas para realizar la evaluación de la sostenibilidad ambiental de un proceso en relación con el medio ambiente.
2. El estudio del ciclo de vida de la producción de zumo de mango permite cuantificar los recursos y las emisiones procedentes de las diferentes etapas del proceso y clasificarlas de acuerdo con las categorías de impacto y de daño establecidas en el ecoindicador 99.
3. El análisis de ACV realizado en el estudio de la producción de zumo de mango permitió determinar los procesos de mayor contribución al impacto total y una estrategia para la formulación de mejoras al proceso.
4. Los resultados obtenidos por la aplicación de mejoras al proceso demuestran que este puede disminuir el impacto total del proceso de 449 Pt a 379 Pt el cual representa un 15%, lográndose una producción mas limpia, requerimiento muy importante para la obtención de productos orgánicos.

Recomendaciones.

1. Que los resultados de este trabajo sean discutidos en la empresa y se implementen las medidas propuestas.
2. Que se realice la evaluación ambiental de otras mejoras para reducir al mínimo valor el impacto ambiental de la producción de zumo de mango.
3. Que se utilice la metodología propuesta en este trabajo en la evaluación de la sostenibilidad de producciones orgánicas.

Bibliografía.

1. ABBATEMARCO, C., 1996. —
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
2. APPERT, N., (1750-1849) ---
<http://www.clinicaindautxu.com/nutricion/pdfs/Conservacion.pdf>
3. BERKEL, VAN. Development of an Industrial ecology toolbox for the introduction of industrial ecology in enterprises / Van Berkel, Rene, Willems, Esther and Lafleur; Marjie – I. En: Journal of Cleaner Production Vol. 5 N° 1-2, 1997
4. BRASCHKAT et al, 2004 (Life cycle assessment of bread production - a comparison of eight different scenarios) Pág 9-16
5. BREKKE, T.L., 1968. ---
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
6. BRENNAN, J AMES, 1981. —
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
7. CANO, E., 1994—
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
8. CASTELLS et al, 2004 (Most significant substances of LCA to Mediterranean Greenhouse Horticulture) Pág 199-201
9. CLEMENTE et al, (2004) (LCA of the integrated production of oranges in the Comunidad Valenciana (Spain) Pág 210-213
10. Clorofilos, 1998. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PVC Y SUSTANCIAS ALTERNATIVAS.

11. CONTRERAS MOYA, ANA MARGARITA. Metodología para el ACV combinado con el análisis energético en la industria azucarera. —2007. —45 h. — Tesis (en opción al título de Doctora). —UCLV “Marta Abreu”, Santa Clara, 2007.
12. FELLOW, A., 1988—
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
13. FERNÁNDEZ, J. M. “Eco diseño: Introducción de criterios ambientales en el diseño industrial”, XIV Congreso internacional de ing grafica. Santander—España: [s.n.], junio 2003.
14. HOOPER, E, 1990—
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
15. <http://alfaomega.com.mx>
16. <http://www.beghin-say.fr>
17. <http://www.business.gov.pl/Proteccion,del,medio,ambiente,576.html>
18. <http://www.codexalimentarius.net/inicio.htm>
19. <http://www.consumaseguridad.com>
20. [http://www.cmpl:ipn.mx/Metodología/metodología,](http://www.cmpl:ipn.mx/Metodología/metodología)
21. <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/>
22. <http://www.productos-ecologicos.com>

23. <http://www.sabanet.unisabana.edu.com>
24. <http://www.union.org.mx/guia/actividadesyagravios/industria.html>
25. JULAPA, A. JAGTIANI, 1988—
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
26. KARIN, A, 1998. "Screening life cycle assessment (LCA) of tomato ketchup: a case study". Pág 277-288.
27. LASKSHMINARAYANA, 1973---
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
28. LEWIS Y HAPPELL, 2000---
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
29. LUND, 1977---
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/coronel_a_cp/capitulo3.pdf
30. LUH, B.S., 1980--
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
31. MÁRQUEZ, RICARDO LEÓN. Sistemas de Gestión Ambiental. Conceptos y Herramientas. En: Taller Regional de Producción más limpias – Región Santanderes. Centro Nacional de Producción más limpia – Colombia, 2000.
32. MILÁ L .et alt, 2005 (Evaluation of the environmental impacts of apple production using Life Cycle Assessment (LCA): Case study in New Zealand) pag226-238
33. MUÑOZ .et alt, 2004 (Using LCA for the Improvement of Waste Management

in Greenhouse Tomato Production) Pág 206-213

34. NC ISO 14040 (1999): Environmental management. Life Cycle Assessment. Principles and framework. National Office of Normalization. Havana City. Cuba.
35. NC ISO 14041(1999): Environmental management. Life Cycle Assessment. Goal and scope definition and inventory analysis. National Office of Normalization. Havana City. Cuba.
36. NC ISO 14042(1999): Environmental management. Life Cycle Assessment. Assessment of Life Cycle Impact. National Office of Normalization. Havana City. Cuba, 2001.
37. NC ISO 14043 (1999): Environmental management. Life Cycle Assessment. Life Cycle Interpretation. National Office of Normalization. Havana City Cuba.
38. POPENOE, W, 1974—
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
39. PRÉ- CONSULTANS. Introducción a LCA (Life Cycle Assessment-Análisis del Ciclo de Vida) con SimaPro Septiembre del 2004.
40. PURSEGLOBE, J.W., 1974—
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
41. RAMASWAMY, H.S., 1996—
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
42. RASCHIERI, J., "Desecación de los productos vegetales. Editorial Reverté SA. Alsima 731. Buenos Aires.

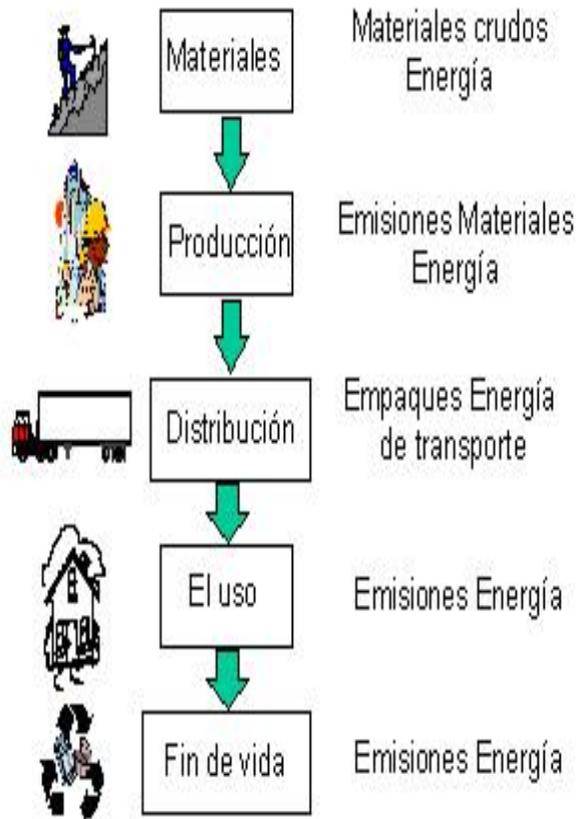
43. Revista Técnica Residuos, año XIV - No. 81, noviembre - diciembre 2004.
http://www.vidasostenible.org/observatorio/f2_final.asp?idinforme=64
Ecoproductos.Ecodiseño: metodología de los ecoindicadores (Diciembre-2004)
44. RIERADEVALL, J.; VINYEST, J. "Ecodiseño y Ecoproductos". Editorial Rubes, Barcelona, 144 pp, 1999
45. RIGOLA, M. Producción más limpia. Editorial Rubes, S.L. Primera Edición, Diciembre 1990.
46. RODRIGO, KKJH, 1980—
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
47. RODRIGUES, Z., 2002. La Ing Ambiental entre el reto y la oportunidad, Editorial Síntesis. S.A. Villahermosa, Madrid.2002.
48. ROSA E. et, alt., 2006 (EL EMPLEO DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN EL DISEÑO DE PRODUCTOS ORGÁNICOS).
49. RUIZ, E. "Desarrollo sustentable". 2001.
<http://www.desarrollo.com>
50. SABELLA A. 2005 titulo: EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA COMO HERRAMIENTA DE VALORACIÓN PROYECTUAL No. 10 Mayo del 2005
Revista: Espacio de reflexión y comunicación en Desarrollo Sostenible
51. STAFFORD, M.C., 1983. —
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf
52. UNEP, WBCS, "Cleaner Production and Eco-efficiency", UNEP, 1998

53. WU H, 1996. —

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf

54. WUY, SHEU, S.S., 1996—

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/capitulo3.pdf



Anexo 1. El concepto general de Ciclo de Vida.

Anexo 2. Análisis de inventario de la etapa agrícola.

Producción agrícola.		
Área.	Aspectos a considerar.	TP Producto.
ecológica	Importancia de los residuos (KgRES Equivalentes/TP)	
	Materia Orgánica	
	Kg. de poda por árbol	38
	% de carbono por Kg. De poda(Tn/año)	5.5
	Incineración para producción de energía.	5
	Vertido o trituración en el campo(si=-1,no=1)	-1
	Tipo de envase(un sol=1, cajones multiusos=0)	0
	Capacidad del envase en Kg. de producto	300
	Envase de madera, cartón... peso del envase Kg.	45.45
	Plásticos.	
	Envases de plástico Peso del envase Kg.	0.05
	Tipo de envase(duración en años)	1
	Capacidad del envase en Kg. de producto	5
	Tipo de tratamiento(compostaje=0, vertedero=1)	1
	Contaminación y degradación del suelo(M³suelo/Tp)	
	Análisis de nutrientes.	
	% de materia orgánica	3.8
	Fósforo (mg/kg.).	18.18
	Potasio (mg/kg.).	12.5
	Ph	6.5
	Insumos para fertilidad (kg./Ha)	422
	Niveles de micronutrientes.	Trazas
	Calidad del suelo(categoría I,II,III,IV,V,VI)	III
	Signos de deficiencia de los nutrientes(si=1, no=-1)	-1
	Clima de la zona	Tropical húmedo
	Problemas sanitarios(si=1, no=-1)	-1
	Metales pesados(si=1, no=-1)	-1
	Presencia de compuestos tóxicos (si=1, no=-1)	-1
	Consumo de agua(M³/Tp)	7.56
	Consumo de recursos naturales(TRN/TP)	
	Combustibles T/TP	0.41
	Suelos utilizados, sin cubierta vegetal(m ²)	0
	Repercusiones en los ecosistemas(ya afectados)	
	Riesgos físicos(costes y atropamientos trabajo)	
	Muertes o discapacidades permanentes	0
	Bajas anuales(días/años)	0
	Costos de las bajas, muertes y discapacidades(euros/año)	0
	Accidentes especiales(incendio,etc)	
	Muertes o discapacidades permanentes	0
	Bajas anuales(días/año)	0
Probabilidad de emisiones y vertidos no deseados(tn/año)	0	

	Materias primas, productos contaminados(tn/año)	0
	Suelos contaminados(m ² /año)	0
<i>ecológica</i>	Costos de las bajas,contaminaciones,muertes,etc	0
	Valor añadido neto anual(/Tp)	
	Datos de la plantación y cosecha	
	Hectáreas de cultivo	317
	Numero de plantas por Ha	422
	Labores agrícolas(horas/ha_año)	88.42
	Costo de la mano de obra(euros/año)	1.24
	Inversión por hectárea(euros)	146.05
	Tn de materias primas utilizadas anuales(TMP/año)	1244.97
	Costo de la materia prima(euros/TMP)	6579.43
	Toneladas del productos producidos anuales(Tp/año)	2694.5
	Otros costos distintos del personal(euros/año)	1725
	Inversión(euros)	46297.85
	Amortización anual(euros/año)	5255
	Productos defectuosos	
	% productos defectuosos/producto total	10
	Precio de venta del producto defectuoso(euros/TDP)	15.81
	Precio del producto medio en el mercado	
	Ventas anuales(euros/año)	85213.56
	Toneladas del producto bueno vendidas	2640.61

Transporte y almacenamiento		
Área.	Aspectos a considerar.	TPProducto
<i>ecológica</i>	Importancia de los residuos (KgRES Equivalentes/TP)	
	Papel, cartón y celulósicos	
	Envases de Madera, cartón,...: Peso del envase Kg.	45,45
	Tipo de envases (.....) Duración en años	1
	Capacidad del envase en Kg. de producto	300
	Tipo de Tratamiento (Reciclado=0, Incineración=1)	1
	Subproductos agrícolas	
	Frutos no útiles para el mercado (% respecto a Ton Perdidas)	2
	Hojas y restos de cosecha (% respecto a tn perdidas)	0
	Tierras, piedras, ...(% respecto a Ton Perdidas)	0
	Tipo de Tratamiento (Compostaje=0, Vertedero=1)	1
	Consumo de energía (Kwh./TP)	
	Consumo de recursos naturales (TRN/TP)	
	Combustibles L/TP	8
	Suelos utilizados, sin cubierta vegetal (m2)	60
<i>ecosocial</i>	Impacto Social (_ /TP)	
	Empleo directo de personas (Días EJC/año)	313
	Costes laborales (euros/año)	3248,75
	Costes laborales para 8 trabajadores (2 Cam.,6Alm) (MN/año)	67800
	Accidentes especiales (Incendio, etc.) (_ /TP)	
	Muertes o discapacidades permanentes	0
	Bajas anuales (días/año)	0
	Probabilidad de emisiones y vertidos no deseados (Tn/año))	0
	Materias Primas, Productos contaminados (Tn/año)	0
	Suelos contaminados (m2/año)	0
	Costes de las bajas, contaminaciones, muertes,... (euros/año)	0
<i>economic</i>	Transporte	
	TP a transportar entre el campo y el almacén	2640,61
	TP a transportar entre el almacén y la Planta de fabricación	2587,7978
	Distancia media campo - almacén (horas):	1
	Distancia media almacén-fabricación (horas):	0
	Distancia media campo - almacén (Km.):	40
	Distancia media almacén-fabricación (Km.):	0
	Coste Mano de Obra en la transportación (euros/hora):	0,374708333
	Coste Mano de Obra en la transportación (MN/hora):	7,82
	Coste Mano de Obra en el almacenamiento (euros/hora):	0,922357561
	Coste Mano de Obra en el almacenamiento (MN/hora):	19,24920128
	Coste energético en el almacén (euros/Kw.-h):	0
	Coste de combustible campo - almacén (euros/Km.)	0,4313
	Coste de combustible almacén - fabricación (euros/Km.)	0
	VALOR AÑADIDO NETO ANUAL (_ /TP)	
	Toneladas de Materias Primas Utilizadas anuales (TMP/año)	2640,61
	Coste Materias Primas (euros/TMP)	32,27040722

Toneladas de Productos Almacenado anuales (TP/año)	2587,7978
Producto defectuoso (_ perdidos/TP)	
% Producto Defectuoso/Producto Total	2
Precio de venta del producto defectuoso (euros/TPD)	0
Precio del Producto medio en el mercado (_ /TP)	
Ventas anuales (euros/año)	0
Toneladas de producto bueno vendidas (TP/año)	0
Duración (Años almacenado)	0,0032

Anexo 4. Inventario de la transportación- elaboración.

Transformación-elaboración.		
Área.	Aspectos a considerar.	TPProducto
<i>ecológica</i>	Importancia de los residuos (KgRES Equivalentes/TP)	
	Metales no férricos	
	Peso del envase Kg.	0,2
	% de envase defectuoso	2
	% de la Producción en la que se usa este tipo de envases	100
	Tipo de envases (.....) Duración en años	1
	Capacidad del envase en Kg. de producto	19
	Residuos sólidos Generados Kg./año	776,6634957
	Residuos líquidos Generados m3/año	12
	Tipo de Tratamiento (Reciclado=0, Vertedero=1)	0
	Materia Orgánica	
	% respecto a Ton Perdidas de la materia prima	30
	Hojas, ramas y restos de cosecha (% respecto a Ton Perdidas)	0
	Tierras, piedras, ...(% respecto a Ton Perdidas)	0
	Tipo de Tratamiento (Reciclado=0, Incineración=1)	
	Tipo de Tratamiento (Compostaje=0, Vertedero=1)	1
	Subproductos del fruto T/año	776,33934
	Consumo de energía (Kwh./TP)	15
	Consumo de Agua (M3/TP)	10
	Consumo de recursos naturales (TRN/TP)	
	Combustibles (Fiul) L/TP	58
	Suelos utilizados, sin cubierta vegetal en el almacenamiento de la MP (m2)	1260
Suelos utilizados, sin cubierta vegetal en el almacenamiento del producto final (m2)	40	
Repercusiones en los ecosistemas (Ya afectados)		
<i>ecosocial</i>	Impacto Social (_/TP)	
	Empleo directo de personas (Días EJC/año)	313
	Costes laborales (euros/año)	8682,5
	Accidentes especiales (Incendio, etc.) (_/TP)	
	Muertes o discapacidades permanentes	0
	Bajas anuales (días/año)	0
	Probabilidad de emisiones y vertidos no deseados (tn/año))	0
	Materias Primas, Productos contaminados (Tn/año)	0
	Suelos contaminados (m2/año)	0
	Costes de las bajas, contaminaciones, muertes,... (euros/año)	0
<i>economi</i>	TMP que llegan la Planta de fabricación:	2587,7978
	T Zumos que salen de la Planta de fabricación:	1539,739691
	Coste del Agua (euros/M3)	1,955
	RECEPCIÓN y CLASIFICACIÓN	
	Construcciones y Edificaciones: Invers: (euros)	1916,7

	Capacidad recepción (TMP/hora):	2,695622708
	Tiempo de almacenamiento hasta elaboración (horas):	72
	Horas de personal	8
	Coste Mano de Obra (euros/hora):	3,47
	LIMPIEZA PREVIA	
	Consumo de agua para limpieza m3/TMP	5
	Costo agua euros	9,775
	Horas de personal	8
	Coste Mano de Obra (euros/hora):	1,3
	DESPULPADO	
	Maquinaria Producción (Descr): Invers: (euros):	2600
	Capacidad (TMP/hora):	2,695622708
	Coste mantenimiento (euros/hora):	3364,29
	Horas de personal	8
	Coste Mano de Obra (euros/hora):	6,18
	Consumo de agua para limpieza m3/TMP	2
	Coste del Agua (euros)	5,865
	Consumo de agua para proceso m3/TP	1
	PASTEURIZACIÓN	
	Construcción e Instalaciones(Descr): Invers: (euros):	0
	Maquinaria Producción (Descr): Invers: (euros):	2100
	Capacidad (TMP/hora):	1,886935896
	Coste mantenimiento (euros/hora):	3200,2
	Horas de personal	8
	Coste Mano de Obra (euros/hora):	4,46
	Consumo de agua para limpieza m3/TMP	0,5
	Coste del Agua (euros)	0,9775
	Consumo de agua para proceso m3/TP	0
	ENVASADO, ETIQUETADO	
	Capacidad (TP/hora):	1,603895511
	Coste mantenimiento (euros/hora):	3284
	Horas de personal	8
	Coste Mano de Obra (euros/hora):	4,46
	Consumo de agua para limpieza m3/TMP	0,5
	Coste del Agua (euros)	0,9775
	Consumo de agua para proceso m3/TP	0
	ALMACENADO	
	Capacidad (TP):	0,160389551
	Coste mantenimiento (euros/hora):	3280,29
	Horas de personal	8
	Coste Mano de Obra (euros/hora):	4,46
	Consumo de agua para limpieza m3/TMP	0,5
	Coste del Agua (euros/M3)	0,9775
	Estancia media en el almacén (horas):	24
	VALOR AÑADIDO NETO ANUAL (/TP)	

Toneladas de Materias Primas Utilizadas anuales (TMP/año)	2587,7978
Coste Materias Primas (euros/TMP)	32,27040722
Toneladas de Productos Producidos anuales (TP/año)	1539,739691
Toneladas de Productos almacenados anuales (TP/año)	1539,739691
Producto defectuoso (_ perdidos/TP)	
% Producto Defectuoso/Producto Total	10
Precio de venta del producto defectuoso (euros/TPD)	0
Precio del Producto medio en el mercado (_ /TP)	
Ventas anuales (euros/año)	455843,9875
Toneladas de producto Bueno vendidas (TP/año)	1385,765722
Duración (Años almacenado)	1

Anexo 5. Balances de Masa y Energía:

El proceso de producción del mango dura cuatro meses ya que es la época en que se cultiva, los cálculos se realizan con base de 1 día de producción.

Producción de Mango: (Base de Cálculo: 1 día/año)

Tachos: Concentración - evaporación:

Balance Total (BT)

$$M_{J\text{ entra}} + M_{Az} = M_{M\text{ sale}} + M_{\text{Agua evap}}$$

Datos:

$$^{\circ}Bx_{\text{entra}} = 13^{\circ}$$

$$^{\circ}Bx_{\text{sale}} = 56^{\circ}$$

$$M_{M\text{ sale}} = 16 \text{ t/d} = 16000 \text{ Kg/d}$$

$$M_{Az} = 0.32 \text{ t az/t producto} \quad H_{\text{dad}} = 2\%$$

$$M_{Az} = 5120 \text{ Kg az/d} = 5.12 \text{ t az/d}$$

Balance Parcial de Sólidos (BP)

$$^{\circ}Bx_{\text{entra}} * M_{J\text{ entra}} + (1 - H_{\text{dad}}) * M_{Az} = ^{\circ}Bx_{\text{sale}} * M_{M\text{ sale}}$$

$$0.13 * M_{J\text{ entra}} + 0.98 * 5120 = 0.56 * 16000$$

$$0.13 * M_{J\text{ entra}} + 5017.6 = 8960$$

$$M_{J\text{ entra}} = 30330.7 \text{ Kg/d}$$

Conociendo la masa de jugo que entra en el tacho podemos sustituir en el balance total y determinar la masa de agua evaporada:

$$30330.7 + 5120 = 16000 + M_{\text{Agua evap}}$$

$$M_{\text{Agua evap}} = 19450.7 \text{ Kg. /d}$$

Balance de Energía (BE) en los tachos.

$$Q_g + \eta Q_c = 0$$

Suponemos :

$$\eta = 100\%$$

$$Q_g_{JM} = m_{JM} C_p_{JM} \Delta T + m_{\text{agua}} * \lambda_{\text{agua}}$$

$$Q_c = m_v * \lambda_v$$

Siendo:

$$M_{J\text{ entra}} = 30330.7 \text{ Kg./d}$$

Anexo 5 (Continuación)

$$C_{pJM} = 1 - [0.006 * ^\circ Brix] = 0.826 \text{ Kcal./Kg.}^\circ\text{C} = 3.45268 \text{ Kj./Kg.}^\circ\text{C}$$

$$T_e = 25^\circ\text{C}$$

$$T_s = 100^\circ\text{C}$$

$$^\circ\text{Bx}_{\text{entra}} = 13^\circ$$

$$^\circ\text{Bx}_{\text{sale}} = 56^\circ$$

Con $P = 4 \text{ atm} = 0.4 \text{ Mpa}$ (Vapor Saturado)

$$T = 144^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 2132.7 \text{ Kj./Kg.}$$

$$Q_g = 30330.7 \text{ Kg/d} * 0.922 \text{ Kj/Kg}^\circ\text{C} * (100 - 25)^\circ\text{C}$$

$$Q_g = 759585.09 \text{ Kj/d}$$

$$Q_c = M_v * 2132.5 \text{ Kj/Kg}$$

$$Q_g = Q_c$$

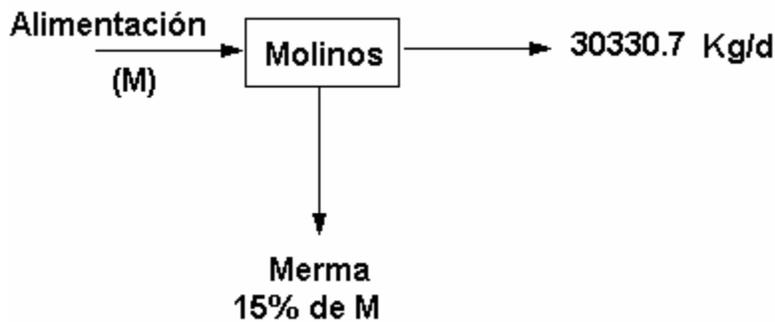
$$2132.5 \text{ Kj/Kg} * M_v = 759585.09 \text{ Kj/d}$$

$$M_v = 356.19 \text{ Kg/d}$$

$$M_v = 356190 \text{ t/d}$$

Para concentrar 30 330.7 Kg./d jugo de mango de 13°BX a 16 000Kg/d de zumo de mango de 56°Bx se requiere 356.19 Kg./d de vapor procedente de la caldera generadora.

Molinos:

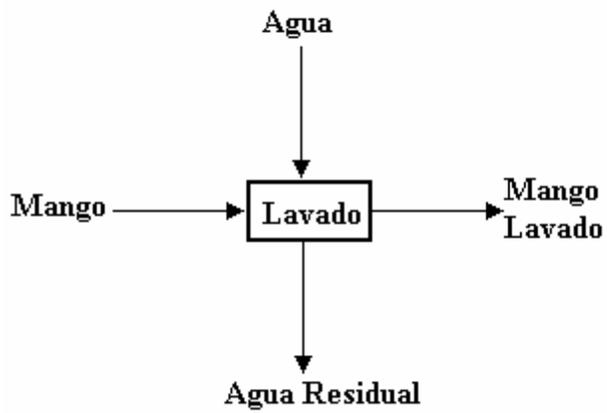


$$\text{BT: } M = 0.15 * M + 30330.7 \text{ Kg/d}$$

M=202174.3 Kg/d

Anexo 5 (Continuación)

Tanque de lavado:

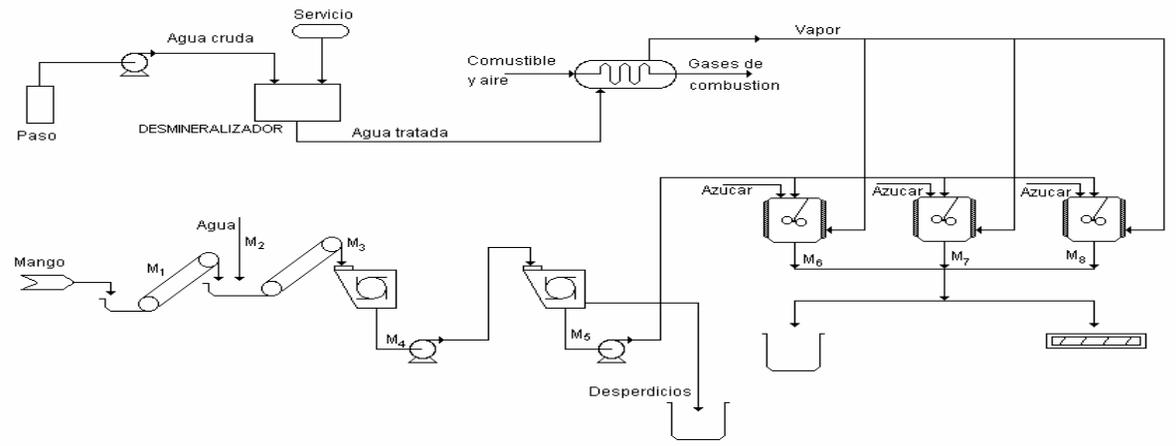


$$M_{\text{mango entra}} = M_{\text{mango sale}}$$

$$M_{\text{agua entra}} = M_{\text{agua sale}}$$

Anexo 6. Inventario de la distribución

Distribución		
Área.	Aspectos a considerar.	TPProducto
<i>Ecologica y ecosocial</i>	Importancia de los residuos (KgRES Equivalentes/TP)	
	Metales no férricos	
	Peso del envase Kg.	0,2
	% de envase defectuoso	2
	Tipo de envases (.....) Duración en años	1
	Capacidad del envase en Kg. de producto	19
	Consumo de recursos naturales (TRN/TP)	
	Combustibles T/TP	58
	Impacto Social (_/TP)	
	Empleo directo de personas (Días EJC/año)	313
	Costes laborales (euros/año)	938,2696667
	Accidentes especiales (Incendio, etc.) (_/TP)	
	Muertes o discapacidades permanentes	0
	Bajas anuales (días/año)	0
	Probabilidad de emisiones y vertidos no deseados (tn/año))	0
	Materias Primas, Productos contaminados (tn/año)	0
	Suelos contaminados (m2/año)	0
Costes de las bajas, contaminaciones, muertes,... (euros/año)	0	
<i>economic</i>	TP a transportar entre el almacén y cliente:	1385,7657
	VALOR AÑADIDO NETO ANUAL (_/TP)	
	Inversión en envases retornables (parles) euros/año	0
	Coste Materias Primas (euros/año)	5175
	Producto defectuoso (_ perdidos/TP)	
	% Producto Defectuoso/Producto Total	2
	Precio del Producto medio en el mercado (_/TP)	
	Ventas anuales (euros/año)	455843,9875
	Toneladas de producto Bueno vendidas (TP/año)	1385,765722
Duración (Años almacenado)	1	

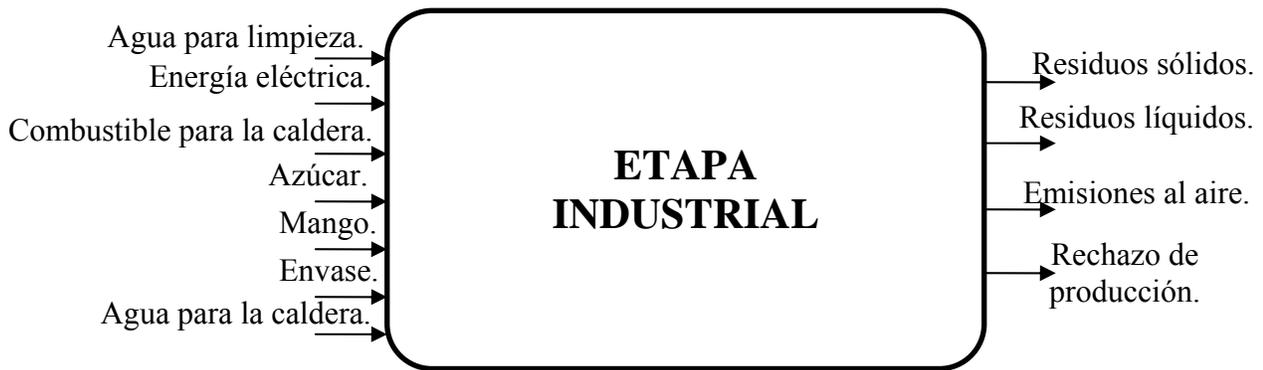


Anexo 7. Diagrama de flujo del proceso productivo.

Anexo 8. Entradas y salidas de las etapas del ciclo de vida de la producción de zumo.



Anexo 8 (Continuación)



Anexo 8 (Continuación)



Anexo 9. Análisis de puntuación única.

Producto:	Producción de zumo I					
Proyecto:	produccion de zumo de mango					
Categoría:	Montaje\Others					
Método:	Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 H/H					
Indicador:	Puntuación única					
Valor de Corte:	0%					
Proceso	DQI	Unidad	Producción de zumo I	Producción de zumo I-A	Producción de zumo I-B	Producción de zumo I-C
Total of all processes		Pt	449	419	400	401
Heat, unpecific, in chemical plant/RER S		Pt	120	120	120	120
Producción agrícola del mango I-C		Pt	x	x	x	185
Producción agrícola del mango I-B		Pt	x	x	185	x
Producción agrícola del mango I-A		Pt	x	185	x	x
Producción agrícola del mango I		Pt	185	x	x	x
Electricity Cogeneration with bagasse	--	Pt	41,3	41,3	41,3	41,3
Transport, lorry 16t/CH S		Pt	104	x	x	x
Transport, lorry 28t/CH S		Pt	x	74,4	x	x
Transport, lorry 40t/CH S		Pt	x	x	x	56,1
Transport, lorry 32t/RER S		Pt	x	x	55,5	x
Electricity, at refinery/CH S		Pt	3,76	3,76	3,76	3,76
Transport, lorry 16t/RER S		Pt	0,751	0,751	0,751	0,751
Lime, hydrated, packed, at plant/CH S		Pt	0,23	0,23	0,23	0,23
Water, completely softened, at plant/RER S		Pt	0,0172	0,0172	0,0172	0,0172
Hydrochloric acid, 30% in H2O, at plant/RER S		Pt	0,00491	0,00491	0,00491	0,00491
Sodium hydroxide, 50% in H2O, mercury cell, at plant/RER S		Pt	0,00241	0,00241	0,00241	0,00241

Anexos

Grain maize IP, at feed mill/CH S	Pt	-1,38	-1,38	-1,38	-1,38
Grain maize IP, at farm/CH S	Pt	-2,45	-2,45	-2,45	-2,45
Electricity, at refinery/RER S	Pt	-3,17	-3,17	-3,17	-3,17
Producción industrial del zumo I	Pt	0	0	0	0
Distribución y consumo I-C	Pt	x	x	x	0
Distribución y consumo I-B	Pt	x	x	0	x
Distribución y consumo I-A	Pt	x	0	x	x
Distribución y consumo I	Pt	0	x	x	x
azúcar	--	Pt	0	0	0