

**ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA LÍNEA DE INTERVENCIÓN “RESA  
URBANO” DEL DEPARTAMENTO PARA LA PROSPERIDAD SOCIAL DE LA  
REPÚBLICA DE COLOMBIA EN LA CIUDAD DE TUNJA**

**Presentado por:  
LEDIS MARÍA QUINTANA BEYEH**

**Director:  
Alberto Guevara Valencia**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES  
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.**

**2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a mis padres por el apoyo incondicional con el cual me han respaldado en cada decisión de mi vida.*

*Agradezco el soporte inquebrantable de mis hermanos, primos y amigos que me motivaron a seguir adelante pese a las adversidades.*

*Agradezco a mi tutor Alberto Guevara por su paciencia, por su tiempo y por todas sus indicaciones, sin ellas este trabajo no habría podido llevarse a cabo.*

*Agradezco a los profesores sus valiosas habilidades, de ellos me llevo sus enseñanzas, la disciplina y el amor con que se entregan en cada clase, pese a las extensas jornadas.*

*Agradezco a Dios por la vida y la salud, por la fe y la esperanza.*

## RESUMEN

El objetivo principal de esta tesis es determinar el impacto ambiental de la línea de intervención ReSA Urbano de la Ciudad de Tunja con la finalidad de proponer mejoras ambientales en el proceso. ReSA hace parte del programa de Seguridad Alimentaria y Nutrición del Departamento para la Prosperidad Social (DPS) de la República de Colombia. Para establecer el impacto ambiental se utiliza la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV). El trabajo se ha estructurado en cuatro capítulos.

En el **capítulo 1** se revisan los antecedentes del programa de seguridad alimentaria y se especifican los objetivos de la tesis. En el **capítulo 2** se realiza una reseña acerca el uso de las huertas describiendo su funcionamiento y las técnicas de cultivo más comunes en ellas; se describe la metodología del Análisis del Ciclo de Vida teniendo en cuenta la normativa ISO 14040, la cual argumenta que un proyecto de ACV puede dividirse en cuatro fases: objetivos y alcance del estudio, inventario, análisis del impacto e interpretación. Cada una de estas fases se desarrolla en la tesis.

En el **capítulo 3** se realiza el Análisis del Ciclo de Vida del proceso de cultivo de lechuga en huerta casera para la línea de intervención ReSA Urbano de la Ciudad de Tunja, se interpretan los resultados y se recogen las recomendaciones de carácter ambiental enmarcadas en el desarrollo sostenible para el proyecto en mención.

En el **capítulo 4** se enuncian las conclusiones generales del trabajo derivadas de las cargas ambientales del cultivo en huertas caseras, se realiza un análisis del cumplimiento de los objetivos y por último, se aportan dos recomendaciones dirigidas al Departamento para la Prosperidad Social y a la Pontificia Universidad Javeriana

## ABSTRACT

The main objective of this thesis is to determine the environmental impact of the intervention line ReSA Urban Tunja in order to propose environmental improvements in the process, ReSA program is part of the Food and Nutrition Security program from the Social Prosperity Department (SPD) from Colombian Republic. To establish the environmental impact analysis methodology of Life Cycle Analysis (LCA) is used. The paper is divided into four chapters.

In **Chapter 1**, the background of the food safety program are reviewed and the objectives of the thesis are specified. In **Chapter 2** a review about the use of the orchards describing its operation and the most common growing techniques in them is done; the methodology of life cycle analysis is described taking into account the ISO 14040 standards, which argues that an LCA study can be divided into four steps: objectives and scope of the study, inventory, impact and interpretation analysis. Each of these phases is developed in the thesis.

In **Chapter 3** life cycle analysis from the process of cultivating homegrown lettuce for the ReSA Urban intervention line from Tunja city is performed, the results are interpreted and the proposal recommendations of an environmental nature with sustainable development are collected for the project in question.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO, JUSTIFICACIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3 ANTECEDENTES .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3.1 Programa de Seguridad Alimentaria .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3.2 Desarrollo de la metodología del ACV en la producción Agrícola .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4 OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4.1 Objetivo General.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV).....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Conceptos claves en el marco del programa ReSA y relacionados con el ACV .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Análisis del Ciclo de Vida (ACV).....</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Metodología .....</b>	<b>24</b>
<i>Figura 2.1: Las fases de un ACV de acuerdo a ISO 14040 .....</i>	<i>24</i>
2.3.1 Objetivo y alcance del estudio. Fase 1.....	24
2.3.2 Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (AICV). Fase 2.....	25
<i>Figura 2.2: Ejemplo árbol de procesos del ciclo de vida de un producto. Fuente: Suppen y Van Hoof, 2005.....</i>	<i>26</i>
2.3.3 Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV). Fase 3 .....	26
<i>Figura 2.3: Elementos obligatorios y opcionales del EICV de acuerdo (ISO 14040).....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 2.1: Categorías de impacto e indicadores correspondientes. Fuente: Análisis de ciclo de vida de plantas termosolares para producción del electricidad en España. ....</i>	<i>28</i>
2.3.4 Interpretación Análisis del Ciclo de Vida. Fase 4.....	29
2.3.5 Limitaciones metodología Análisis del Ciclo de Vida según la Norma NTC ISO 14040 .....	30
<b>CAPÍTULO 3. ACV DEL CULTIVO DE LECHUGA .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Definición de Objetivo y Alcance del Estudio: .....</b>	<b>32</b>
3.1.1 Objetivo.....	32
<b>3.1.2 Alcance .....</b>	<b>32</b>
<i>Figura 3.1 Diagrama de proceso del cultivo de lechuga. ....</i>	<i>33</i>
<b>3.2 Análisis del Inventario.....</b>	<b>34</b>
<i>Imagen 3.1: Plantilla The Greenhouse Gas Protocol Initiative .....</i>	<i>39</i>
<i>Imagen 3.2: Plantilla cálculo de las emisiones en Kg de CO<sub>2</sub> de los refrigerios.....</i>	<i>40</i>

<i>Gráfico 3.1: Kilogramos de CO<sub>2eq</sub> totales para los refrigerios y el transporte</i> .....	40
<i>Imagen 3.3: Cálculo emisiones en Kg de CO<sub>2</sub> software SimaPro 8 Versión Demo</i> .....	41
<b>3.3 Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida</b> .....	<b>45</b>
<i>Tabla 3.1. Datos de los materiales utilizados en el proceso de cultivo de lechuga</i> .....	46
<i>Gráfico 3.2. Kg CO<sub>2eq</sub> Etapas Cultivo de Lechuga</i> .....	47
<i>Gráfico 3.3. Kg CO<sub>2eq</sub> de los Insumos Etapa 2</i> .....	48
<i>Figura 3.2. Análisis de Impacto integral 96000 Kg proceso “Producción de Fertilizantes Nitrogenados en una planta”</i> .....	49
<i>Figura 3.3. Análisis de Impacto Integral 134400 Kg proceso “Compost”</i> .....	51
<i>Figura 3.4. Análisis de Impacto Integral 480000 Kg proceso “Disposición del Policloruro de Vinilo al relleno sanitario”</i> .....	53
<i>Figura 3.5. Análisis de Impacto Integral 480000 proceso “Procesamiento Resina de Polietileno Lineal de Baja Densidad en fábrica”</i> .....	55
<b>3.4 RESULTADOS</b> .....	<b>55</b>
<b>3.5 Impactos Ambientales demás insumos empleados en la huerta</b> .....	<b>57</b>
<i>Figura 3.6. Análisis de Impacto Integral 308 Kg proceso “Poliestireno Expandible”</i> .....	58
<i>Figura 3.7. Análisis de Impacto Integral 97 Kg proceso “Disposición del Polipropileno al Relleno Sanitario”</i> .....	59
<i>Figura 3.8. Análisis de Impacto Integral 46 Kg proceso “Resina de Polietileno de Baja Densidad”</i> .....	60
<i>Figura 3.9. Análisis de Impacto Integral 1920 Kg proceso “Resina de Polietileno de Alta Densidad”</i> .....	61
<i>Figura 3.10. Análisis de Impacto Integral 1166 Kg proceso “PET Bottles”</i> .....	62
<i>Figura 3.11. Análisis de Impacto Integral 768 Kg proceso “Cal Viva”</i> .....	62
<i>Figura 3.12. Análisis de Impacto Integral 2304 Kg proceso “Soap RER”</i> .....	63
<b>CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES</b> .....	<b>64</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>67</b>

# **CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO, JUSTIFICACIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El DPS se encuentra certificado bajo un Sistema de Gestión Ambiental basado en los requisitos de la norma ISO 14001:2004. En su despliegue general, ha definido los siguientes objetivos ambientales: lograr ecoeficiencia en las acciones institucionales de carácter administrativo y misional; reducir el consumo de papel y recursos consumibles asociados a la gestión documental; reducir el uso de energía eléctrica en la operación administrativa; reducir el consumo de agua potable en la operación; prevenir sanciones ambientales por proyectos de infraestructura y otros programas misionales.

Para conseguir estos objetivos, ha desarrollado los siguientes programas de gestión: programa cero papel; programa uso eficiente de la energía; programa manejo de residuos sólidos; programa uso eficiente del agua y plan de gestión integral en obra (exclusivo para proyectos de construcción de obras civiles).

Como puede apreciarse, los objetivos y los programas se han desarrollado bajo un enfoque general de la operación de esta entidad del Estado Colombiano; pero no se observan objetivos o programas que aborden problemáticas ambientales específicas de los programas como Seguridad Alimentaria y Nutrición, lo cual denota una debilidad en el nivel de detalle de los análisis de los aspectos ambientales de la operación; que podrían resolverse con las metodología del análisis del ciclo de vida expuestas en este trabajo.

Adicionalmente en las huertas caseras se emplean fertilizantes caseros que contienen cal y fertilizantes industrializados que contienen salmonella, la cal en su proceso de calcinación emite

gases de combustión y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), las partículas que desprende la cal pueden acumularse en los pulmones con graves consecuencias respiratorias a largo plazo y la salmonella es una bacteria que puede afectar la salud humana por contaminación cruzada. Para el control de plagas emplean sulfato de cobre, clasificado como nocivo por ingestión por ser un fuerte irritante para la piel y las membranas mucosas, es peligrosa para el ambiente debido a que la “sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos, en la cadena alimentaria referida a los seres humanos tiene lugar bioacumulación, por lo tanto se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente” (Servicio de Sanidad Ambiental, 2008, p.6).

Teniendo en cuenta lo anterior, la investigación busca analizar los impactos ambientales y proponer recomendaciones que puedan ser empleadas por el Departamento Administrativo para la Prosperidad Social en el mejoramiento de su desempeño ambiental, tomando como ejemplo el cultivo de las huertas caseras manejadas bajo la línea de intervención ReSA Urbano en la Ciudad de Tunja, Barrio El Dorado Departamento de Boyacá, mediante un cultivo representativo como la lechuga; pudiendo el DPS emplear esta metodología para afinar las herramientas de su Sistema de Gestión Ambiental en otras de sus actividades.

“El Decreto 4155 de 2011 transformó la Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional, Acción Social, en Departamento Administrativo para la Prosperidad Social (DPS), perteneciente al Sector Administrativo de Inclusión Social y Reconciliación” (DPS, 2013, p.5).

El DPS presenta al país la Subdirección de Seguridad Alimentaria y Nutrición (SSAN), cuya actividad es fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional de la población objetivo del Sector de la Inclusión Social y la Reconciliación (grupo de personas pobres, vulnerables, y víctimas de



la violencia). La SSAN tiene entre sus objetivos contribuir a la consolidación de la Política Pública en Seguridad Alimentaria Nacional (SAN) a través de sus estrategias, dentro de las cuales cabe resaltar ReSA o Red de Seguridad Alimentaria, actualmente adoptada como su estrategia bandera de intervención directa con la comunidad (DPS, 2013).

El objetivo general de ReSa es mejorar el acceso y consumo de los alimentos de las familias objetivo del Sector Administrativo de Inclusión Social y Reconciliación mediante la producción de alimentos para el autoconsumo, la promoción de hábitos alimenticios saludables y el uso de alimentos y productos locales para contribuir con la disminución del hambre y el mejoramiento de la seguridad alimentaria; para alcanzar este propósito se han propuesto cuatro objetivos específicos: generar la implementación de huertas caseras hacia la producción de alimentos para el autoconsumo y fomentar hábitos y condiciones alimentarias saludables en el consumo; promover el uso de alimentos y productos locales; fortalecer los hábitos, costumbres y conductas alimentarias arraigadas y transmitidas de generación a generación; transferir conceptos y técnicas a cada uno de los diferentes multiplicadores en SAN. (DPS, 2013, p 11)

ReSA maneja cinco líneas de intervención con las que se atiende la población: ReSA Rural, ReSA Urbano, ReSA Culinaria Nativa (CUNA), ReSA Seguridad Alimentaria Comunitaria y ReSA Enfoque Diferencial Étnico. Durante el 2012 fueron atendidas con las líneas de intervención 38.970 familias en 114 municipios y 20 departamentos del país, la inversión total fue de 13.713 millones de pesos de los cuáles el DPS aportó un 75% (10.336 millones). (Boletín de Estadísticas SSAN junio 2013)

La metodología de ReSA tiene la Motivación como componente principal en su filosofía, el cual contempla encuentros que incluyen actividades lúdicas, demostrativas y participativas que

buscan la generación y/o fortalecimiento de conocimientos, capacidades y habilidades conducentes a motivar el “cambio de actitud” en las familias participantes. En estos encuentros se resalta la importancia de la producción de alimentos para el autoconsumo que contribuyan al ahorro por la vía del no gasto, la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales, el rescate de variedades locales, implementar prácticas de producción amigable con el ambiente en el desarrollo de las huertas caseras, prácticas relacionadas con la conservación y recuperación de suelos, y prácticas de manejo adecuado de los residuos (DPS, 2013).

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Vemos que la línea de intervención ReSA Urbano durante el 2012 atendió un mayor número de familias (11.700), en comparación con la línea de intervención ReSA Rural (2.190) (Boletín de Estadísticas SSAN junio 2013). El objetivo para las dos líneas de intervención consiste en mejorar el acceso y el consumo de los alimentos mediante la implementación de huertas donde las familias adscritas al proyecto producen alimentos, en la actualidad el DPS se encuentra certificado bajo un sistema de gestión ambiental que no tiene en cuenta los impactos ambientales generados por las líneas de intervención, solamente contempla los residuos derivados de la operación administrativa.

Ahora bien, en la evaluación nacional del programa ReSA, Corrales, Forero & Maya (2007) encontraron que ha habido continuidad en la elaboración y utilización del abono orgánico debido a que los productos cultivados así, son más limpios, sanos y no tienen que comprar productos químicos, sin embargo no especifican acerca el uso de pesticidas o elementos naturales opcionales para contrarrestar las plagas en los cultivos.

Esta tesis pretende optimizar el desarrollo de las huertas, desde un punto de vista de impacto ambiental a través de la aplicación del Análisis del Ciclo de Vida, los resultados se organizan y estructuran en unas estrategias de carácter ambiental enmarcadas en el desarrollo sostenible para la línea de intervención ReSa Urbano del Departamento para la Prosperidad Social (DPS) de Colombia. Lo anterior es un aporte que contribuye al fortalecimiento de la política pública nacional de seguridad alimentaria beneficiando a las familias participantes, debido a que los proyectos ReSA tanto urbano como rural manejan la misma estructura de desarrollo e implementación.

Adicionalmente, la implementación de la metodología del Análisis del Ciclo de Vida para determinar el impacto ambiental de la línea de intervención ReSA Urbano concretado en el presente documento, constituye un ejemplo práctico cuyo resultado le brinda al Departamento para la Prosperidad Social instrumentos para mejorar su desempeño ambiental, y afinar las herramientas de su Sistema de Gestión Ambiental en otras de sus actividades.

La tecnología innovadora utilizada a través del software SimaPro 8 permite analizar el impacto ambiental de forma integral, su fácil manejo y resultados confiables debido a su completa base de datos lo convierte en un programa computarizado dinámico, rápido y efectivo, complementario en el desarrollo de la metodología del ACV. Teniendo en cuenta lo anterior, el desarrollo de esta investigación sienta base en la Subdirección de Seguridad Alimentaria y Nutricional del Departamento para la Prosperidad Social, al identificar una herramienta que proporcionar resultados instantáneos en la medición de los impactos ambientales.

La investigación es pertinente porque mediante la aplicación del ACV se identifican y cuantifican los impactos ambientales generados por la línea de intervención ReSA Urbano que

aún no se han tomado en consideración, brindando oportunidades para mejorar el desempeño ambiental en las distintas etapas de su ciclo de vida, permite además optimizar los procesos productivos, seleccionar proveedores y materias primas más apropiadas ambientalmente (ISO 14040, p. 9).

## **1.3 ANTECEDENTES**

### **1.3.1 Programa de Seguridad Alimentaria**

El programa de Seguridad Alimentaria tiene sus orígenes desde 1954, año en el cual Colombia implementó programas de alimentos para la población más vulnerable con suministros traídos del exterior. En el periodo presidencial de López Michelsen (1974-1978) se sustituyeron los productos traídos del exterior por productos nacionales logrando así impulsar el Plan de Alimentación y Nutrición (PAN), aunque tuvo repercusión nacional estimulando la producción de bienestarina este finalizó cuando se realizó una alianza con el Programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI), el cual deterioró los objetivos del PAN (Castro, 2012).

En 1974 se convocó la Cumbre Nacional de la Alimentación, en la cual los gobiernos participantes proclamaron que “todos los hombres, mujeres y niños tienen derecho inalienable a no padecer de hambre y malnutrición a fin de poder desarrollarse plenamente y conservar sus facultades físicas y mentales, y cuyo objetivo fijado fue erradicar el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en el plazo de un decenio. El objetivo no se alcanzó por fallas en la formulación de políticas y la financiación; En 1996 la Cumbre Mundial de la Alimentación reunió representantes de 185 países, el objetivo es renovar al más alto nivel político el compromiso mundial de eliminar el hambre y la malnutrición y garantizar la seguridad

alimentaria sostenible para toda la población. En la Declaración de Roma se formulan siete compromisos en los que se sientan las bases para conseguir una seguridad alimentaria sostenible para todos, en el Plan de Acción se exponen los objetivos y las medidas pertinentes para poner en práctica los siete compromisos (Diouf, 2012).

Una acción concreta del Estado fue el Plan Nacional de Alimentación y Nutrición (PNAN) 1996-2005, aprobado mediante documento Conpes 2847 de 1996 cuyo objetivo fue contribuir al mejoramiento de la situación alimentaria y nutricional de la población colombiana, la evaluación del PNAN, identificó la necesidad de una institucionalidad más fuerte para la ejecución de programas de seguridad alimentaria. (Evaluación del Plan de Alimentación y Nutrición (PNAN) 1996-2005)

La presencia de grupos armados violentos, en las zonas rurales, forzó a un número importante de pobladores a migrar del campo a la ciudad obligándolos a dejar atrás sus pertenencias. De esta forma llegaron a las ciudades sin trabajo, ni oportunidades, ni ahorros que los ayudaran a sobrevivir. Quienes se quedaban en el campo tenían dificultades y riesgos para adelantar sus actividades económicas y sociales, vender sus productos y obtener los ingresos necesarios para mantener a sus familias. Por lo anterior a mediados del 2003 el gobierno Colombiano creó el programa Red de Seguridad Alimentaria (ReSA) a través de la Agencia Gubernamental Acción Social, hoy día se denomina Departamento para la Prosperidad Social (DPS), el programa busca generar un cambio de actitud en las familias vulnerables y/o vulneradas por la violencia, impulsando proyectos productivos de generación de alimentos para el autoconsumo, con el propósito de estimular la permanencia en el campo de la población en riesgo de desplazamiento y/o permitir el retorno de la población desplazada a sus tierras. Con estas acciones se propende

por el fortaleciendo de la actividad económica principal del predio y el mejoramiento de la calidad de vida de la población más vulnerable. (Fedesarrollo-Acción Social, Perfetti, 2007, p. 22)

Por su parte el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 reconoce la importancia de formular una política de seguridad alimentaria y nutricional como una de las estrategias para lograr la garantía de los derechos fundamentales, económicos y sociales; el fortalecimiento del capital humano, de las condiciones regionales de desarrollo y paz, de la institucionalidad del Estado y la reducción de la pobreza. El Conpes Social 113 de 2008 fija la Política Nacional de Seguridad Alimentaria (SAN), la cual tiene como fin que todas las personas tengan una alimentación suficiente, oportuna y adecuada; como ejes de política: la disponibilidad, el acceso, el consumo, el aprovechamiento biológico, la calidad y la inocuidad de alimentos.

En la actualidad el DPS ha desarrollado una Subdirección Técnica especializada en Seguridad Alimentaria y Nutricional o SSAN, quienes trabajan en la formulación, implementación, coordinación, articulación y seguimiento de políticas y acciones que fortalezcan la Política Pública de Seguridad Alimentaria y Nutricional en los territorios, concretado a través del programa ReSA. (Boletín de Estadísticas SSAN, 2013)

A partir de una evaluación nacional del programa ReSA, los autores encuentran, que el impacto más sobresaliente es el cambio de actitud en las familias participantes del programa, quienes declaran que gracias a esta acción institucional han mejorado notablemente sus prácticas alimentarias, lo anterior se evidencia en el consumo de una mayor variedad de alimentos (frutas, hortalizas); ha calado fuertemente la idea de los beneficios de una alimentación sana, sobretodo relacionándola con el hecho de que se produzca sin químicos, ha habido continuidad en la elaboración y uso de abonos orgánicos, lo cual se debe a que los beneficiarios encuentran que los

productos cultivados así son más limpios y sanos, además de que no tienen que comprar productos químicos (Corrales, Forero & Maya, 2007).

La aplicación del Análisis del Ciclo de Vida en la producción de alimentos mediante la implementación de huertas caseras es inexistente, esta tesis pretende contribuir mediante esta metodología al análisis y optimización de las huertas, desde un punto de vista de impacto ambiental. Los resultados se organizan y estructuran en unas estrategias de carácter ambiental para el programa de seguridad alimentaria del DPS.

### **1.3.2 Desarrollo de la metodología del ACV en la producción Agrícola**

**1993** Se realizó el primer seminario en ACV de agricultura (Weidema 1993).

**1995** En Europa se realizaron algunos proyectos de adaptación de la metodología del ACV, a

**1997** mediante la acción concertada “Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment for Agriculture” (Audsley, 1997), se investigó como el ACV puede ser aplicado a la producción agraria, estableciendo las primeras pautas para su aplicación en la agricultura e identificando las dificultades metodológicas que requieren una investigación más profunda.

**1996** Primera conferencia internacional en aplicación de ACV en agricultura, alimentación y producción agroindustrial y forestal (Ceuterick 1996).

El Ministerio de Agricultura de Holanda encargó un estudio que dio como resultado un suplemento (Wegener Sleeswijk y col., 1996) a la normativa “LCA Guide” (Heijungs y col., 1992), con el fin de ofrecer una metodología uniforme para analizar los impactos ambientales de los productos agrarios.

El trabajo de aplicación de ACV en cultivos de Weidema y Col (1996), en el cual se

analiza el impacto ambiental que produce el cultivo de trigo comparando tres sistemas productivos, intensivo, orgánico e integrado, concluyendo que el tipo de cultivo orgánico de trigo es preferible desde el punto de vista de las categorías de impacto ambiental de calentamiento global, ecotoxicidad y toxicidad del agua potable, pero es peor para la eutrofización y la toxicidad humana del aire. El sistema intensivo es preferible teniendo en cuenta los indicadores fotoquímico y agotamiento de ozono.

**1997** En noviembre de 1997 se inició con una duración de dos años, otra acción concertada en el ámbito europeo, “An Environmental Study –LCA network on Foods”, (olsson, 1999) que dio lugar a la constitución del grupo LCANET-Food dedicado al estudio y promoción del ACV como metodología para su aplicación en los productos alimentarios, encontrándose entre sus objetivos la constitución de una red europea para la utilización del ACV en la cadena alimentaria y promover la formación de una base de datos europea para la aplicación del ACV en alimentación.

**1998** Segunda conferencia internacional sobre la aplicación del ACV en el sector agroalimentario, y producción agroindustrial, desarrollado en Bruselas, Bélgica (Ceuterick 1998), en las cuales predominaron los temas relacionados con los sectores más extensivos, agricultura orgánica versus convencional (Geier y col., 1998). En los aspectos metodológicos destacan los trabajos sobre distribución de las cargas ambientales en el caso de co-productos y propuestas de indicadores a utilizar, principalmente aquellos que tienen en cuenta el uso del suelo (Junbluth y col., 2003, Peters y col., 2003).

**2000** Basado en la metodología del ACV, Jungbluth (2000) lleva a cabo en su tesis una investigación en la que se propone ayudar al consumidor suizo a considerar los aspectos ambientales en la decisión del producto a comprar. Su estudio se centró en productos



cárnicos y hortalizas. Las conclusiones a las que llega son que el transporte transoceánico y la calefacción de invernaderos son los factores que implican una mayor carga ambiental, por el contrario el empaquetado, método de conservación y consumo son de importancia menor frente al origen de los productos agrarios. Otra aplicación del ACV se encuentra en el trabajo de Jolliet (1993) para cultivo de tomates, en él se valoran varias técnicas de cultivo en invernadero: con calefacción, iluminación artificial y fertilización carbónica, cuantificando así mismo el transporte. Los resultados muestran que la calefacción y la iluminación son las técnicas que producen mayor impacto ambiental.

**2003** Milà (2003) destaca la importancia del estudio de los factores locales en el ACV de los productos agrícolas, en la comparación entre cultivo integrado y orgánico de manzanas, Milà subraya como no necesariamente el cultivo orgánico resulta más ecológico. Las explotaciones orgánicas evaluadas, si bien reducen impactos de toxicidad debido a la no utilización de plaguicidas, producen un mayor daño ambiental debido al uso de maquinaria, y por lo tanto más energía consumida y emisiones producidas.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Identificar los impactos ambientales de la línea de intervención ReSA Urbano Tunja del Departamento para la Prosperidad Social de la República de Colombia, en aras de proponer recomendaciones de mejoramiento ambiental en el desempeño de esta actividad y mostrar al DPS una metodología para mejorar sus procedimientos de identificación de aspectos ambientales y formular soluciones de control operacional ambiental en el marco del Desarrollo Sostenible.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los impactos ambientales de la línea de intervención ReSA Urbano a través de la metodología del Análisis del Ciclo de Vida propuesto por la norma NTC ISO 14040.
- Establecer unas recomendaciones que permitan el mejoramiento del desempeño ambiental de la línea de intervención ReSA Urbano del Departamento para la Prosperidad Social.

## **CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV)**

### **2.1 Conceptos claves en el marco del programa ReSA y relacionados con el ACV**

**Huerta Casera** La huerta casera orgánica tiene sus orígenes en Japón en los años 1930, se ha convertido en una forma natural y económica de cultivar hortalizas en espacios reducidos (Ortegate Quiroga, Montañez, 2010). En Tunja las huertas caseras urbanas han ido en aumento gracias a la iniciativa del Departamento para la Prosperidad Social a través de la línea de intervención ReSA Urbano, proyecto que beneficia a 2010 familias pertenecientes a los estratos 1 y 2, quienes recibirán ayudas destinadas a paliar las difíciles condiciones económicas y alimentarias según lo señalado por el Secretario de Desarrollo, Luis Gerardo Arias (HSB noticias, 2013), los patios y terrazas de las familias adscritas al proyecto en Tunja son medianamente grandes lo cual les permite cultivar directamente en el suelo especies frutales como el mango, la guanaba y la papaya, hortalizas como la acelga, la lechuga y el tomate, y especies aromáticas como el toronjil y la valeriana, entre otros; en las huertas la siembra se da también mediante la utilización de los envases de gaseosa tipo PET 2,5 litros reciclados y bolsas plásticas especiales entregadas por el DPS para armar sistemas tubulares verticales y cojines donde cultivan las plántulas maximizando el espacio disponible de sus patios.

**Gestión Ambiental.** Proceso que está orientado a resolver, prevenir y/o mitigar los problemas ambientales, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible. Conjunto de decisiones y actividades dirigidas al logro del desarrollo sostenible, a través de un manejo ordenado y sistémico del ambiente y del uso racional de los recursos naturales y comunitarios ([www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)).

**Huella de Carbono.** La Huella de Carbono es la cantidad de CO<sub>2</sub> que se libera a la atmósfera debido a las diferentes actividades humanas tales como el transporte, uso de equipos eléctricos, alimentación, entre otras, que contribuyen con el calentamiento global (Guía para el cálculo de huella de carbono en eventos, DPS, 2012). El concepto Huella de Carbono en una organización o en un sistema de producción es un término que quiere describir el impacto total que la organización o el sistema de producción tiene sobre el clima a raíz de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a la atmósfera. Para cuantificar dicha huella se aplica un determinado protocolo de estimación. (Guía Práctica para las Emisiones de GEI, 2011)

**Gases de Efecto Invernadero (GEI).** Son los gases que atrapan el calor en la atmósfera, de esta manera contribuyendo al calentamiento global. Normalmente cuando la radiación solar (luz y calor del sol) llega a la superficie de la Tierra, una parte se refleja, pasa de nuevo por la atmósfera y sale al espacio. Los gases de efecto invernadero permiten que esta radiación entre a la atmósfera pero ya no dejan que salga, es decir, atrapan el calor dentro de la atmósfera. En una situación normal, la cantidad de energía solar que entra y la que sale debe ser más o menos igual, manteniendo así la temperatura del planeta estable. Pero desde la revolución industrial hace aproximadamente 150 años, los niveles de varios gases invernadero han subido un 25 por ciento. Algunos de los gases de efecto invernadero ocurren en la naturaleza (vapor del agua, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso) y otros son producidos exclusivamente por el hombre (los

aerosoles, por ejemplo). Los procesos naturales absorben una parte de los gases de efecto invernadero, pero las actividades industriales resultan en una sobrecarga para los mecanismos naturales (Guerrero, 2014).

Cuando hablamos de gases de efecto invernadero nos referimos a  $\text{CO}_2$  equivalentes ( $\text{CO}_2$  eq), que incluye los seis gases de efecto invernadero recogidos en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido de nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) (Guía Práctica para las Emisiones de GEI, 2011). **El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )** es el principal gas emitido por las actividades humanas y se produce por la quema de combustible para energía (petróleo, gas natural y carbón), también es un producto secundario de algunos procesos químicos, como la manufactura del cemento. Se estima que las actividades humanas contribuyen 6.1 mil millones de toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera cada año, más del doble de lo que la naturaleza puede neutralizar. **El metano ( $\text{CH}_4$ )** se emite en la producción y transporte de los combustibles fósiles, la descomposición de la basura y en los procesos agrícolas como la ganadería. Representa el 9% de la producción de gases invernadero por los seres humanos. **El óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )** es un producto de las actividades agrícolas e industriales, especialmente la producción y uso de fertilizantes, además de la quema de los combustibles fósiles. Representa el 5% de la producción de gases invernadero por los seres humanos. **Los gases fluorados, HFC, PFC,  $\text{SF}_6$**  son gases potentes que se producen en varias actividades industriales y en los aerosoles; cantidades muy pequeñas pueden causar mucho daño al ambiente, ya que estos gases no ocurren en la naturaleza (Guerrero, 2014).

**Seguridad Alimentaria y Nutricional.** Según Conpes Social 113 de 2008 es la disponibilidad

suficiente y estable de alimentos, el acceso, el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad para todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, que contribuyan a llevar una vida saludable y activa.

**Desarrollo Sostenible.** Según Art. 3° Ley 99 de 1993 el desarrollo sostenibles es aquel que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales en que se sustenta, ni deteriorar el ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

**Aspecto Ambiental.** “Elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el ambiente. Está asociado por tanto directamente al producto. Por ejemplo, consumo de energía, generación de residuos”. (NTC 14040, p. 2)

**Ciclo de vida.** “Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema del producto (conjunto de procesos unitarios), desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final”. (NTC 14040, p. 2)

**Análisis del Ciclo de Vida (ACV).** “Recopilación y evaluación de todas las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida”. (NTC 14040, p. 2)

**Carga Ambiental.** Cantidad de materia y/o energía emitida al ambiente y que conlleva un efecto adverso. La realización de un inventario implica la contabilidad de cargas ambientales correspondientes a todas las entradas y salidas de las diferentes etapas de la vida del producto (FUNIBER. Análisis del Ciclo de vida de materiales, productos y servicios, p. 12).

**Flujo Elemental.** Materia o energía que entra al sistema bajo estudio, que ha sido extraído del

medio ambiente sin una transformación previa por el ser humano, o materia o energía que sale del sistema bajo estudio, que es liberado al medio ambiente sin una transformación previa por el ser humano. (NTC 14040, p. 2)

**Flujo Intermedio.** Flujo del producto, de materia o energía que ocurre entre procesos unitarios del sistema del producto bajo estudio. Son ejemplos de flujos elementales que entran a un proceso unitario: el petróleo crudo en el suelo y la radiación solar. Ejemplo de flujos elementales que salen de un proceso unitario son las emisiones de aire, al agua y la radiación. Ejemplos de flujos intermedios de productos son los materiales básicos y los sub-ensambles. (NTC 14040, p. 2)

**Procesos Unitarios.** Los sistemas de producto se dividen en un conjunto de procesos unitarios. Los procesos unitarios se conectan entre sí por flujos de productos intermedios o de desecho, o ambos para tratamiento, hacia otros sistemas de producto (por flujos de producto), o al ambiente (por flujos elementales), de productos son los materiales básicos y los sub-ensambles. (NTC 14040, p. 2)

## **2.2 Análisis del Ciclo de Vida (ACV)**

El análisis del ciclo de vida (ACV) estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo del ciclo de vida de un producto.

El ciclo de vida considera toda la “historia” del producto, desde su origen como materia prima hasta su final como residuo. Se tienen en cuenta todas las fases intermedias como transporte y preparación de materias primas, manufactura, transporte a mercados, distribución, uso, etc.

En un ACV completo se atribuyen a los productos todos los efectos ambientales derivados del consumo de materias primas y de energías necesarias para su manufactura, las emisiones y

residuos generados en el proceso de producción, así como los efectos ambientales procedentes del fin de vida del producto cuando este se consume o no se puede utilizar.

El ACV consiste por tanto en un tipo de contabilidad ambiental en la que se cargan a los productos los efectos ambientales adversos, debidamente cuantificados, generados a lo largo de su ciclo de vida (Antón, 2004, p.45).

La complejidad del ACV requiere un protocolo al cual deberá ajustarse, el cual se encuentra establecido en la normativa elaborada por la norma NTC ISO (International Standards Organisation). En 1994 se estableció dentro de ISO el comité técnico TC207 relacionado con la normalización de herramientas ambientales, incluido el Análisis del Ciclo de Vida. En la actualidad se han elaborado cuatro normativas relacionadas con el ACV:

- ISO 14040 (1997): especifica el marco general, principios y necesidades básicas para realizar un estudio de ACV, no describiéndose la técnica de Análisis de Ciclo de Vida en detalle.
- ISO 14041 (1998): en esta normativa se especifican las necesidades y procedimientos para elaborar la definición de los objetivos y el alcance del estudio y para realizar, interpretar y elaborar el informe del Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (AICV).
- ISO 14042 (2000): en ella se describe y se establece una guía de la estructura general de la fase del análisis y Evaluación de los Impactos Ambientales a través de todo el Ciclo de Vida del producto (AICV).
- ISO 14043 (2000): esta normativa proporciona las recomendaciones para realizar la fase de interpretación de un ACV o los estudios del Inventario del Ciclo de Vida, en ella no se especifican metodologías determinadas para llevar a cabo esta fase.

## 2.3 Metodología

De acuerdo con la metodología propuesta por la normativa ISO 14040 un proyecto de ACV puede dividirse en cuatro fases: la definición del objetivo y el alcance del estudio, el análisis del inventario, la evaluación del impacto, y la interpretación. Tal y como lo ilustra la figura 2.1 estas cuatro fases no son simplemente secuenciales. El Análisis del Ciclo de Vida es una técnica iterativa o repetitiva, que permite ir incrementando el nivel de detalle en sucesivas iteraciones.

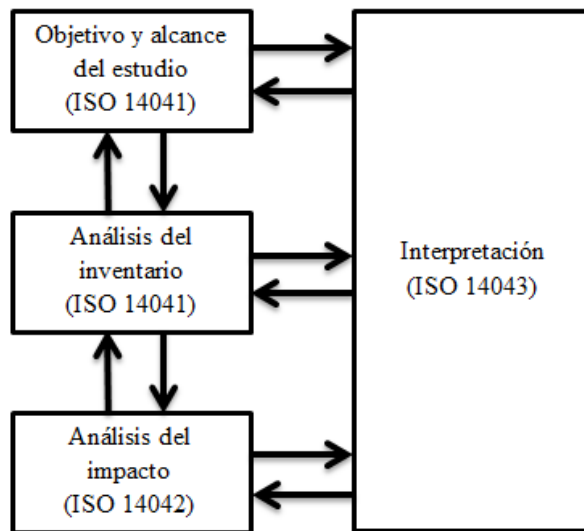


Figura 2.1: Las fases de un ACV de acuerdo a ISO 14040

### 2.3.1 Objetivo y alcance del estudio. Fase 1.

El objetivo de un ACV establece el tema del estudio, las razones para realizar el estudio y las personas a quienes se prevé comunicar los resultados del estudio (NTC-ISO 14040 numeral 5.2.1.1). El Alcance incluye los siguientes puntos:

- **El sistema del producto a estudiar:** un sistema de producto es una colección de procesos unitarios conectados por flujos de productos intermedios que efectúan una o más funciones definidas. Una descripción de un sistema de producto incluye procesos unitarios, flujos



elementales y flujos de producto a través del límite del sistema (bien sea dentro del sistema, o fuera del sistema), y flujos de productos intermedios dentro del sistema. La propiedad esencial de un sistema del producto está caracterizada por su función.

**-Función del sistema o producto:** se trata de la función o servicio que realiza un producto. Según Fullana y Puig (1998), la función o funciones del sistema describen las características de operación del mismo. Algunos ejemplos de función son: producir alimentos; o transformar una determinada materia prima hasta convertirla en un producto comercializable y utilizable.

**-Unidad funcional:** es el elemento mediante el cual la función principal del sistema se puede medir. Por ejemplo, en el caso de los sistemas agrícolas la principal función es la producción de alimentos (Audsley, 1997), en este caso se considera como unidad funcional un kilo de producto fresco. Uno de los propósitos principales de una unidad funcional es suministrar una referencia con respecto a la cual se normalizan (en sentido matemático) los datos de entrada y de salida. Habiéndose definido la unidad funcional, se debe medir la cantidad de producto que es necesaria para cumplir la función. El resultado de esta medición es el flujo de referencia, el cual se usará para calcular las entradas y salidas del sistema.

**-Los límites del sistema:** definen qué componentes y operaciones deben ser inventariadas y evaluadas y que parámetros ambientales han de ser considerados en el estudio (FUNIBER. Análisis del Ciclo de vida de materiales, productos y servicios, p. 20).

### **2.3.2 Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (AICV). Fase 2**

Se refiere a la recolección de los datos y a los procedimientos de cálculo. Consiste en establecer un balance detallado y completo de energía, materia y demás elementos utilizados para cada una

de las tecnologías, recopilando datos y realizando los cálculos pertinentes para cuantificar de manera exhaustiva todas las entradas y salidas del proceso utilizado (IDAE, 2004). Para ello, el análisis de inventario se apoya en el denominado “árbol de procesos” (Figura 2.2).

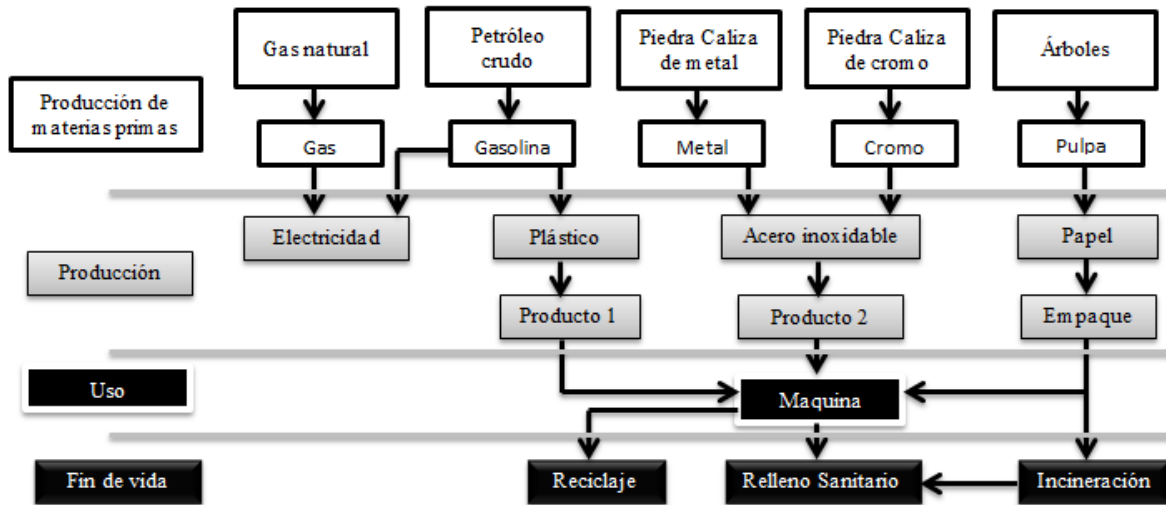


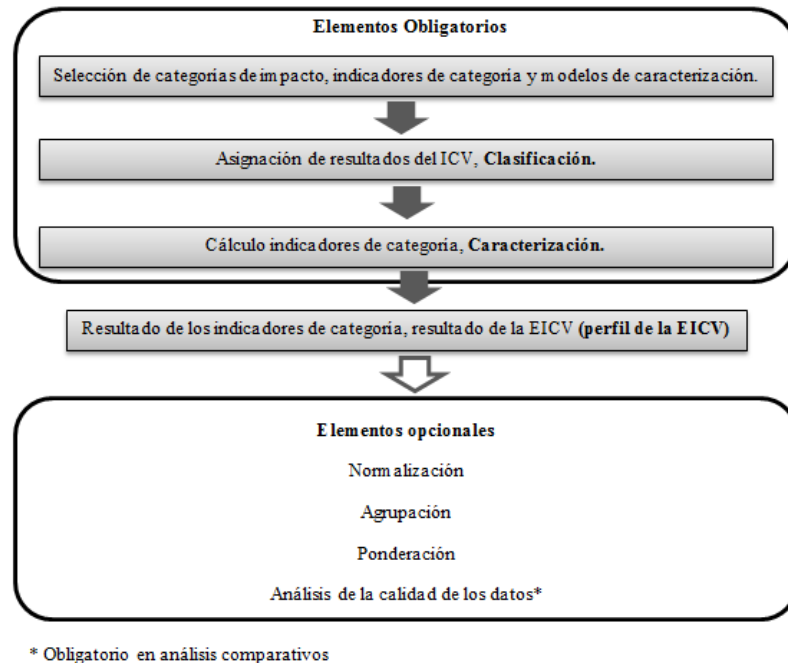
Figura 2.2: Ejemplo árbol de procesos del ciclo de vida de un producto. Fuente: Suppen y Van Hoof, 2005.

### 2.3.3 Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV). Fase 3

Su finalidad es interpretar los inventarios generados en la etapa anterior, asignando a cada una de las salidas o corrientes residuales su importancia relativa en la contribución a cada una de las categorías de impacto consideradas (FUNIBER. Análisis del Ciclo de vida de materiales, productos y servicios, p. 29).

En primer lugar, se clasifican cada una de las salidas o sustancias contaminantes identificando el impacto o impactos a los que contribuye. Luego se aplican diferentes factores de caracterización, normalización y evaluación, que posibilitan la contabilización normalizada y global de impactos (IDEA, 2000). La estructura de la Fase de EICV viene determinada por la normativa ISO 14042, distinguiendo entre elementos obligatorios que convierten los resultados del AICV en resultados de los indicadores. Además, existen elementos opcionales para la normalización, la agrupación o

la ponderación de los resultados de los indicadores, así como técnicas de análisis de la calidad de los datos. (Figura 2.3).



\* Obligatorio en análisis comparativos

**Figura 2.3:** Elementos obligatorios y opcionales del EICV de acuerdo (ISO 14040)

Los elementos considerados obligatorios son:

- 1. Selección de las categorías de impacto, indicadores de categorías y de los modelos de caracterización.** La norma ISO 14042, define categoría de impacto como la “clase representativa de variables medioambientales a la que se pueden asignar los resultados del inventario”. Cada categoría de impacto, por ejemplo, calentamiento global, precisa de una representación cuantitativa o indicador de la categoría (emisión de ácido equivalente). La suma de las diferentes intervenciones ambientales para una misma categoría, se hará en la unidad del indicador de categoría. *La tabla 2.1* muestra algunas categorías de impacto y sus indicadores correspondientes.

2. **Clasificación:** En este paso se asignan las cargas ambientales obtenidas en el inventario (AICV) a las distintas categorías de impacto según el tipo de efecto ambiental esperado. Las características más importantes de la clasificación son:

- a) **Totalidad.** La lista tiene que cubrir todos los problemas ambientales de relevancia.
- b) **Practicabilidad.** La lista no tiene que incluir muchas categorías.
- c) **Independencia.** Las categorías han de ser mutuamente independientes para evitar la doble compatibilidad (FUNIBER. Análisis del Ciclo de vida de materiales, productos y servicios, p.33)

CATEGORÍA DE IMPACTO	INDICADOR DE IMPACTO
Calentamiento global	$Kg CO_2 eq$
Agotamiento de recursos	$Kg Sb eq$
Destrucción de la capa de ozono	$Kg CFC - 11 eq$
Toxicidad humana	$Kg 1,4 - diclorobenceno eq$
Acidificación	$Kg SO_2 eq$
Eutrofización	$Kg PO_2 eq$

*Tabla 2.1: Categorías de impacto e indicadores correspondientes. Fuente: Análisis de ciclo de vida de plantas termosolares para producción de electricidad en España.*

3. **Caracterización:** es el paso cuantitativo en el que se evalúa la contribución relativa de cada entrada y salida en su categoría de impacto asignado y se totalizan las contribuciones dentro de cada categoría. En otras palabras, se determina el efecto que realmente produce una carga ambiental, la cual no depende solamente de la cantidad de contaminante emitida sino también de la diferente capacidad de cada uno de los impactos para producir daño.

También existen una serie de elementos opcionales que pueden ser utilizados dependiendo del objetivo y alcance del estudio de Análisis del Ciclo de Vida:

1. **Normalización,** se define como la contribución relativa de cada efecto ambiental a las

cargas totales del producto o proceso en estudio. Esta acción es necesaria debido al hecho de que los valores que se obtienen durante la caracterización están expresados en diferentes unidades y magnitudes. Por ejemplo, si hablamos de calentamiento global, nos referimos a magnitudes del orden de millones de toneladas, mientras que en el caso de la disminución de la capa de ozono, se trabaja en toneladas. En consecuencia, no es posible comparar ambas categorías de impacto de forma directa. Por esta razón se recurre a los factores de normalización (FUNIBER. Análisis del Ciclo de vida de materiales, productos y servicios, p. 37).

2. **Agrupación**, clasificación y posible catalogación de los indicadores.
3. **Ponderación**, consiste en establecer unos factores que otorgan una importancia relativa a las distintas categorías de impacto para después sumarlas y obtener un resultado ponderado en forma de un único índice ambiental global del sistema.
4. **Análisis de la calidad de los datos**, ayudará a entender la fiabilidad de los resultados del AICV. Se considerará obligatorio en análisis comparativos.

#### **2.3.4 Interpretación Análisis del Ciclo de Vida. Fase 4**

En esta fase se combinan los resultados de análisis del inventario con la evaluación de impacto. Los resultados pueden dar lugar a conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones. Permite determinar en qué fase del ACV se generan las principales cargas ambientales y, por tanto, que puntos del sistema evaluado pueden o deben mejorarse. En el caso de comparación de distintos productos y/o servicios para un mismo fin, se podrá determinar cuál presenta un mejor comportamiento ambiental.

La metodología para establecer las cargas o daño ambiental causado por el uso de los insumos y/o los materiales correspondientes a las Etapas del proceso de cultivo de lechuga se determinan

a través de la Huella de Carbono expresada en *Kg CO<sub>2</sub> eq* o Gases de Efecto Invernadero que incluyen el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). El cálculo se realiza mediante la herramienta Tool\_Transport.xls de GHG Protocol y el software SimaPro de la Compañía Pré-Consultants. Los resultados arrojados mayores de 10 toneladas superan el límite de aceptación para los gases de efecto invernadero, por lo anterior se requiere diseñar estrategias de intervención que reduzcan el impacto ambiental permitiendo el desarrollo sostenible de proyecto ReSA Urbano Tunja.

### **2.3.5 Limitaciones metodología Análisis del Ciclo de Vida según la Norma NTC ISO 14040**

Según la norma ISO 14040 todas las técnicas tienen limitaciones, es importante entender las que existen en el Análisis del Ciclo de Vida según metodología propuesta por la norma NTC ISO 14040.

- La naturaleza de las selecciones y suposiciones que se hacen al establecer los límites de un sistema, la selección de las fuentes de datos y las categorías de los impactos pueden ser subjetivas.
- Los modelos utilizados para el análisis del inventario o para evaluar los impactos ambientales están limitados por sus propios supuestos, y es posible que no estén disponibles para todos los impactos potenciales o para todas las aplicaciones.
- Los resultados de los estudios del análisis del ciclo de vida enfocados hacia temas mundiales y regionales pueden ser inapropiados para las aplicaciones locales; es decir, las condiciones regionales o mundiales podrían no representar adecuadamente las condiciones locales.

- La exactitud de los estudios del análisis del ciclo de vida puede estar limitada por la falta de acceso o de disponibilidad de los datos pertinentes, o por la calidad de los datos, por ejemplo, espacios, tipos de datos, agregación, promedio, datos específicos para un sitio.
- La falta de dimensiones espaciales y temporales en los datos del inventario usados para la evaluación del impacto introduce incertidumbre en los resultados del impacto. Esta incertidumbre varía con las características espaciales y temporales de cada categoría de impacto.

No hay metodologías aceptadas de manera general para asociar de forma coherente y exacta los datos de inventario con los impactos ambientales potenciales específicos. Los modelos de categorías de impacto se encuentran en diferentes etapas de desarrollo.

## CAPÍTULO 3. ACV DEL CULTIVO DE LECHUGA

### 3.1 Definición de Objetivo y Alcance del Estudio:

**3.1.1 Objetivo.** Evaluar los impactos ambientales derivados del proceso de cultivo de lechuga en huertas caseras a lo largo de su ciclo de vida, es decir, desde el componente motivacional hasta el control fitosanitario (*ver Numeral 3.2.1 y Figura 3.1*).

Los resultados del Análisis del Ciclo de Vida son aplicados en la elaboración de unas recomendaciones de carácter ambiental enmarcadas en el desarrollo sostenible para el proyecto ReSA Urbano Tunja teniendo como público previsto la Subdirección de Seguridad Alimentaria y Nutricional y la Oficina de Planeación del Departamento para la Prosperidad Social.

### 3.1.2 Alcance

**Función del Sistema** producción de lechuga en las huertas caseras.

**Unidad Funcional** será 153 toneladas de lechuga en todo el proyecto ReSA Urbano Tunja (30 lechugas cuyo peso aproximado total son 15 kilogramos por 1920 huertas donde se cultivan).

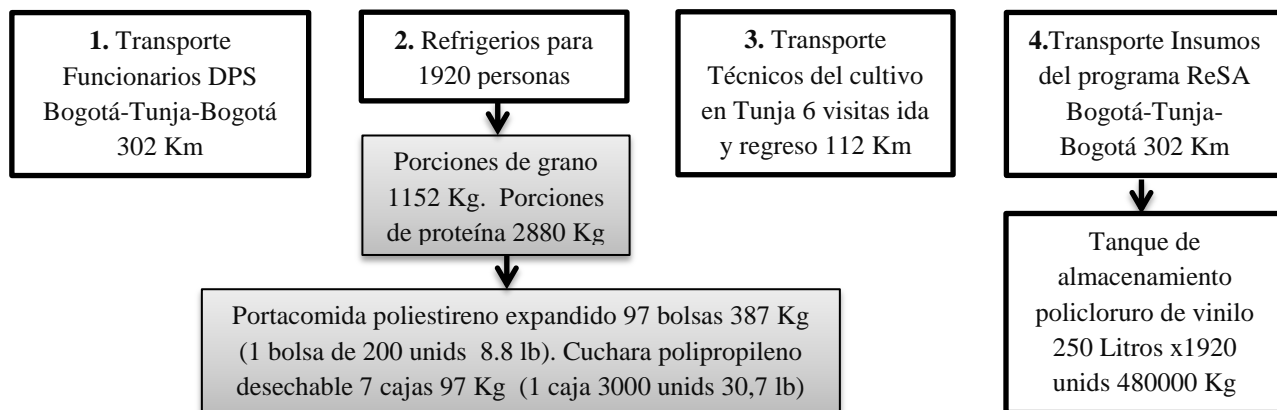
**Límites del sistema** corresponde a: los encuentros motivacionales, el montaje de la huerta, las prácticas de manejo de la huerta y el control fitosanitario teniendo en cuenta los flujos de entrada o de salida que participan en estos procesos unitarios.

La lechuga es una hortaliza de clima fresco, se cultiva durante todo el año y la raíz no sobrepasa los 25 centímetros de profundidad, se consume fresca arrancando solamente las hojas a consumir de la hortaliza sembrada directamente en la huerta, sin que ello la afecte o dañe su crecimiento.

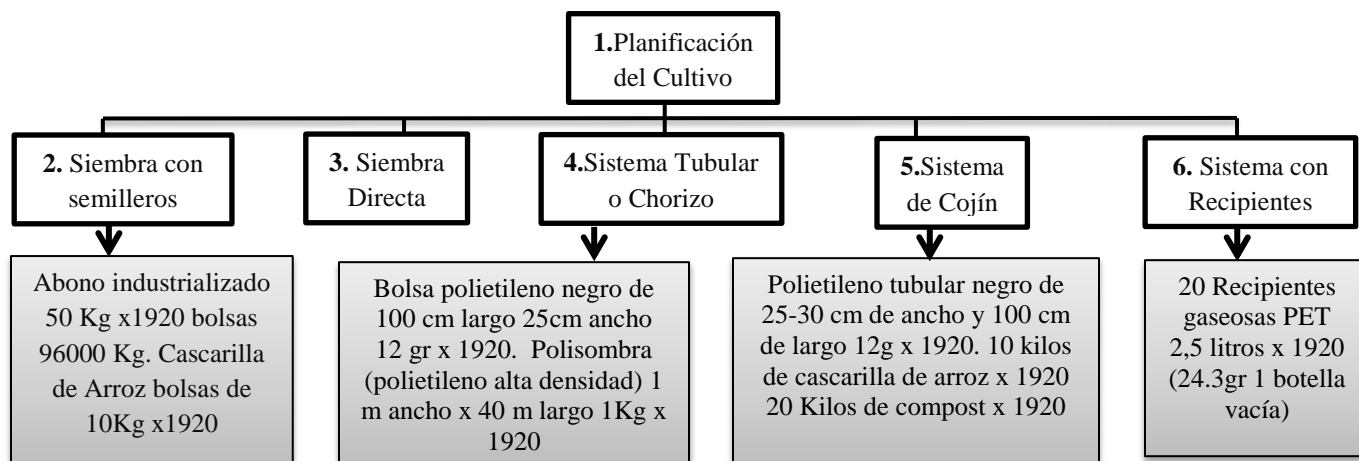
Los cultivos sembrados en las huertas se comercializan a muy baja escala entre vecinos del sector, por lo anterior la hortaliza se emplea de forma significativa para el autoconsumo.



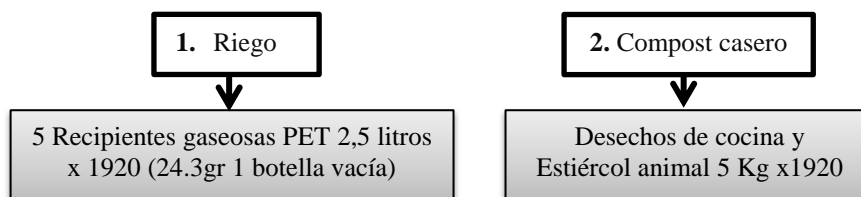
### ETAPA 1. ENCUENTROS MOTIVACIONALES



### ETAPA 2. MONTAJE DE LA HUERTA



### ETAPA 3. PRÁCTICAS DE MANEJO DE LA HUERTA



### ETAPA 4. CONTROL FITOSANITARIO

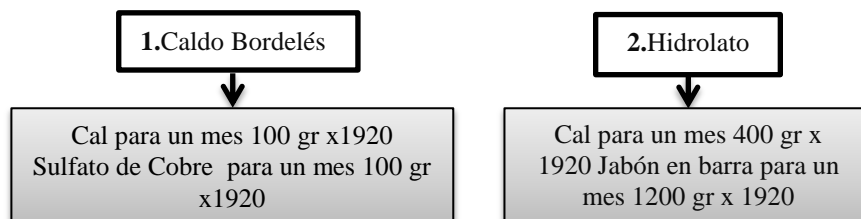


Figura 3.1 Diagrama de proceso del cultivo de lechuga.

## 3.2 Análisis del Inventario

### Descripción Procesos Unitarios

#### 1. Encuentros Motivacionales:

Son 10 sesiones realizadas por la empresa operadora, tienen como propósito generar un “CAMBIO DE ACTITUD” en las familias Participantes del Proyecto ReSA Urbano; se desarrollan a través de las siguientes temáticas en las cuales también se entregan los insumos a las familias:

- 1) *Socialización del proyecto y de la Filosofía ReSA:* Presentación del DPS, la SSAN y el operador del proyecto, Filosofía y Objetivos de la estrategia ReSA, Objetivos y Alcance del Proyecto y Técnicas de Actitud Positiva (ver lo positivo de las cosas, cuidar cuerpo y mente)
- 2) *Manejo Agroecológico de la Huerta:* Recursos naturales, Técnica de conservación de suelos, Residuos domésticos, Biocompostaje, Técnicas de fortalecimiento de autoestima. En este encuentro se hace entrega del Tanque de almacenamiento de agua de 250 litros.
- 3) *Manejo y Establecimiento de la Huerta:* Importancia de producir alimentos para el autoconsumo, Preparación y trazado de la huerta y de los distintos sistemas de siembra y métodos de propagación para la sostenibilidad de la huerta, Planificación de cultivos y cuidados de la huerta, Escalonamiento de cultivos, Manejo de la comunicación Empática. Se entregan los afiches a las familias participantes.
- 4) *Entrega de Insumos:* Tipos de insumos a entregar, Criterios de calidad de los insumos, Métodos de propagación, Sistemas de siembra, Recomendaciones para la manipulación, Entrega a satisfacción de los insumos a las familias (semillas, cascarilla de arroz).

- 5) *Salud y Nutrición*: Aprovechamiento de los alimentos producidos, Alimentación saludable, Instalación del delantal, Hábitos físicos y emocionales.
- 6) *Manejo alternativo de cultivos*: Importancia y uso de alelopatía, Preparación de, biopreparados, Manejo de plagas, Establecimiento eficiente de cultivos.
- 7) *Poscosecha y conservación de los alimentos*: Técnicas de conservación y transformación de alimentos, Métodos de cocción, Empaque y envasado, Etiquetado nutricional.
- 8) *Hábitos y estilos de vida saludable*: Higiene y manipulación adecuada de los alimentos, Hábitos y estilos de vida saludables, Importancia del ejercicio físico.
- 9) *Manejo de animales y especies menores y Control de vectores transmisores de enfermedades*: Prácticas sanitarias preventivas, Manejo de especies menores, Convivencia con animales domésticos y especies menores.
- 10) *Gestión y participación familiar y comunitaria para la seguridad alimentaria y nutricional*: Especies de vectores, comportamiento y distribución, Enfermedades transmitidas por vectores, Control y prevención de la presencia de vectores.

## **2. Montaje de la Huerta Urbana.**

Se emplean distintos sistemas de cultivo:

1. *Planificación del espacio para el cultivo*: En primer lugar se inspecciona el espacio verificando que cumpla con unas condiciones aptas para el cultivo como la disponibilidad de luz solar mínimo 6 horas, de agua para riego, protección de vientos fuertes y del tránsito de personas y animales, si es necesario hacer un cerco con los materiales disponibles como por ejemplo, trozos de madera. Se delimita y realiza un diseño sobre la distribución del cultivo de acuerdo a la utilización de recipientes en zonas duras (terrazas, patios), o la utilización de

suelos en zonas blandas (antejardines y lotes). Se desarrollan 6 visitas a partir de esta actividad.

2. *Siembra directa*: Se limpia el área de maleza, basura o escombros, con un pico se mueve la tierra para dejarla blanda, se hacen surcos en la tierra de 1 centímetro de profundidad donde se depositan las semillas a 5 centímetros de distancia entre cada una, la tierra debe mantenerse húmeda.
3. *Semillero*: Son contenedores, guacales o botellas de plástico, se prepara una mezcla de 1 taza de abono orgánico, 2 tazas de tierra negra, 1 taza de cascarilla de arroz para retener la humedad. Proteger el semillero del frío o del calor excesivo, realizar un riego suave evitando destapar las semillas y encharcamientos.
4. *Sistema Tubular o Chorizo*: Una vez germinen las plantas en el semillero, cuando tengan aproximadamente 4 hojas se trasplantan en el Chorizo o sistema tubular vertical, el cual tiene como ventaja la optimización del espacio vertical disponible sembrando más plantas por unidad de área horizontal, se construye con una bolsa plástica negra de 100 centímetros de largo x 25 centímetros de ancho calibre 8, en cada cara se ubican de manera alterna cuatro orificios para trasplante, antes de la siembra el sistema tubular debe ser regado para humedecer el sustrato. Entrega de Polisombra.
5. *Sistema de Cojín*: Germinadas las plantas en el semillero se siembran de una a dos plantas en el cojín, el cual es una estructura en plástico con capacidad para 3 plantas, se construye con un plástico tubular negro de 25-30 centímetros de ancho y 100 centímetros de largo calibre 8 con protección ultravioleta, 20 kilos de compost y 10 litros de cascarilla de arroz.
6. *Sistema de recipientes o contenedores*: son ideales para optimizar el uso de los espacios, pueden ser: guacales, botellas de gaseosa grande y canecas.

### 3. Prácticas de manejo de la Huerta Casera.

Labores para mantener el cultivo en condiciones adecuadas.

1. *Riego*: Debe estar dirigido a la raíz, se construye con varias botellas de plástico con tapa, se perfora la tapa haciendo un agujero de 2 milímetros, hacer un pequeño hueco en la base de la botella que servirá de respiradero, llenar la botella con agua, por último se coloca con la tapa dentro de la tierra en una inclinación de 45° y 90° junto al tallo de la planta.
2. *Compost casero*: Utilizando los residuos orgánicos de la cocina como la cáscara de huevo, cáscara de papa, plátano, yuca, tomate y frutas menos las cítricas. Se utiliza una bolsa perforada con agujeros de 1 a 2 centímetros de diámetro por toda la superficie y el fondo, se mezclan los residuos con agua de panela, estiércol de vaca y hojas, se dispone en un espacio abierto donde haya aireación y no reciba el sol directo.

### 4. Control Fitosanitario

Para prevenir y controlar plagas y enfermedades en los cultivos

1. *Caldo Bordelés*: Para un litro se utiliza 1 cucharada sopera de cal (25 gramos), 1 cucharada de sulfato de cobre y 1 litro de agua. Aplicar cada 7 días a las plantas el día en que fue preparado y con un rociador, es decir, por método de aspersión.
2. *Hidrolato*: Se aplica cada siete días, se fabrica con 1 litro de agua, 4 cucharadas soperas de cal y 1 Jabón Rey de 30gramos.

En invierno los cultivos son regados directamente con agua lluvia lo que ocasiona mayor proliferación de plaga, para erradicarlas se emplea un mayor control fitosanitario, en verano se utiliza el agua lluvia reciclada en los tanques de 250 litros.

#### 3.2.1 Recolección de Datos

Los datos cualitativos referentes a la etapa de Encuentros Motivacionales se obtuvieron de la guía para la intervención de la subdirección de seguridad alimentaria y nutrición del DPS 2013, los datos cuantitativos de la segunda, tercera y cuarta etapa, especificados en la *Figura 3.1* (Diagrama del proceso de cultivo de lechuga) fueron suministrados en la visita realizada a varias familias participantes del proyecto ReSA Urbano y sus respectivas huertas en Tunja.

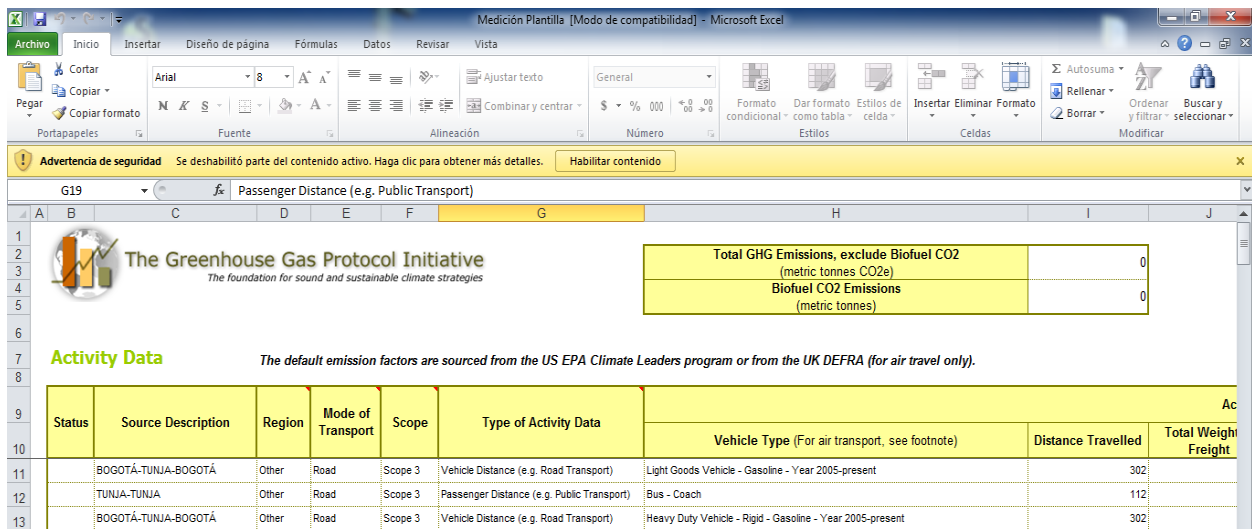
Para la precisión de datos durante el desarrollo del documento se contó con la información del funcionario del DPS Profesional Francisco Vargas y la Profesional Técnica Especializada Reynalda Guzmán funcionaria de la Operadora A.D.E.L los Dinosaurios, entidad contratada por la Alcaldía para llevar a cabo el proyecto ReSA Urbano en Boyacá.

Para el transporte de los funcionarios del DPS desde Bogotá hasta las oficinas del DPS Tunja y viceversa (una visita) se determinó 302 Km, el proyecto continua desarrollándose con técnicos especializados agropecuarios residentes en Tunja contratados por la operadora A.D.E.L Los Dinosaurios, quienes realizan 6 visitas (ida y regreso), estableciendo 112 Km desde las oficinas del DPS en el centro de Tunja, hasta el Barrio El Dorado de Tunja.

Respecto a los insumos, estos son traídos desde Bogotá y almacenados en una bodega de Tunja (302 kilómetros ida y regreso del camión).

Para el cálculo de los kilogramos de CO<sub>2</sub>eq del transporte terrestre se utilizó la plantilla suministrada por el funcionario del DPS Fabio Toquica, la cual se utilizaba en el Área de Gestión Integral y sostenibilidad ambiental del DPS para calcular la huella de carbono de eventos; dicha plantilla se basa en la herramienta “Tool\_Transport.xls” de (GHG Protocol), es una hoja de Excel (*ver imagen 3.1*) que se descarga de la página <http://www.ghgprotocol.org/> en el link “*GHG emissions from transport or mobile sources*”, al usarla solicita algunos datos del tipo de

actividad, como la distancia recorrida por el vehículo (transporte por carretera), distancia del vehículo y pasajeros (en transporte público), distancia y peso (cuando se transporta carga), cantidad de combustible si es vehículo propio, entre otros datos. GHG Protocol es el instrumento internacional de contabilidad más utilizado por líderes gubernamentales y empresariales para entender, cuantificar y gestionar las emisiones de efecto invernadero.



**Imagen 3.1:** Plantilla The Greenhouse Gas Protocol Initiative

Para el cálculo de la emisiones en kilogramos de CO<sub>2eq</sub> de los refrigerios suministrados en los 10 encuentros motivacionales a las 1920 personas adscritas al proyecto ReSA Urbano Tunja, se utilizó la planilla del DPS (ver imagen 3.2) suministrada por el funcionario Fabio Toquica y adaptada por el Departamento de planeación con base en la siguiente fórmula:

$$\text{Kg por porción} * \text{Número de porciones} * \text{Factor de Emisión} = \text{Kg CO}_2 \text{ por consumo de alimentos}$$

Los factores de emisión para el consumo de alimentos son: Arroz: 27. Carne de Res: 15. Carne de Cerdo: 6.75. Pescado: 0.06. Pollo: 3.37. Verdura: 9

Medición Plantilla [Modo de compatil

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Calibri 11 Fuente Alineación General

Advertencia de seguridad Se deshabilitó parte del contenido activo. Haga clic para obtener más detalles. Habilitar contenido

	A	B	C	D	E	F
		PESO POR PORCIÓN (GR)	Nº RACIONES PREPARADAS	KG TOTALES PREPARADOS	FACTOR EMISION CO2/KG ALIMENTO	EMISION EN KG DE CO2
4	ALIMENTO					
5	ARROZ	60	3840	230,4	276	63590,40
6	ARROZ	60	3840	230,4		0,00
7	ARROZ	60	3840	230,4		0,00
8	ARROZ	60	3840	230,4		0,00
9	ARROZ	60	3840	230,4		0,00

Imagen 3.2: Plantilla cálculo de las emisiones en Kg de CO<sub>2</sub> de los refrigerios

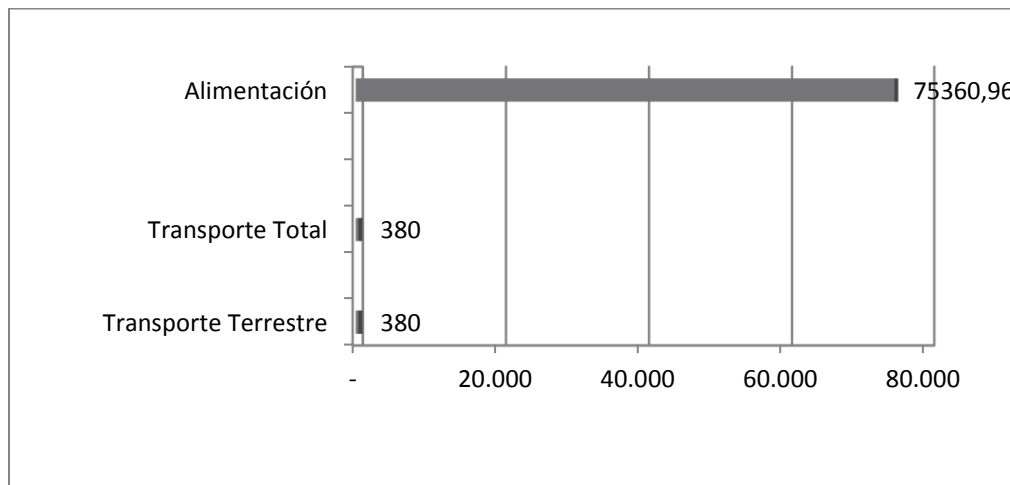


Gráfico 3.1: Kilogramos de CO<sub>2eq</sub> totales para los refrigerios y el transporte

Las emisiones de Kg CO<sub>2</sub> eq de los siguientes insumos (ver tabla 3.1), se han tomado de la base de datos del software SimaPro 8 diseñado por la Compañía Pré-Consultants especializado en análisis del ciclo de vida de productos y servicios.

El software mediante la opción Inventario y configurando los valores según los kilogramos de materiales previamente estimados, permite hacer comparaciones entre productos arrojando el



análisis de impacto y las emisiones cuantitativas de sustancias que afectan la salud humana y el ecosistema (ver imagen 3.3).

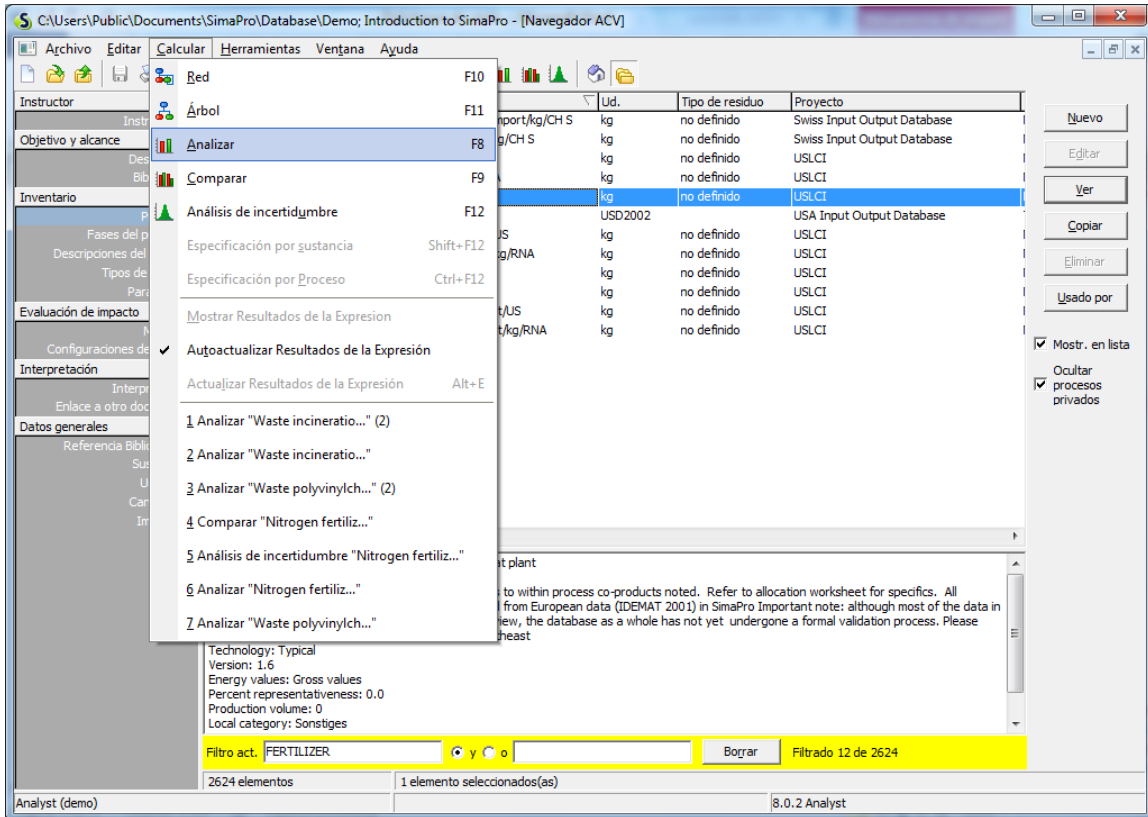


Imagen 3.3: Cálculo emisiones en Kg de CO<sub>2</sub> software SimaPro 8 Versión Demo

## Etapa 1.

**Policloruro de Vinilo (PVC):** El DPS entrega a cada una de las 1920 familias vinculadas al proyecto un tanque de 250 litros fabricado en PVC; Calculando en SimaPro arroja 12 toneladas o 12193,1 Kg CO<sub>2</sub> eq según proceso “Disposición del Policloruro de Vinilo al Relleno Sanitario”.

SimaPro hace el cálculo con base en la información contenida en el proyecto Ecoinvent, que consiste en una base de datos para el inventario de ciclo de vida basado en la producción de energía, el transporte, materiales de construcción, producción de productos químicos, producción

de metales, frutas y verduras. Toda la base datos consta de más de 10.000 conjuntos relacionados entre sí. Para el proceso en mención el cálculo tiene en cuenta las emisiones de residuos específicos a corto plazo a través del aire, el lixiviado producto del tratamiento de aguas incluyendo la eliminación de lodos, las emisiones a largo plazo de los vertederos de aguas subterráneas, entre otros.

**Poliestireno Expandible.** El DPS suministra 1920 refrigerios en cada encuentro motivacional (10 encuentros) contenidos en portacomidas de icopor o poliestireno expandible; durante el proyecto se utilizan 97 bolsas cuyo peso es de 387 kilogramos (1 bolsa de 200 unidades pesa 8,8 libras). Se calculó en SimaPro 102 *Kg CO<sub>2</sub> eq* según proceso “Producción de Poliestireno Expandible” con base en la información contenida en el proyecto Industry data 2.0.

Industry data 2.0 se basa en perfiles ecológicos de plásticos y productos intermedios relacionados creado por Plastics Europe ([www.plasticseurope.org](http://www.plasticseurope.org)), los resultados se determinan según los promedios ponderados de producción de las industrias. La tabla de inventario incluye materias primas, emisiones a la atmósfera, emisiones al agua y residuos de todas las operaciones de extracción de materia prima de la tierra.

**Polipropileno.** Cucharas desechables 7 cajas cuyo peso es de 97 kilogramos (1 caja 3000 unidades 30,7 libras). Se calculó en SimaPro 2,91 *Kg CO<sub>2</sub> eq* según proceso “Disposición de residuos de Polipropileno al relleno sanitario” (el proceso incluye las emisiones de residuos al aire por la incineración y los lixiviados producidos por el vertedero).

Para el proceso anterior SimaPro realiza el cálculo con base en la información contenida en el proyecto Introduction to SimaPro cuya base de datos es Ecoinvent.

## **Etapa 2.**

**Abono Industrializado.** Se utiliza en la actividad de siembra en los semilleros, el DPS le entrega a cada familia (1920 personas) una bolsa de 50 kilogramos de este fertilizante compuesto en un 1.1% de nitrógeno, 2% de fósforo, tiene calcio, silicio, carbono orgánico oxidable y agentes patógenos como la salmonella.

Se calculó en SimaPro 22 toneladas o 21956  $Kg CO_2 eq$  según proceso “Fertilizantes Nitrogenados”, el cálculo se realizó con base en la información contenida en el proyecto USLCI.

USLCI es una base de datos de Estados Unidos para el inventario del ciclo de vida que contiene alrededor de 200 conjuntos de procesos unitarios. Los datos abarcan la energía, el transporte, los productos químicos, plásticos, metales, maderas, y algunos procesos industriales. Los datos de USLCI son proporcionados por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable, operado por la Alianza para la Energía Sostenible para el Departamento de Energía de los Estados Unidos.

**Polietileno.** Utilizado en la construcción del sistema de cultivo tubular vertical o chorizo de aproximadamente 100 centímetros de largo por 25 de ancho. La unidad o bolsa de polietileno pesa 12 gramos, se entregaron 1920 unidades (23 kilogramos).

Se calculó en SimaPro 10  $Kg CO_2 eq$  según proceso “Resina de Polietileno de baja densidad”, el cálculo se realizó con base en la información contenida en el proyecto USLCI; para el sistema de cojín se utiliza también el polietileno teniendo en cuenta las mismas cantidades, por lo tanto se emiten igual cantidades de  $Kg CO_2 eq$

**Polisombra (Polietileno de Alta densidad).** El DPS entregó 1920 unidades de Polisombra, cuyas medidas son 1 metro de ancho por 40 metros de largo, peso por unidad 1 kilo.

Se calculó en SimaPro 174  $Kg CO_2 eq$  según proceso “Resina de Polietileno de alta densidad” con base en la información contenida en el proyecto USLCI.

**PET Envases.** El proyecto contempla la utilización de envases PET reciclados de gaseosas 2.5 litros, aproximadamente se utilizan 38.400 botellas en la etapa 2 (933 kilogramos) para el cultivo de hortalizas y 9600 botellas en la etapa 3 (233 kilogramos) (1 botella vacía pesa 24.3 gramos), para el sistema de riego de las huertas. Se calculó en SimaPro 414  $Kg CO_2 eq$  para la etapa 2 y 97 $Kg CO_2 eq$  para la etapa 3, según proceso “Botellas PET” con base en la información contenida en el proyecto Industry Data 2.0

**Compost casero.** Se utilizan aproximadamente 20 kilos del compost para el sistema de cojín, las 1920 familias deben fabricarlo previa capacitación del DPS; la materia prima para el compost orgánico consiste en estiércol animal y residuos de cocina (omitiendo los residuos cítricos); se emplean durante el proyecto ReSA Urbano 38.400 kilogramos de compost.

En la Etapa 3 las 1920 familias deben fabricar aproximadamente 5 kilogramos de compost casero adicional para el mantenimiento de la huerta (9600 kilogramos).

Se calculó en SimaPro 744  $Kg CO_2 eq$  para la etapa 2 y 185  $Kg CO_2 eq$  para la etapa 3 según proceso “Tratamiento de Residuos del Compost” con base en la información contenida en el proyecto EU & DK Input Output Database.

EU & DK Input Output Database es una base de datos que contiene información referente a las actividades agrícolas. El modelo incluye la generación y el tratamiento de los desechos diferenciando la incineración, los vertederos y depuradoras de aguas residuales.

**Etapa 4.** Para el Control Fitosanitario de un mes se emplea en todo el proyecto ReSA de Tunja, aproximadamente 192 kilogramos de cal para el caldo bordelés, y 768 kilogramos para el Hidrolato.

Se calculó en SimaPro 0,0296  $Kg CO_2 eq$  y 0,1182  $Kg CO_2 eq$  respectivamente según proceso “Cal (burnt)” con base en la información contenida en el proyecto LCA Food DK.

LCA Food DK es una base de datos de Dinamarca que contiene información para el inventario del ciclo de vida de sectores primarios como la agricultura y la pesca.

Respecto la utilización del jabón para la elaboración del hidrolato, todo el proyecto ReSA Urbano de Tunja utiliza 2304 kilogramos de este insumo por mes.

El cálculo en SimaPro arroja 103  $Kg CO_2 eq$  según proceso “Producción de jabón” (el conjunto de datos incluye materiales y energía, la infraestructura, el transporte, la producción, y las emisiones), con base en la información contenida en el proyecto Ecoinvent.

Respecto la cascarilla de arroz utilizada en la etapa 2 del proceso de cultivo de lechuga (3840 kilogramos), y el sulfato de cobre utilizado en la etapa 4 para la elaboración del caldo bordelés (192 kilogramos), no se encontraron fórmulas matemáticas idóneas o algún software especializado en análisis del ciclo de vida que facilitaran el cálculo de la huella de carbono para estos insumos.

### **3.3 Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida**

***Selección Categoría de Impacto:*** Calentamiento Global

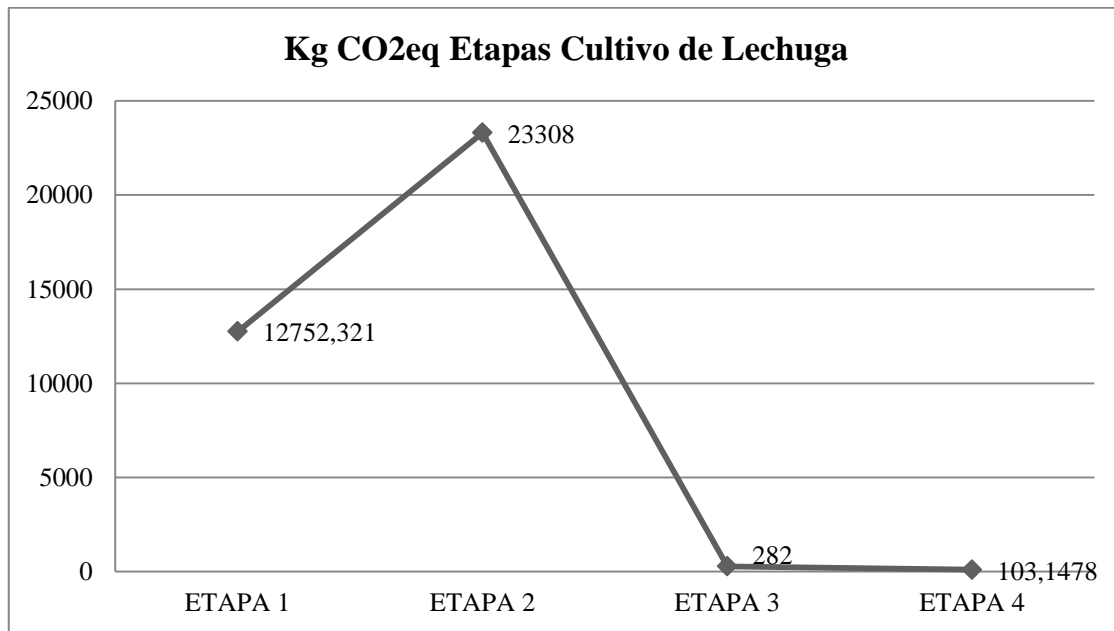
***Unidad de Referencia:***  $Kg CO_2 eq$

Actividades por Etapas	Insumos por Etapas	Kg	Kg CO <sub>2</sub> eq
<b>Etapa 1. Encuentros Motivacionales</b>			
1. Transporte Funcionarios del DPS Bogotá-Tunja-Bogotá.	1. Transporte 302 Kilómetros	716	380
2. Transporte Técnicos del cultivo en Tunja 16 visitas ida y regreso	2. Transporte 112 Kilómetros		
3. Transporte Insumos para familias ReSA Bogotá-Tunja-Bogotá	3. Transporte 302 Kilómetros		
	4. Tanque de almacenamiento policloruro de vinilo 250 Litros x1920 unidades	480000	12193,1
4. Refrigerios para 1920 personas	5. Porciones de grano 1152 Kilogramos. Porciones de proteína 2880 Kilogramos	3432	75,361
	6. Portacomida poliestireno expandido 97 bolsas 387 Kilogramos (1 bolsa de 200 unidades 8.8 lb)	387	102
	7. Cuchara polipropileno desechable 7 cajas 97 Kilogramos (1 caja 3000 unidades 30,7 libras lb)	97	2,91
<b>Etapa 2. Montaje de la Huerta</b>			
1. Planificación del Cultivo: Inspección del espacio verificando que cumpla unas condiciones aptas para el cultivo			
2. Siembra con semilleros	1. Abono industrializado 50 Kilogramos x 1920	96000	21956
	2. Cascarilla de Arroz unidades de 10 Kilogramos	1920	No hay datos
3. Siembra Directa	Limpieza del área de maleza y basura para sembrar directamente en el suelo		
4. Sistema Tubular o Chorizo	3. Bolsas de polietileno negro de 100 cm largo 25cm ancho (12 gramos x 1920)	23	10
	4. Polisombra (polietileno alta densidad) 1 metro de ancho x 40 metros de largo peso 1 Kilogramo	1920	174
5. Sistema de Cojín	5. Polietileno tubular negro de 25-30 cm de ancho y 100 cm de largo (2 gramos x 1920)	23	10
	6. Cascarilla de arroz 10 kilos x 1920	1920	No hay datos
	7. Compost 20 Kilos x 1920	38400	744
6. Sistema con Recipientes	8. Recipientes gaseosas PET 2,5 litros. 20 botellas por huerta (24.3gr 1 botella vacía)	933	414
<b>Etapa 3. Prácticas de Manejo de la Huerta</b>			
7. Riego	1. Recipientes gaseosas PET 2,5 litros. 5 botellas por huerta (24.3gr 1 botella vacía)	233	97
8. Compost casero	2. Desechos de cocina 5 Kg x1920	9600	185
<b>Etapa 4. Control Fitosanitario</b>			
9. Caldo Bordelés	1. Cal para un mes 100 gramos x1920	192	0,0296
	2. Sulfato de Cobre para un mes 100 gramos x1920	192	No hay datos
10. Hidrolato	1. Cal para un mes 400 gramos x 1920	768	0,1182
	2. Jabón en barra para un mes 1200 gramos x 1920	2304	103

**Tabla 3.1.** Datos de los materiales utilizados en el proceso de cultivo de lechuga

Realizando la sumatoria de los  $Kg CO_2 eq$  correspondientes a cada insumo por etapa, se observa en el *Gráfico 3.2* que la huella de carbono en la etapa 2 es más alta en comparación a las otras etapas emitiendo 23308 Kilogramos o 23 toneladas de gases de Efecto Invernadero (GEI); la etapa 1 emite 13 toneladas de gases de efecto invernadero (12752,321 Kilogramos). El límite de aceptación de los gases de efecto invernadero es de 10 toneladas.

Para establecer una meta ambiental y priorizar las intervenciones o estrategias que mitiguen el impacto ambiental hallado en el presente estudio, se determinó un límite en la emisión de los gases de efecto invernadero de **10 (diez) toneladas**; el límite se estableció con base en los resultados calculados, los cuales en su mayoría demostraron impactar el ambiente de forma poco significativa.



*Gráfico 3.2. Kg CO<sub>2</sub>eq Etapas Cultivo de Lechuga*

Los insumos que más contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero es el Abono Industrializado con 21956 Kg CO<sub>2</sub>eq o (22 toneladas) ver *Gráfico 3.3*, seguido del Policloruro de Vinilo, material de fabricación de los tanques de 250 litros entregados a cada una de las

familias adscritas al proyecto ReSA Urbano Tunja 12193,1 Kg CO<sub>2</sub>eq (12 toneladas) ver

Gráfico 3.4.

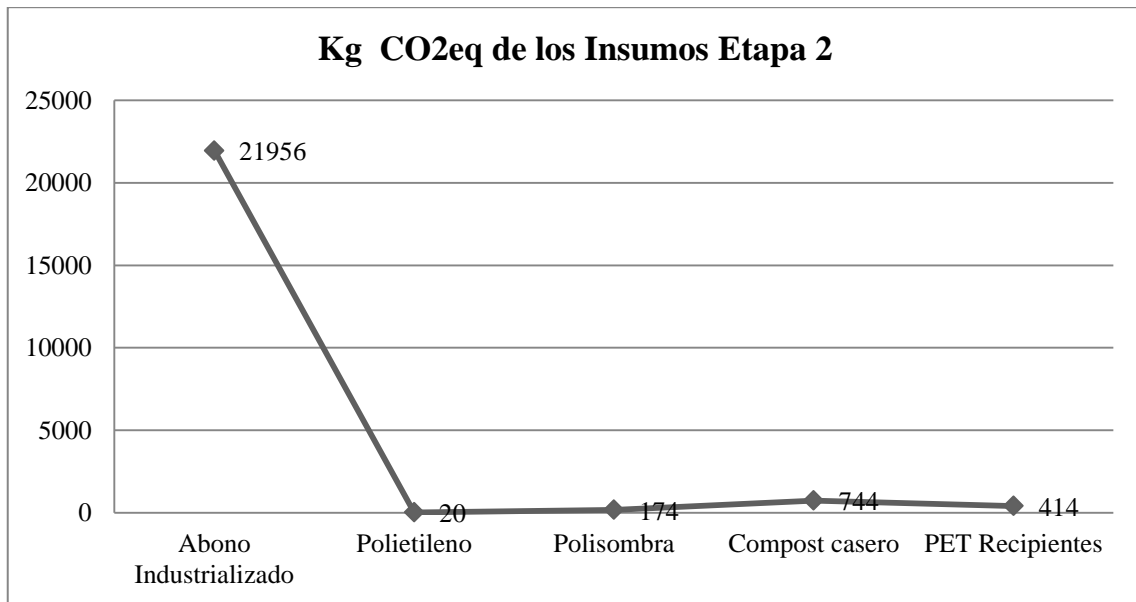


Gráfico 3.3. Kg CO<sub>2</sub>eq de los Insumos Etapa 2

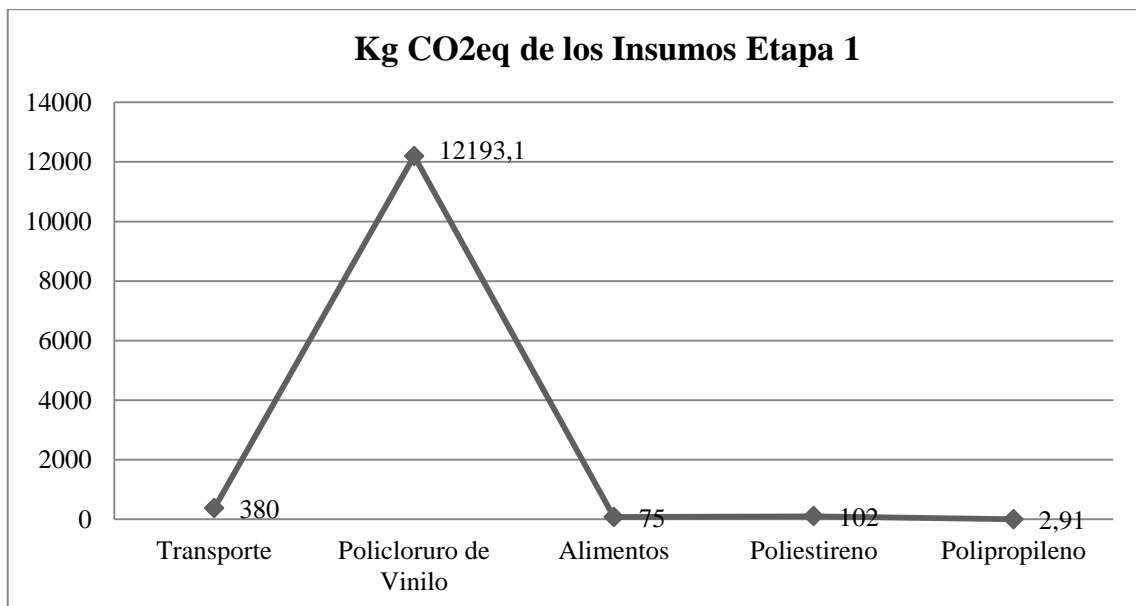
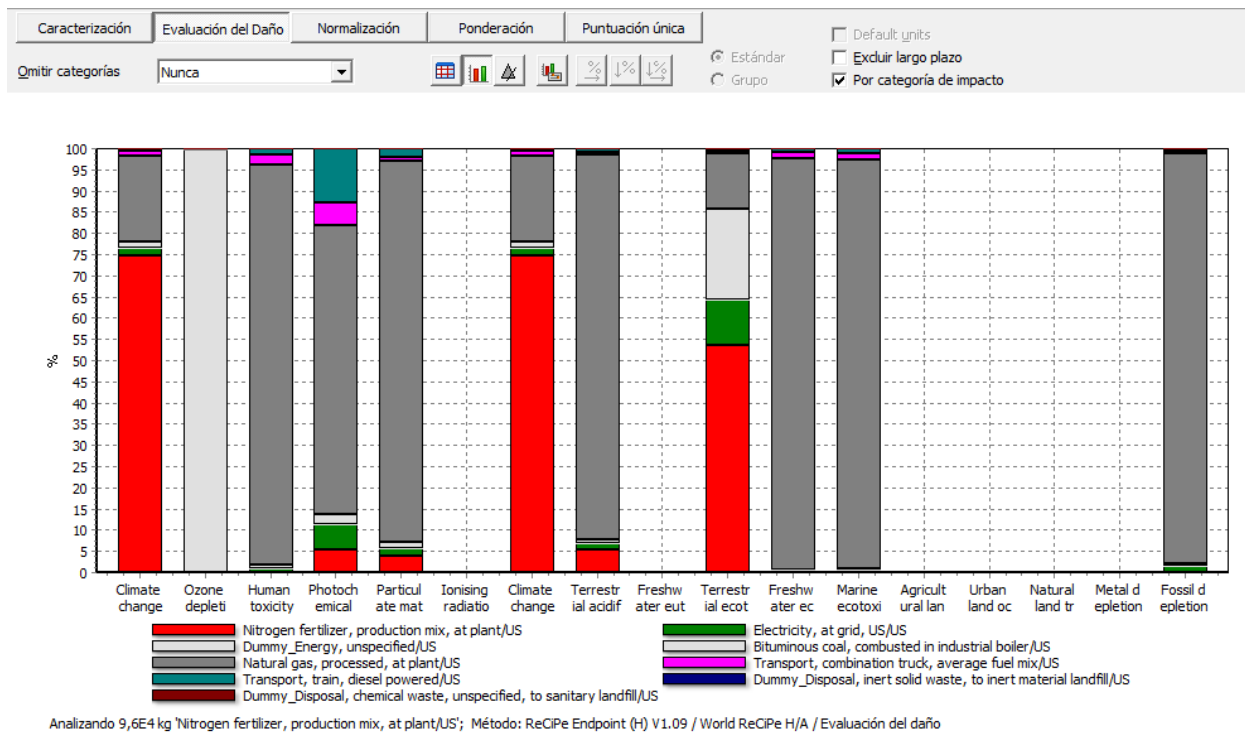


Gráfico 3.4. Kg CO<sub>2</sub>eq de los Insumos Etapa 1





**Figura 3.2.** Análisis de Impacto integral 96000 Kg proceso “Producción de Fertilizantes Nitrogenados en una planta”

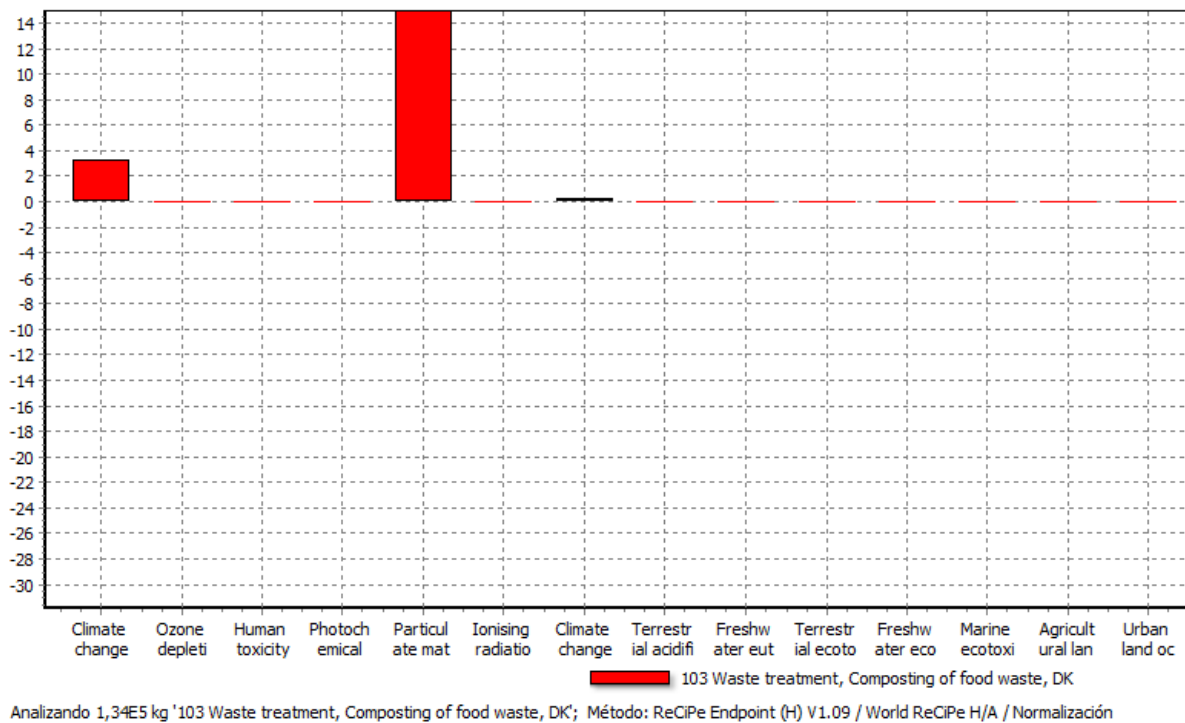
Al utilizar la aplicación de SimaPro “Análisis de Impacto” y predeterminando en el software “por categoría de impacto” se puede visualizar de forma integral las cargas ambientales producidas por el proceso seleccionado. Esta alternativa evidencia además de la huella de carbono, otros elementos nocivos que dañan el planeta, los cuales son producto del proceso seleccionado expresado cuantitativamente en kilogramos.

Señalando el proceso “Producción de Fertilizantes Nitrogenados en una planta” (color rojo), proceso utilizado para determinar la huella de carbono del abono industrializado entregado a las 1920 familias (compuesto en un 1.1% de nitrógeno, 2% de fósforo, calcio, silicio, carbono orgánico oxidable y agentes patógenos como la salmonella. Al calcular en SimaPro 96000 kilogramos las emisiones de CO<sub>2</sub>eq son de 21956 Kilogramos o 22 toneladas; el análisis de impacto se describe a continuación:

Se observa en la *figura 3.2* las cargas ambientales de un 75% para el cambio climático que afecta la salud humana, 5% contribuye a la formación de oxidantes fotoquímicos, 75% al cambio climático que afecta los ecosistemas, 5% acidificación terrestre, 54 % ecotoxicidad terrestre.

Analizando el impacto ambiental que producen este tipo de fertilizantes nitrogenados o abonos inorgánicos vemos que los nitratos se acumulan en el subsuelo y por lixiviación pueden incorporarse a las aguas subterráneas o bien ser arrastrados hacia los cauces y reservorios superficiales. En estos medios los nitratos también actúan de fertilizantes de la vegetación acuática, de tal manera que, si se concentran, puede originarse la eutrofización del medio. En un medio Eutrofizado, se produce proliferación de especies como algas y otras plantas verdes que cubren la superficie. Esto trae como consecuencia un elevado consumo de oxígeno y su reducción en el medio acuático, así mismo dificulta la incidencia de la radiación solar por debajo de la superficie. Estos dos fenómenos producen una disminución de la capacidad autodepuradora del medio y una merma en la capacidad fotosintética de los organismos acuáticos. La lixiviación de nitratos hacia el subsuelo puede contaminar los acuíferos subterráneos, creando graves problemas de salud si se consume agua rica en nitratos, debido a su transformación en nitritos por participación de unas bacterias existentes en el estómago y vejiga urinaria. A su vez los nitritos se transforman en ciertos compuestos cancerígenos (Nitrosaminas), que afectan el estómago e hígado ([edafología.ugr.es](http://edafología.ugr.es))

Ahora bien, analizando el impacto ambiental de 96000 kilogramos de compost casero (*ver figura 3.3*), teniendo en cuenta la misma cantidad empleada en el cálculo del proceso “Producción de Fertilizantes Nitrogenados en una planta”, adicionalmente se incluyen 38400 kilogramos de compost utilizado por las familias para el cultivo de hortalizas mediante los sistemas tubulares, cojines y recipientes PET. Se observa los siguientes resultados:



**Figura 3.3.** Análisis de Impacto Integral 134400 Kg proceso “Compost”

Los kilogramos de CO<sub>2</sub>eq para la anterior sumatoria, es decir, 134400 kilogramos de compost arroja 2601 Kg de CO<sub>2</sub>eq.

La *figura 3.3* muestra un impacto ambiental del 14 % en la formación de partículas y 3% en el cambio climático que afecta la salud humana.

Al comparar los 21956 Kg CO<sub>2</sub>eq (22 toneladas) emitidos por la producción de fertilizantes nitrogenados y los 2601 Kg CO<sub>2</sub>eq emitidos por el compost, se evidencia la reducción de aproximadamente 19 toneladas o 19355 kilogramos de CO<sub>2</sub>eq.

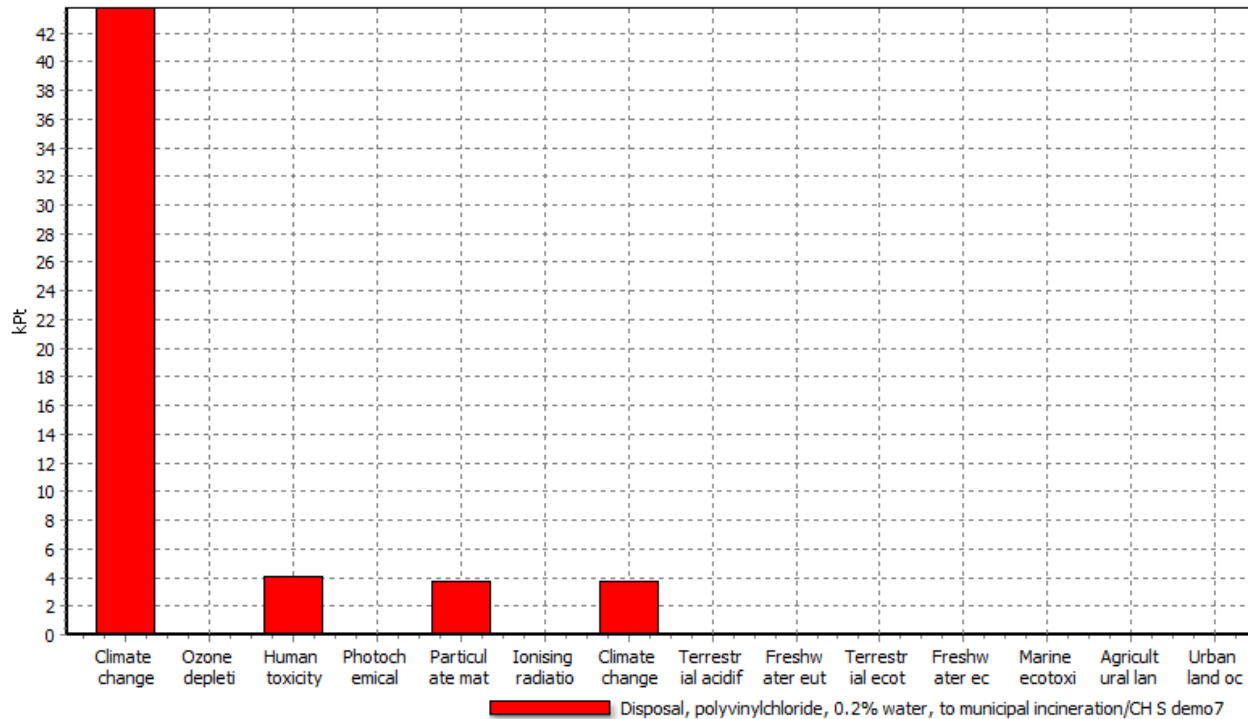
Respecto el 2% en la formación de partículas que indica la *figura 3.3*, SimaPro se refiere a partículas de amoníaco.

El amoníaco es producido naturalmente en el suelo por bacterias, por plantas y animales en descomposición y por desechos animales, no es un contaminante ambiental significativo debido a que ocurre naturalmente, es decir, se encuentra en el suelo, el aire y el agua. El amoníaco es reciclado naturalmente en el ambiente como parte del ciclo de vida del nitrógeno. No dura mucho tiempo en el ambiente. Las plantas y bacterias incorporan amoníaco rápidamente del suelo y del agua. El amoníaco liberado al aire es removido rápidamente por la lluvia. El amoníaco no se acumula en la cadena alimentaria, pero sirve de fuente nutritiva para plantas y bacterias (Agency for toxic substances and disease registry, 2002).

El segundo insumo que más impacta negativamente al ambiente es el Policloruro de Vinilo o PVC 48000 kilogramos de disposición del policloruro de vinilo al relleno sanitario emite 12193,1  $CO_2eq$  (12 toneladas).

Los resultados del análisis del impacto para 480000 kilogramos de Policloruro de Vinilo, o del proceso “Disposición del Policloruro de Vinilo al relleno sanitario”, representado en 1920 tanques recolectores de agua lluvia de 250 litros entregados por el DPS a las familias participantes del proyecto ReSA Urbano Tunja, arroja lo siguiente:

Se observa en la *figura 3.4* según proceso “Disposición del Policloruro de Vinilo al relleno Sanitario”, los impactos más significativos corresponden en un 42 % al cambio climático que afecta la salud humana, 4 % toxicidad humana, 4 % formación de partículas y 4 % cambio climático que afecta los ecosistemas.



Analizando 4,8E5 kg 'Disposal, polyvinylchloride, 0.2% water, to municipal incineration/CH S demo7'; Método: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/A /

**Figura 3.4.** Análisis de Impacto Integral 480000 Kg proceso “Disposición del Policloruro de Vinilo al relleno sanitario”

Uno de los principales problemas del PVC (policloruro de vinilo) son las consecuencias de su incineración, debido a que suponen uno de los peligros más graves para el ser humano y el ambiente. Al entrar en contacto con el fuego el PVC genera emisiones de metales pesados y compuestos organoclorados (dioxinas y otros). La amplia presencia de productos fabricados con este material en las casas, asegura que cuando se producen incendios en los hogares y edificios haya objetos de PVC de por medio, una de las materias primas para la fabricación del PVC es el dicloro etano el cual es sumamente peligroso, es cancerígeno humano probado, induce defectos de nacimiento, daños en los riñones y otros órganos, hemorragias internas y trombos. (International Agency Research of Cáncer de Lyon. Centro de Análisis y Programas Sanitarios de Barcelona).

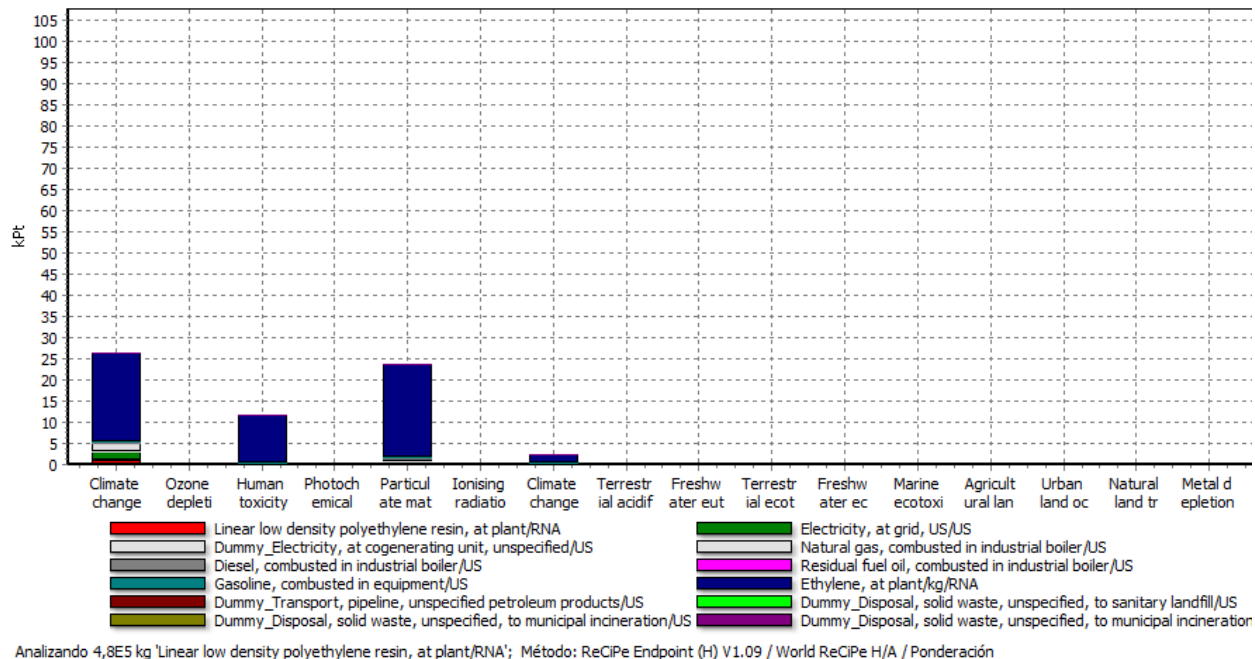
Ahora bien, analizando el impacto ambiental de 480000 kilogramos del proceso “*Procesamiento Resina de Polietileno Lineal de Baja Densidad en fábrica*” (la resina de polietileno lineal de baja densidad es un material utilizado para la fabricación de tanques de almacenamiento de agua), empleando la misma cantidad de kilogramos utilizados para el cálculo del proceso “Disposición del Policloruro de Vinilo al relleno sanitario”, SimaPro arroja lo siguiente:

El proceso “Procesamiento Resina de Polietileno Lineal de Baja Densidad en fábrica” emite 4467 Kilogramos de CO<sub>2</sub>eq, calculado en SimaPro con base en la información contenida en el proyecto USLCI.

En la *figura 3.5*, se observa que existe un impacto ambiental de aproximadamente 25 % en el cambio climático que afecta la salud humana, 11 % toxicidad humana, 24 % formación de partículas y menos del 1% en el cambio climático que afecta el ecosistema.

Al comparar los 12193,1 Kg CO<sub>2</sub>eq de emisiones en la disposición del policloruro de vinilo al relleno sanitario menos los 4467 Kg CO<sub>2</sub> eq en el procesamiento de la resina de polietileno lineal de baja densidad en fábrica, se evidencia la reducción de aproximadamente 7 toneladas o 7726,1 kilogramos de CO<sub>2</sub>eq.

Respecto el 24 % en la formación de partículas que indica la figura 3.5, SimaPro se refiere a dióxido de azufre.



**Figura 3.5.** Análisis de Impacto Integral 480000 proceso “Procesamiento Resina de Polietileno Lineal de Baja Densidad en fábrica”

### 3.4 RESULTADOS

Según los resultados hallados en la evaluación del impacto del ciclo de vida respecto a la emisión de 22 toneladas de gases de efecto invernadero por la producción de fertilizantes nitrogenados en una planta, proceso tomado como referencia para estimar el impacto ambiental del abono industrializado entregado por el DPS a las familias. Se recomienda a la Subdirección de Seguridad Alimentaria y Nutrición y al Departamento de Planeación del DPS considerar solamente el uso del compost casero como nutriente para los cultivos en su programa de seguridad alimentaria ReSA, teniendo en cuenta además la capacitación que reciben las familias participantes en los encuentros motivacionales acerca la elaboración y uso del mismo; en la visita realizada a varias huertas de ReSA Urbano en Tunja se observó que efectivamente fabrican y utilizan el compost casero como parte del mantenimiento de la huerta.

Esta estrategia de sustitución del abono industrializado por compost casero, redundará en beneficios ambientales significativos y beneficios en la reducción de los costos en compra de insumos, cuyo saldo a favor podría utilizarse en ampliación de cobertura para el proyecto ReSA.

Se recomienda a la Subdirección de Seguridad Alimentaria y Nutrición y al Departamento de Planeación del DPS, según los resultados hallados en la evaluación del impacto del ciclo de vida respecto a la emisión de 12 toneladas de gases de efecto invernadero por la disposición del policloruro de vinilo al relleno sanitario, proceso tomado como referencia para estimar el impacto ambiental de los tanques de 250 litros entregados por el DPS a las familias:

1. Realizar un estudio acerca del uso real de los tanques de PVC suministrados para la recolección del agua lluvia por parte de las familias, con el objeto de mirar la efectividad, practicidad e impacto social de este insumo en el núcleo familiar y su viabilidad respecto a la continuidad en la entrega o ser sustituido por otro insumo.
2. Sustituir los tanques de PVC por tanques fabricados con resina de polietileno lineal de baja densidad, estos tanques ya se fabrican en Colombia con dicho material.

La primera recomendación se debe a que el contexto en que se evalúa y comparan los impactos ambientales de los dos insumos, es decir, el proceso del policloruro de vinilo corresponde a su disposición en relleno sanitario, y el proceso de la resina de polietileno lineal de baja densidad corresponde a su fabricación en una planta. Estas diferencias redundan en que la comparación no sea 100% objetiva, adicionalmente, en la visita realizada a varias familias en Tunja se observó que un tanque había sido robado, por lo tanto la familia propietaria lo había extraviado, en otro caso, el tanque estaba dentro de la vivienda completamente vacío sin ninguna utilidad.



Acerca la segunda recomendación, los tanques fabricados con resina de polietileno lineal de baja densidad son más costosos en comparación a los tanques de PVC, aproximadamente un 30% de valor adicional. Un estudio de impacto ambiental realizado por la compañía Europlas C.A. de Venezuela año 2011, determinó que la utilización del polietileno de baja densidad en el proceso de rotomoldeo no representa ningún tipo de peligro o amenaza para el ambiente, debido a que los residuos generados bajo esta técnica son casi imperceptibles y los obtenidos pueden ser utilizados o reconvertidos bajo la misma técnica, adicionalmente el combustible utilizado para el proceso de rotomoldeo es gas doméstico.

La técnica de rotomoldeo consiste en llenar determinado molde de resina plástica, se lleva el molde al horno que es sometido a un movimiento de rotación y calentamiento progresivo para fundir el material hasta formar una capa uniforme que ha de cubrir la superficie del molde, por último se enfría hasta que el producto se solidifica.

### **3.5 Impactos Ambientales demás insumos empleados en la huerta**

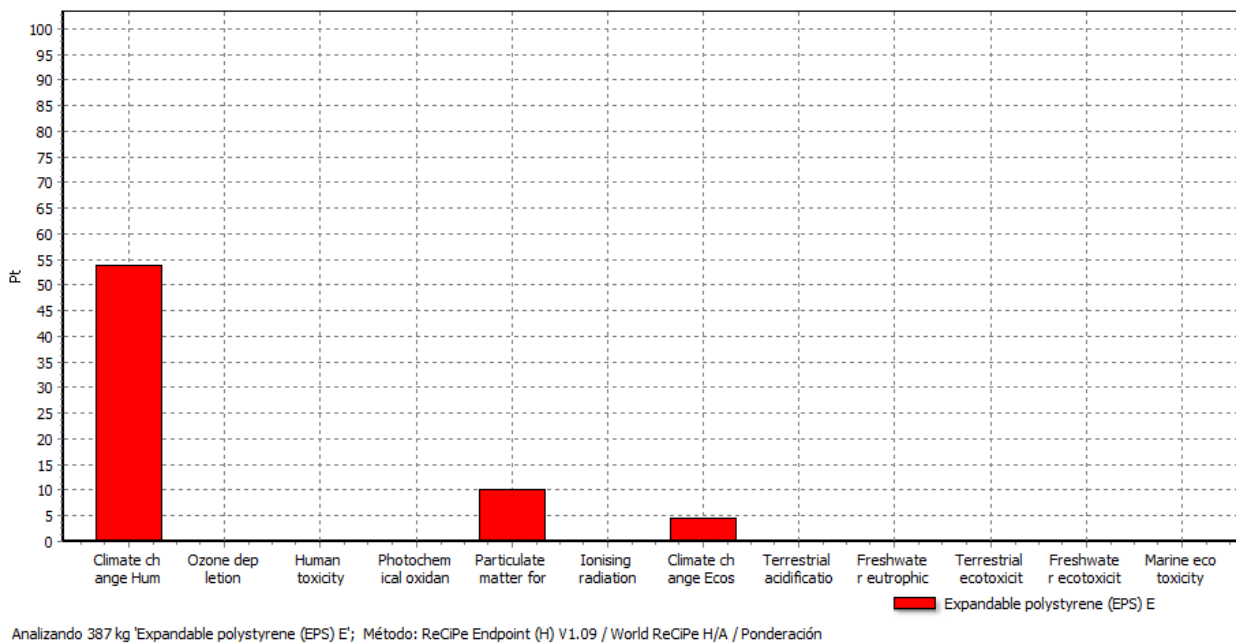
A continuación se analizan los impactos ambientales de los demás insumos utilizados en el proceso de cultivo de lechuga los cuales según los cálculos de kg de CO<sub>2</sub>eq no tuvieron cargas ambientales significativas, sin embargo se precisan para claridad del presente estudio.

#### **Poliestireno Expandible**

387 kilogramos de portacomidas en poliestireno expandido, los cuales se usan para servir los refrigerios entregados a las 1920 personas adscritas al proyecto ReSA Urbano durante los encuentros motivacionales equivalen a 102 kilogramos CO<sub>2</sub>eq. Los resultados del análisis de impacto arrojan lo siguiente:

Se observa en la *figura 3.6* según proceso “Poliestireno Expandible” los impactos más significativos corresponden en un 54% al cambio climático que afecta la salud humana, 10% formación de partículas y menos del 5% cambio climático que afecta el ecosistema.

Respecto la formación de partículas del 10%, SimaPro se refiere al amoniaco en su gran mayoría.



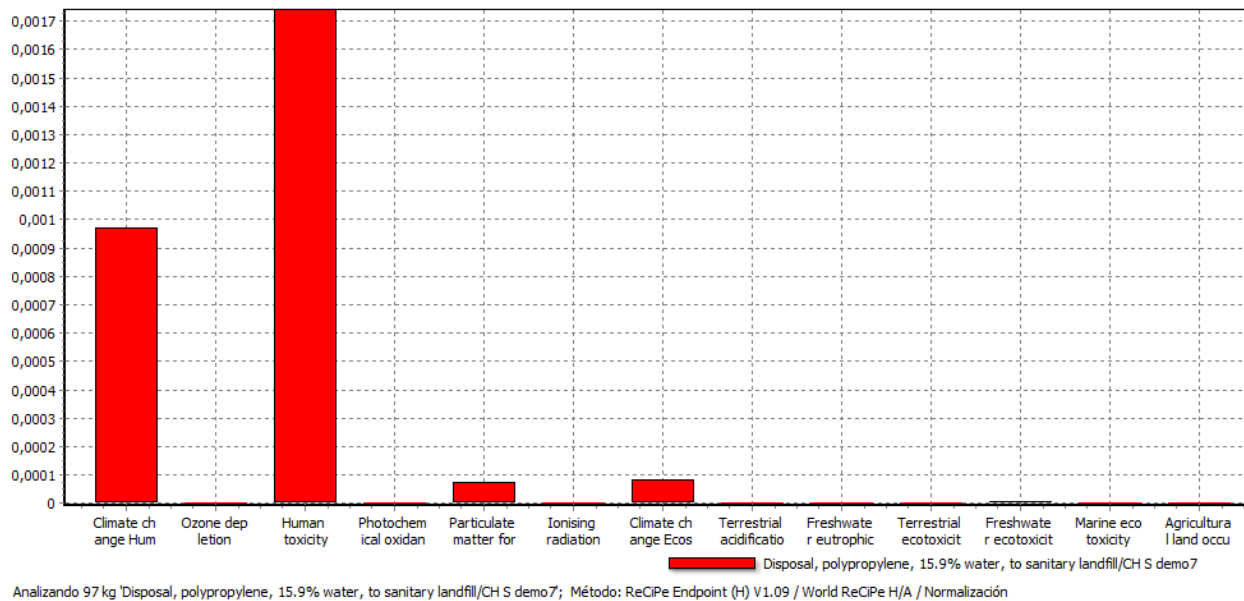
**Figura 3.6.** Análisis de Impacto Integral 308 Kg proceso “Poliestireno Expandible”

### Polipropileno

Los resultados del análisis de impacto para 97 kilogramos (2,91Kg CO2eq), según proceso “Disposición del Polipropileno al Relleno Sanitario”, el cual representa los cubiertos desechables usados para consumir los refrigerios entregados a las 1920 personas adscritas al proyecto ReSA Urbano durante los encuentros motivacionales. SimaPro arroja los siguientes cálculos:

Se observa en la *figura 3.7* que los impactos más significativos corresponden en un 0,0017 % de

toxicidad humana, 0,0009 al cambio climático que afecta la salud humana, menos del 0,0001 % formación de partículas y menos del 0,0001 % cambio climático que afecta el ecosistema.



**Figura 3.7.** Análisis de Impacto Integral 97 Kg proceso “Disposición del Polipropileno al Relleno Sanitario”

## Polietileno

Los resultados del análisis de impacto para 46 kilogramos (20 Kg CO<sub>2</sub>eq), representados en bolsas de polietileno utilizado en la construcción de cojines y sistemas tubulares verticales para el cultivo. SimaPro arroja los siguientes cálculos:

Se observa en la figura 3.8 según proceso “Resina de Polietileno de Baja Densidad” los impactos más significativos corresponden en un 2,5 % al cambio climático que afecta la salud humana, 2,4 % formación de partículas, toxicidad humana y menos de 1% cambio climático que afecta el ecosistema.

Respecto el 2,4% por formación de partículas, SimaPro señala que son de amoníaco, óxido de

nitrógeno, monóxido de azufre y dióxido de azufre

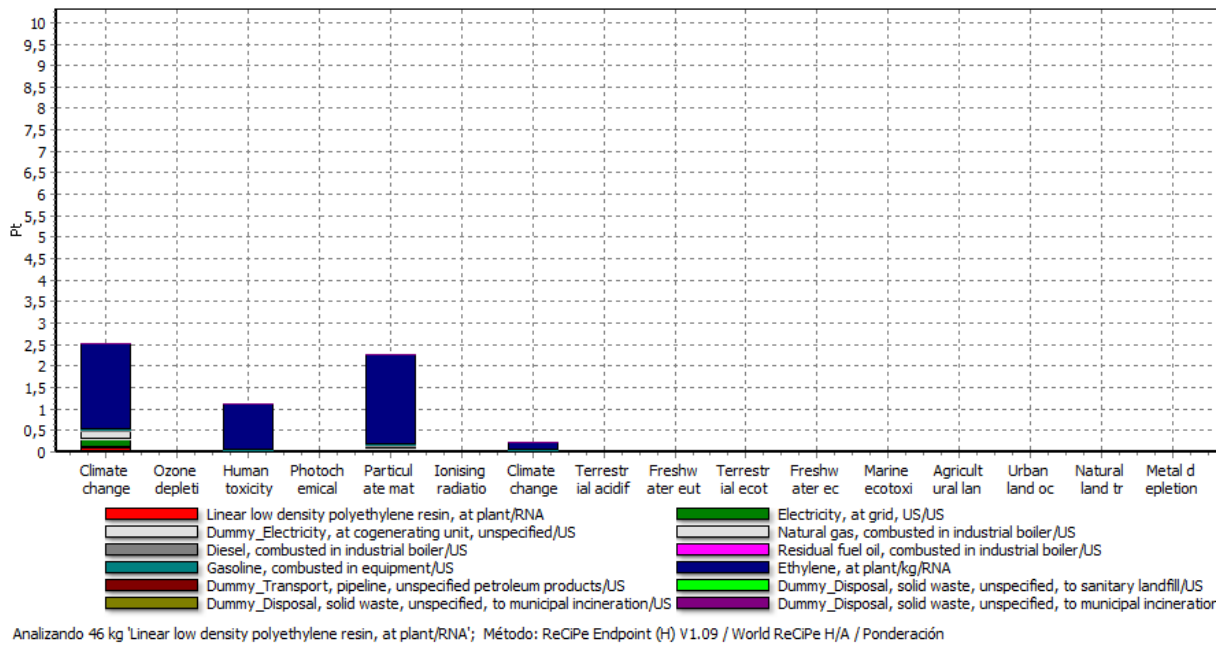


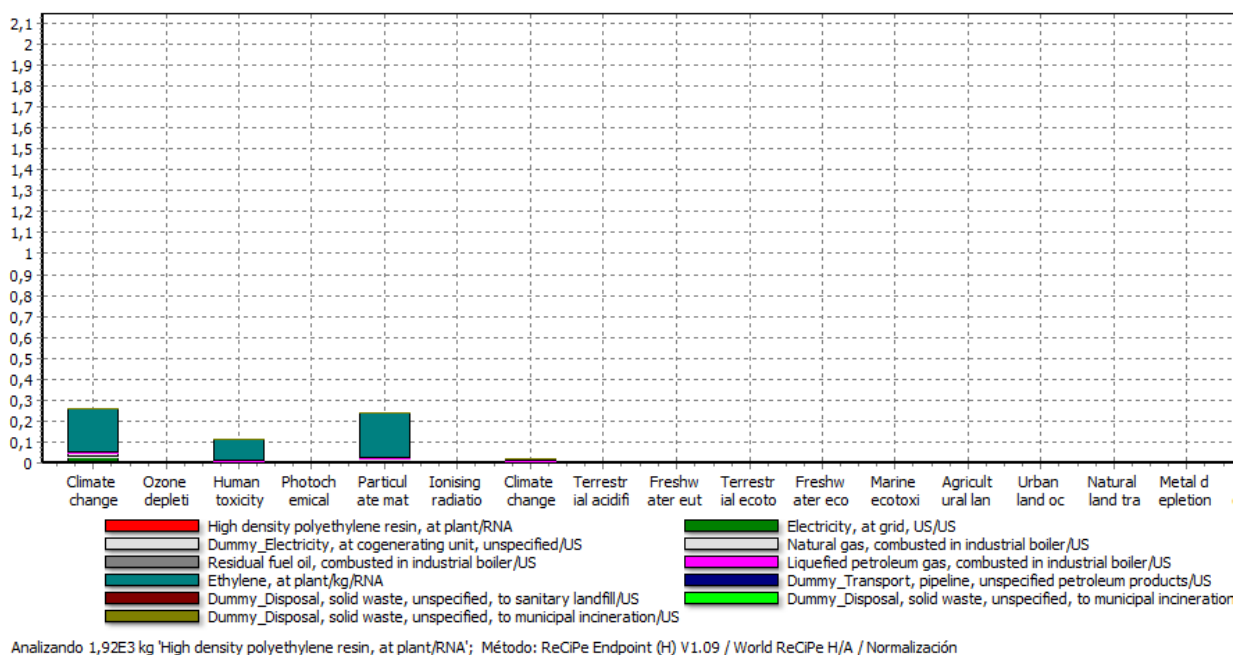
Figura 3.8. Análisis de Impacto Integral 46 Kg proceso “Resina de Polietileno de Baja Densidad”

### Polisombra (Polietileno de Alta Densidad)

120 Kilogramos de polisombra empleados para la protección excesiva de sol y la lluvia sobre los cultivos, según “Resina de Polietileno de Alta Densidad” de SimaPro equivalen a 174 Kg CO<sub>2</sub>eq.

Los resultados del análisis de impacto (ver figura 3.9), indican que los impactos más significativos corresponden en un 0,2 % al cambio climático que afecta la salud humana, 0,2 % formación de partículas y 0,1 % toxicidad humana.

Respecto la formación de partículas SimaPro indica que son óxido de nitrógeno y monóxido de azufre.



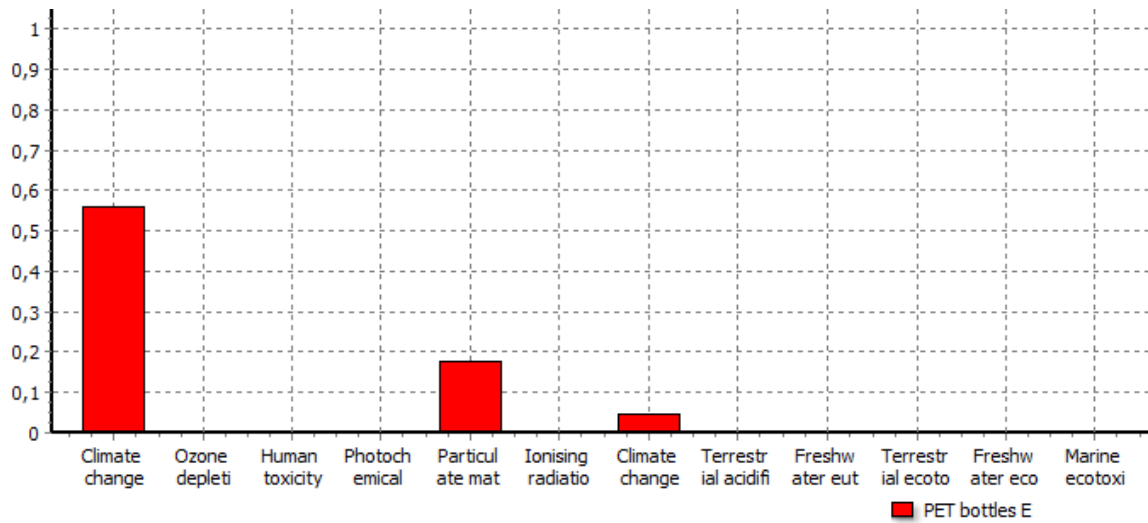
**Figura 3.9.** Análisis de Impacto Integral 1920 Kg proceso “Resina de Polietileno de Alta Densidad”

### Recipientes PET

1166 kilogramos de envases PET utilizados en el cultivo de hortalizas, según proceso “PET Bottles equivalen a 511 Kg CO<sub>2</sub>eq.

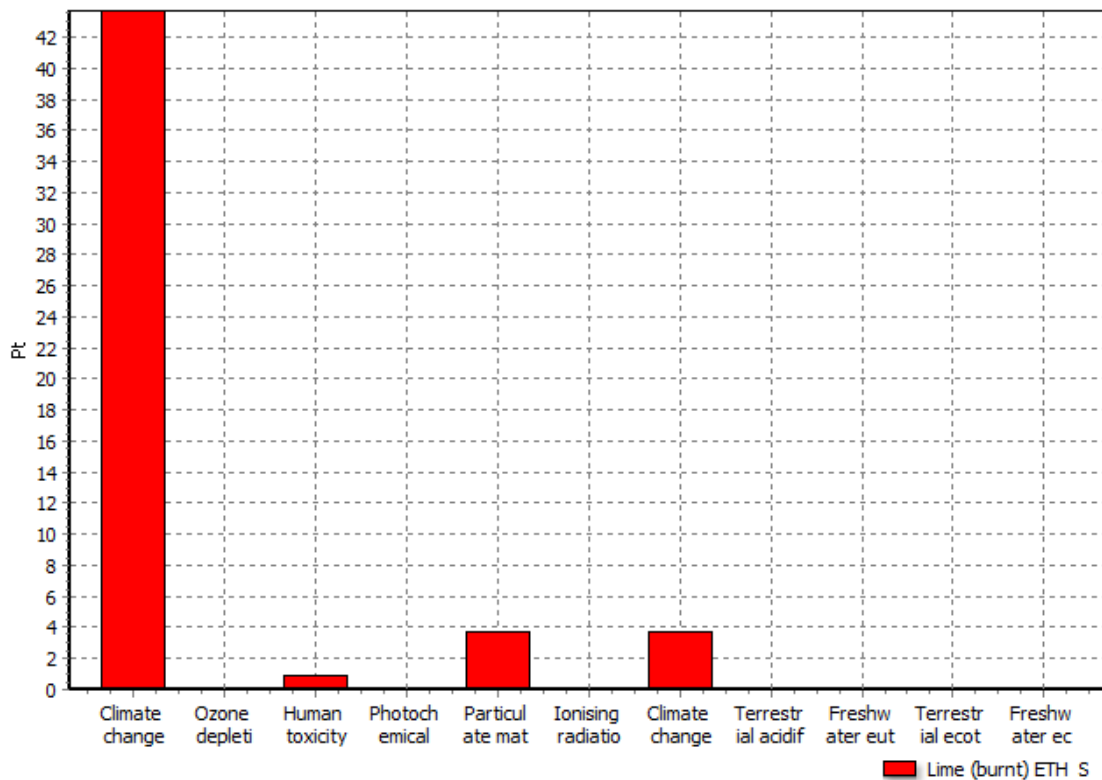
Los resultados del análisis de impacto (ver figura 3.10), indican que los impactos más significativos corresponden en un 0,5 % al cambio climático que afecta la salud humana, 0,1 % formación de partículas y menos del 1 % al cambio climático que afecta el ecosistema.

Respecto la formación de partículas SimaPro indica que son óxido de nitrógeno, dióxido de azufre y amoníaco.



Analizando 1,17E3 kg 'PET bottles E'; Método: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/A / Normalización

Figura 3.10. Análisis de Impacto Integral 1166 Kg proceso "PET Bottles"



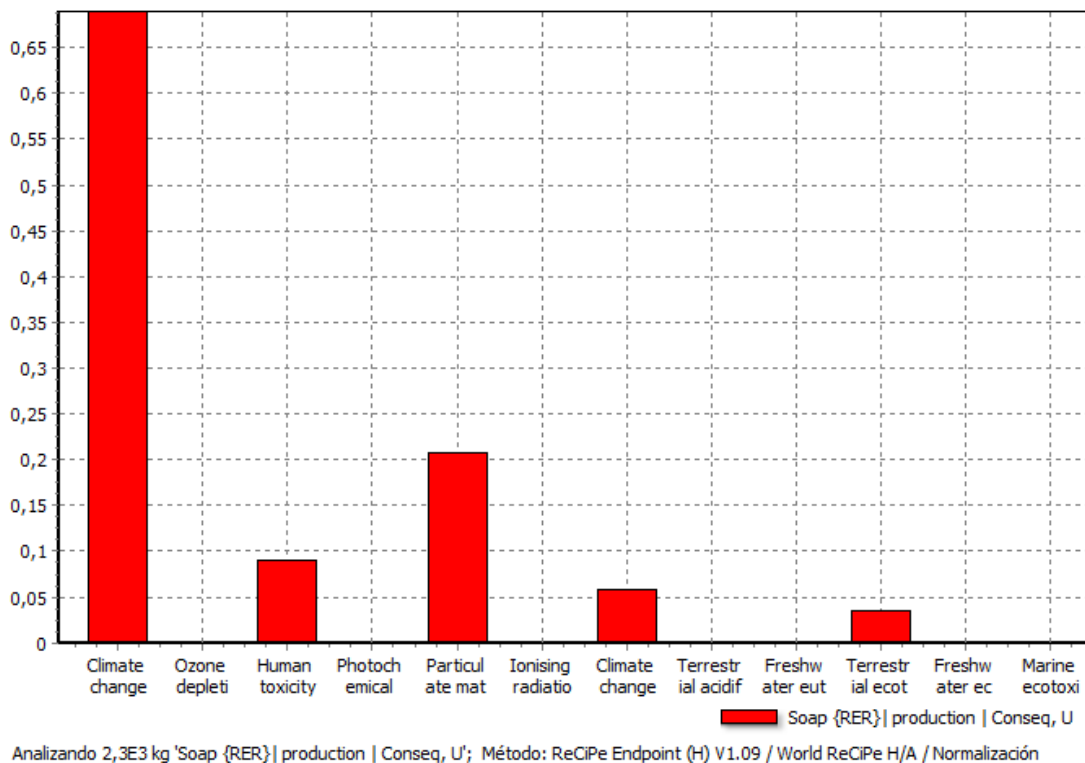
Analizando 768 kg 'Lime (burnt) ETH S'; Método: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/A / Ponderación

Figura 3.11. Análisis de Impacto Integral 768 Kg proceso "Cal Viva"

## Cal Viva

768 Kilogramos del Cal empleada en la elaboración del caldo bordelés y el hidrolato, según proceso “Cal viva” equivalen a 0,1178 kg CO<sub>2</sub>eq.

Los resultados del análisis de impacto (*ver figura 3.11*), indican que los impactos más significativos corresponden en un 42 % al cambio climático que afecta la salud humana, 0,3 % formación de partículas, 0,3 % al cambio climático que afecta el ecosistema y el 1% de toxicidad humana.



*Figura 3.12. Análisis de Impacto Integral 2304 Kg proceso “Soap RER”*

## Jabón para el Hidrolato

2304 Kilogramos de hidrolato utilizado para el control de plagas, según proceso “Soap (RER)” equivalentes a 103 kg CO<sub>2</sub>eq. Los resultados del análisis de impacto (*ver figura 3.12*), indican que

los impactos más significativos corresponden al cambio climático que afecta la salud humana 0,65%, formación de partículas 0,2 %, toxicidad humana, ecotoxicidad terrestre y cambio climático que afecta el ecosistema menos del 1%

#### **CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES**

Al analizar los sistemas de cultivo empleados por el Proyecto ReSA Urbano, a primera vista se detecta un buen manejo ambiental en el proceso, esto a través del aprovechamiento de los residuos de la cocina para la elaboración del compost, el aprovechamiento de materiales reciclados para fabricar los sistemas de cultivo y la recolección de agua lluvia para el riego de las plantas, se evidencia además, que efectivamente las familias no incurren en gastos. Sin embargo, pese a las buenas prácticas de manejo ambiental empleadas en el proceso de cultivo, existen elementos que opacan estas acciones impactando negativamente sobre la salud humana y el ecosistema.

El análisis del Ciclo de Vida del proceso de cultivo de lechuga determinó que la utilización del Abono Industrializado en el proyecto ReSA emite 21 toneladas equivalentes de gases de efecto invernadero, adicionalmente los tanques de 250 litros entregados a las familias participantes, al ser dispuestos en el relleno sanitario emiten 12 toneladas equivalentes de gases de efecto invernadero.

En general el proyecto ReSA Urbano pensado para 1920 familias, a excepción de los anteriores elementos, no arroja impactos ambientales significativos.

Para mitigar el impacto ambiental se recomiendan las siguientes intervenciones:



- Establecer sólo el uso del compost casero como nutriente para los cultivos en el programa de seguridad alimentaria ReSA, teniendo en cuenta las capacitaciones que reciben las familias participantes en los encuentros motivacionales acerca la elaboración y uso del mismo.
- Realizar un estudio acerca el uso real de los tanques de PVC suministrados para la recolección del agua lluvia por parte de las familias, con el objeto de mirar la efectividad, practicidad e impacto social de este insumo en el núcleo familiar y su viabilidad respecto a la continuidad en la entrega o ser sustituido por otro insumo.
- Sustituir los tanques de PVC por tanques fabricados con resina de polietileno lineal de baja densidad.

La metodología propuesta a través del Análisis del Ciclo de Vida le puede ayudar al Departamento para la Prosperidad Social a mejorar su diagnóstico ambiental, ya que permite tener una idea global e integral de los impactos ambientales, dando paso a la creación de estrategias de desarrollo sostenible; el Análisis del Ciclo de Vida facilita la toma de decisiones, es decir, puede ser utilizado para la planificación estratégica, el establecimiento de prioridades, el diseño y rediseño de procesos o productos. Lo anterior redundará en la mejora del desempeño ambiental institucional y a su vez puede impactar de forma positiva sobre los costos financieros de los proyectos.

Respecto al cumplimiento del objetivo general y los objetivos específicos planteados en el presente documento, vemos que se han desarrollado a cabalidad. Analizándolos se determina que efectivamente se logró lo siguiente:

- Identificación de los impactos ambientales de la línea de intervención ReSA Urbano Tunja a través de la metodología del Análisis del Ciclo de Vida planteado por la norma NTC ISO 14040.
- Se propusieron unas recomendaciones de mejoramiento del desempeño ambiental de la línea de intervención ReSA Urbano del Departamento para la Prosperidad Social.
- A través de la aplicación del Análisis del Ciclo de Vida y las herramientas de cálculo complementarias tales como el software SimaPro 8 y la plantilla The Greenhouse Gas Protocol Initiative se mostró al Departamento para la Prosperidad Social una metodología para mejorar sus procedimientos de identificación de aspectos ambientales y formulación de estrategias de control operacional ambiental en el marco del Desarrollo Sostenible.

Teniendo en cuenta el desarrollo del presente documento y sus resultados se recomienda al Departamento para La Prosperidad Social incluir la metodología del Análisis del Ciclo de Vida en la identificación de sus aspectos e impactos ambientales en su actual Sistema de Gestión Ambiental.

Se recomienda a la Pontificia Universidad Javeriana y a su Facultad de Estudios Ambientales y Rurales que se exhorta a algunos estudiantes para que se logre avanzar en la publicación de un documento guía, cuyo objetivo principal sea el de orientar a las organizaciones usuarias de la norma NTC ISO 14001, acerca la incorporación del Análisis del Ciclo de Vida como metodología para mejorar el desempeño ambiental de sus actividades a través de la identificación y valoración de sus aspectos e impactos ambientales.

## REFERENCIAS

- Agency for toxic substances and disease registry. (2002). *Amoníaco (ammonia)*. Recuperado de [http://www2.udec.cl/matpel/toxfaq\\_espanol/AMONIACO.pdf](http://www2.udec.cl/matpel/toxfaq_espanol/AMONIACO.pdf)
- Antón, M. (2004). *Utilización del Análisis del Ciclo de Vida en la Evaluación del Impacto Ambiental del Cultivo Bajo Invernadero Mediterráneo*. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España
- Boletín de Estadísticas Sistema de Seguimiento y Evaluación SSAN, Junio 2013. Recuperado de [http://www.dps.gov.co/documentos/8412\\_Bolet%C3%ADn\\_de\\_Estad%C3%ADsticas\\_SSAN\\_-\\_corte\\_Junio\\_2013.pdf](http://www.dps.gov.co/documentos/8412_Bolet%C3%ADn_de_Estad%C3%ADsticas_SSAN_-_corte_Junio_2013.pdf)
- Castro, H. (2012). Revistapeso.com: El Plan Nacional de Alimentación y Nutrición (PAN). Recuperado de <http://revistapeso.com/el-plan-nacional-de-alimentacion-y-nutricion-pan/>
- Carrillo, D. (2011). *Pvc, propiedades, aplicaciones e impacto ambiental*. Recuperado de <http://www.slideshare.net/dcxox/pvc-propiedades-aplicaciones-e-impacto-ambiental>
- Corrales, E., Forero, J., & Maya, L. (2001). *Evaluación Nacional del programa ReSA Acción Social – Presidencia de la República Resumen Ejecutivo*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia
- Corredor, Y., & Moreno, L. (2013). *Manejo Agroecológico de la Huerta Casera*. Programa Red de Seguridad Alimentaria y Nutricional ReSA. Alcaldía Mayor de Tunja.
- Consejo Nacional de Política Económica Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación. (2007). *Documento Conpes Social 113. Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN)*. Bogotá

Contaminación por Fertilizantes. Tema 14. Nitrógeno. Recuperado de <http://edafologia.ugr.es/conta/tema14/nitrog.htm#anchor786699>

Arce, B., Sánchez, L., & Terán, C., (2012). *Aprendiendo y Construyendo Nuestra Huerta Urbana Escolar*. Corpoica Bogotá

Departamento para la Prosperidad Social (DPS). (2013). *Guía para la intervención de la subdirección de seguridad alimentaria y nutrición*. Recuperado de [www.dps.gov.co](http://www.dps.gov.co)

Departamento para la Prosperidad Social (DPS). (2013). *Boletín de Estadísticas SSAN junio 2013*. Recuperado de [www.dps.gov.co](http://www.dps.gov.co) Radicado No.:20135100783091

Diouf J. (2013). Cumbre Mundial Sobre la Alimentación. Recuperado de [http://www.fao.org/wfs/index\\_es.htm](http://www.fao.org/wfs/index_es.htm)

Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial. 13 -17 de Noviembre 1996 Roma Italia. Recuperado de [http://www.idhc.org/esp/documents/Agua/D\\_alimentacionRoma.pdf](http://www.idhc.org/esp/documents/Agua/D_alimentacionRoma.pdf)

Europlas de Venezuela, C.A. (2011). *Síntesis informativa sobre el impacto ambiental de los equipos M.I.N.A. (Máquina Industrial Nuevas Auras)*. Recuperado de [http://www.euoplastdevenezuela.com/Downloads/informe\\_impacto%20ambiental\\_MINA%202011.pdf](http://www.euoplastdevenezuela.com/Downloads/informe_impacto%20ambiental_MINA%202011.pdf)

FUNIBER. Capítulo 1. Análisis de Ciclo de Vida de Materiales, Productos y Servicios.

Guerrero, L. (2014). *Los Gases de Efecto Invernadero*. Recuperado de <http://vidaverde.about.com/od/Ciencia-y-naturaleza/a/Los-Gases-De-Efecto-Invernadero.htm>

- Hsbnoticias.co. (2013). Agricultura Urbana en la Ciudad de Tunja Recuperado de <http://www.hsbnoticias.co/vernoticia.asp?ac=Agricultura-urbana-en-la-ciudad-de-Tunja&WPLACA=31894>
- ICONTEC. (2007). *Norma Técnica Colombiana ISO 14040. Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia*. Bogotá
- ICONTEC. (2000). *Norma Técnica Colombiana ISO 14041. Gestión Ambiental. Evaluación del Ciclo de Vida. Definición del propósito y del alcance y análisis del inventario*. Bogotá
- ICONTEC. (2000). *Norma Técnica Colombiana ISO 14042. Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida*. Bogotá
- ICONTEC. (2000). *Norma Técnica Colombiana ISO 14043. Gestión Ambiental. Evaluación del Ciclo de Vida. Interpretación del Ciclo de Vida*. Bogotá
- Ortegate, P., Quiroga, M., & Montañez, M. (2010). *La huerta casera orgánica como estrategia para el aprovechamiento del espacio físico, cuidado del medio ambiente y mejoramiento nutricional de las familias del Colegio Distrital Enrique Olaya Herrera J. Tarde*. Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia
- Perfetti J., Gallego J., Perfetti M. (2010). Programa ReSA: Fortalecimiento de las bases de la seguridad alimentaria en el sector rural. FAO – FEDESARROLLO. Recuperado de [http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/Programa-ReSA-fortalecimiento-de-las-bases-de-la-seguridad-alimentaria-en-el-sector-rural-INFF\\_201001003.pdf](http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/Programa-ReSA-fortalecimiento-de-las-bases-de-la-seguridad-alimentaria-en-el-sector-rural-INFF_201001003.pdf)
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2011). *Anuario Estadístico de Frutas y Hortalizas*. Impreso por Editorial JL Impresores LTDA. Bogotá

Perfetti J. (2007). El Modelo de Intervención ReSA: en pos de la superación del hambre en zonas rurales. FEDESARROLLO – Acción Social. Recuperado de [http://alimescolar.sistematizacion.org/fileadmin/user\\_upload/Colombia\\_modelo\\_intervencion\\_resa\\_2007.pdf](http://alimescolar.sistematizacion.org/fileadmin/user_upload/Colombia_modelo_intervencion_resa_2007.pdf)

Red de Gestores Sociales. (2005). *Plan Nacional de Alimentación y Nutrición (PNAN)*. Recuperado de [http://www.pnud.org.co/2003/boletinesDePrensa/boletinRGS19\\_opt.pdf](http://www.pnud.org.co/2003/boletinesDePrensa/boletinRGS19_opt.pdf)

Robayo, F. (2004). *Proyecto de Seguridad Alimentaria para la Eco-Región de la Mojana*. Departamento Nacional de Planeación Bogotá.

Servicio de Sanidad Ambiental (2008). *Sulfato de Cobre*. Región de Murcia, Dirección General de Salud Pública.

Software SimaPro 8. 2013 versión Demo. Compañía Pré-Consultants. Descargado en <http://www.pre-sustainability.com/>