



PROGRAMA DE INVESTIGACION



MEJORAS AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO DE LA
COMPETITIVIDAD EN TRES CADENAS
AGROALIMENTARIAS COSTARRICENSES

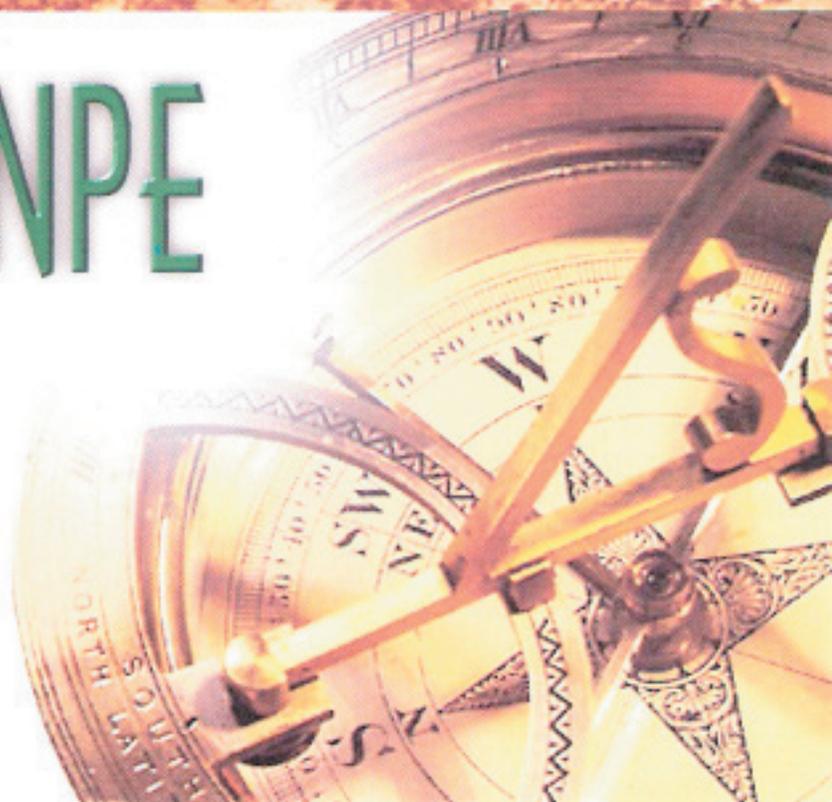
Marjorie Hartley B.

Rafael Díaz P.

Serie Documentos de Trabajo 001-2008



CINPE



**MEJORAS AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO DE LA
COMPETITIVIDAD EN TRES CADENAS
AGROALIMENTARIAS COSTARRICENSES**

**Marjorie Hartley B.
Rafael Díaz P.**

Este documento se elaboró dentro del marco del
Proyecto “Sostenibilidad de las Agroindustrias
Alimentarias de Centroamérica”

Abril, 2008
Heredia, Costa Rica

RESUMEN

Este documento de trabajo presenta los resultados de la aplicación de la Evaluación de Ciclo de Vida (LCA por sus siglas en inglés) a tres agro cadenas costarricenses, la de melón, chayote y café. El objetivo es identificar y cuantificar los impactos ambientales y sobre la salud humana, más importantes a lo largo de estas agro cadenas, distinguiéndolos por segmentos.

La aplicación del LCA permite evaluar el perfil ambiental de las agro cadenas “desde la cuna hasta la tumba” para identificar y cuantificar las entradas y salidas desde y hacia la economía y el ambiente, respectivamente, en términos de emisiones al aire, al agua, al suelo y su contribución con el deterioro de la salud humana, cuando es posible. Con la información obtenida de los perfiles ambientales se construyen los escenarios de análisis para evaluar opciones tecnológicas de procesos de producción y de organización de la cadena.

De esta forma los resultados del análisis muestran que la organización de los productores, diferentes cadenas de comercialización, los niveles de integración y coordinación a lo largo de la cadena, las demandas de los consumidores y la calidad, influyen fuertemente sobre el desempeño competitivo y ambiental de las agro cadenas.

ABSTRACT

Results of Life Cycle Assessment (LCA) applied to three Costa Rican agro industries are presented in this working paper. The main objective is to indentify and quantify main environmental and social impacts along these commodity chains, distinguishing them at each production stage.

LCA is applied because it permits to assess the environmental profile of commodity chains from “cradle to grave” by identifying and quantifying inputs and outputs from economy and environment respectively, in terms of emissions to air, water, soil and its effects on human health. With the information obtained, an environmental profile and scenarios can be established in order to assess technological options in production processes and organization of the chain.

By these means, the analysis shows that grower organization, different commercialization chains, alternative integration and coordination levels along the chain, requirements from consumers, and quality patterns influence greatly environmental and competitiveness performance of agro chains.

TABLA DE CONTENIDO

I- INTRODUCCIÓN.....	4
II- LCA COMO HERRAMIENTA METODOLÓGICA.....	4
III. ASPECTOS RELEVANTES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETITIVIDAD ...	8
3.1 Agrocadena de Melón	9
3.1.1 Bases para la Evaluación del Ciclo de Vida de la Cadena de Melón	9
3.1.2 Escenarios de análisis.....	10
3.1.3 Perfil Ambiental de la Cadena de Melón con Bromuro de Metilo.....	12
3.1.4 Análisis comparativo.....	14
3.2 Agrocadena de Chayote	17
3.2.1 Bases para la Evaluación del Ciclo de Vida de la Cadena de Chayote	17
3.2.2. Escenarios de Análisis.....	19
3.2.3. Perfil Ambiental de Agrocadena de Chayote	20
3.2.4 Análisis comparativo.....	22
3.3 Agrocadena de Café	24
3.3.1 Bases para el Análisis del Ciclo de Vida de la Agrocadena de Café.....	24
3.3.2 Escenarios de Análisis.....	25
3.3.3 Perfil Ambiental de la Cadena de Café	26
3.3.4 Análisis Comparativo.....	28
IV. ANÁLISIS DE MEJORAMIENTO: UN PASO HACIA UNA MEJORA COMPETITIVA	29
V. BIBLIOGRAFIA	32
VI. ANEXO.....	33

MEJORAS AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETITIVIDAD EN TRES CADENAS AGROALIMENTARIAS COSTARRICENSES

Marjorie Hartley B. y Rafael Díaz P. *

I- INTRODUCCIÓN

El presente informe se enmarca dentro del Proyecto Improved Sustainability of Agro – Food Chains in Central America” (Contract ICA4-CT-2002-10010), en el cual se incluyó el análisis del desempeño ambiental de 3 agroindustrias costarricenses, como son: melón, chayote y café, con el objetivo de identificar y cuantificar los impactos ambientales que se producen a lo largo de las cadenas productivas, para cada uno de sus segmentos.

Para determinar las afectaciones ambientales a lo largo de las cadenas mencionadas, se utiliza la metodología de evaluación de ciclo de vida, mejor conocida como LCA (por sus siglas en inglés). Esta técnica permite evaluar el desempeño ambiental por segmento productivo desde la “cuna hasta la tumba” de un proceso o producto, para identificar y cuantificar las entradas al sistema de producto en términos de insumos provenientes tanto de la economía como del ecosistema, y al mismo tiempo, las salidas en términos de emisiones al aire, al agua, al suelo y la contribución con el deterioro de la salud humana, cuando es posible.

Con la información que arroja este análisis por segmento de las cadenas, se construye un perfil ambiental de los productos, relacionando las emisiones encontradas a lo largo de las cadenas con impactos globales como: toxicidad humana, calentamiento global, destrucción del ozono, ecotoxicidad y otros. Posteriormente, estos resultados pueden ser utilizados como instrumento de gestión ambiental, que contribuya con la toma de decisiones para incluir de manera adecuada, el manejo y gestión de los recursos naturales y mejorar el desempeño ambiental y competitivo de la agroindustria alimentaria.

Este documento de trabajo tiene la finalidad de mostrar con detalle el proceso seguido en la aplicación de la herramienta de LCA a las tres agrocadenas mencionadas y con ello aportar elementos para el desarrollo de la gestión ambiental y la búsqueda de acciones de estrategia y formulación de políticas sectoriales.

En este documento se incluye una breve descripción metodológica de la herramienta de LCA en la segunda sección, así como los resultados de su aplicación para las tres cadenas agroalimentarias de melón, chayote y café en la tercera sección. Estos resultados son posteriormente, evaluados a la luz de la política económica sectorial y el desempeño competitivo de las cadenas para ofrecer en la cuarta sección un análisis del mejoramiento competitivo de las cadenas.

II- LCA COMO HERRAMIENTA METODOLÓGICA

La evaluación de ciclo de vida estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo del ciclo de vida de un producto o de una actividad. Esta técnica examina, desde la producción, transporte y extracción de materias primas, siguiendo con la fabricación, distribución, uso, posible uso/reciclado y disposición final de un producto. Para cada una de estas etapas se calculan las entradas (en términos de materia prima y energía) y salidas (en términos de emisiones al aire, agua y residuos sólidos) que posteriormente se totalizan. Estas entradas y salidas se traducen

* Investigadores del CINPE. mhartley@una.ac.cr y rdiaz@una.ac.cr. Teléfono: 2263-4550.

en las afectaciones ambientales que se generan sobre el ecosistema, producto de la realización del ciclo de vida de un producto o servicio en estudio (Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile, 2002).

El LCA se define como "*un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando la energía y los materiales utilizados y los residuos liberados al medio, y para evaluar y poner en práctica mejoras ambientales*" (SETAC, 1991). De manera que el LCA se constituye en un tipo de contabilidad ambiental en la que se cargan al producto las emisiones ambientales, debidamente cuantificadas generadas a lo largo de la cadena productiva.

Partiendo del hecho de que el ciclo de vida se cumple en fases o segmentos, según esté constituida la cadena del producto, la contabilidad ambiental se asocia con estos segmentos de la cadena, de manera que se identifica el uso de materia prima, energía y emisiones para cada uno. Esta posibilidad permite identificar eslabones con mayor o menor grado de potencial daño ambiental.

Así, el beneficio de la aplicación de esta técnica va más allá del desempeño ambiental. En efecto, se presentan oportunidades de mejoramiento tales como: sustitución de materias primas y otros insumos, manejo de residuos, entre otras. También en términos más cualitativos, contribuye con la sensibilización de los consumidores al diferenciar productos más limpios y buscar su preferencia en el mercado. Este mejoramiento en el desempeño ambiental se puede traducir además en mejor eficiencia en el uso de las materias primas y de la energía, innovaciones de procesos, creación de nuevos productos y procesos, así como reducir el riesgo de accidentes. Todos estos elementos se traducen en mejoras competitivas (Díaz, et.al. 2000).

Además esta misma información suministrada por el LCA, puede ser utilizada para extender el beneficio individual a todo un sector, favoreciendo así su desempeño global mediante la propuesta de políticas económicas.

Con el fin de normalizar esta metodología y con ello lograr una mayor confiabilidad en los resultados obtenidos, la International Organization for Standardization (ISO)¹, creó el Strategic Advisory Group on the Environment (SAGE)², con el objetivo de discutir la necesidad de desarrollar normativas relativas a la gestión ambiental, dado el desarrollo del tema a nivel mundial. Las discusiones de este grupo condujeron a la creación en 1991 del Comité Técnico 207 (CT 207), el cual tiene la responsabilidad de desarrollar normas que incorporen el tema ambiental, con el gran desafío de no entorpecer el comercio internacional, y que hoy en día conocemos como la serie de Normas ISO 14,000 (Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile, 2002).

Estas normas se aplican en estudios realizados en el área productiva, que arrojan información al empresario que le facilita la toma de decisiones dirigidas a mejorar el desempeño ambiental de la empresa. Proporciona además todos aquellos elementos de análisis necesarios para certificar su producto, bajo esquemas de sellos verdes o ambientales (Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile, 2001).

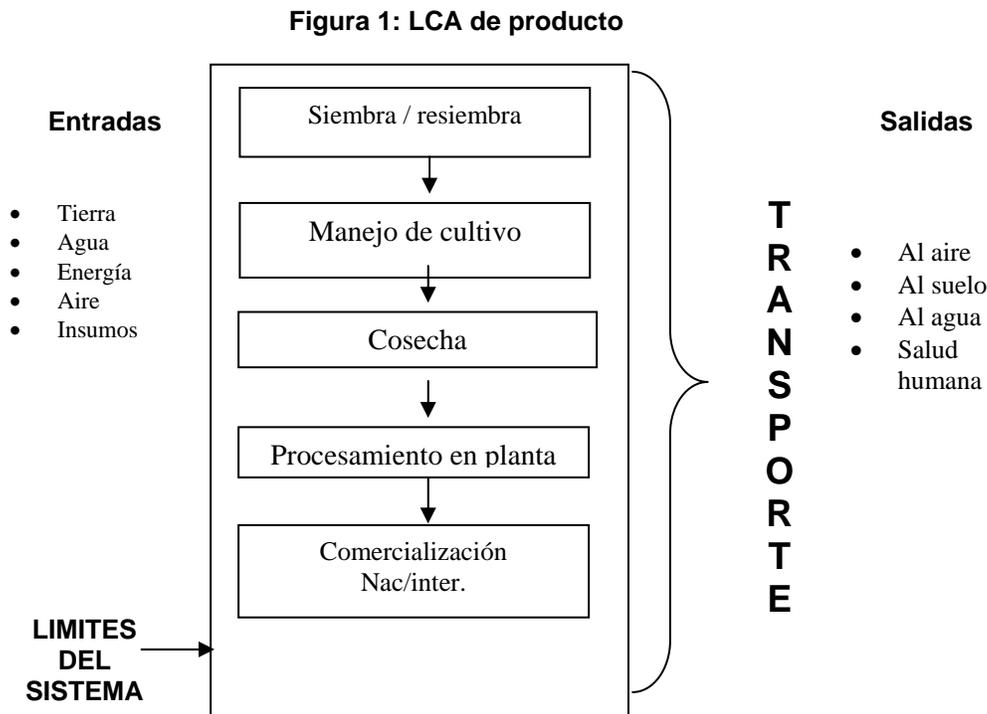
De acuerdo con la metodología propuesta por Heijungs *et. al* (1992), una aplicación de LCA requiere de cinco fases, que se describen a continuación.

¹ Organización Internacional para la Normalización, fundada en 1947.

² Grupo Asesor Estratégico en Medio Ambiente.

Primera Fase: Definición de la meta

Comprende varias etapas como: la caracterización del objeto del estudio, así como la determinación de los límites del sistema analizado. En concreto, como se muestra en la Figura 1, se identifican y contabilizan las entradas y salidas de cada proceso seguido por el producto. Para esto debe definirse el límite de análisis mostrando así los eslabones considerados, las materias primas y los procesos de transformación y sus respectivas emisiones. El análisis debe incluir todas las fases de transporte y sus emisiones.



Fuente: Elaboración propia.

Segunda Fase: Análisis de Inventario

Comprende la descripción de los diversos segmentos del proceso productivo, poniendo énfasis en los productos utilizados como insumos y recursos de la naturaleza (entradas) y los residuos que son emitidos al ambiente en forma sólida, gaseosa o bien líquida, (salidas).

Esta descripción permite segmentar el sistema de producto e identificar la procedencia de los insumos utilizados, de manera que se clasifican como provenientes de la economía o bien del ecosistema. Y además facilita la cuantificación de los insumos utilizados y el cálculo de las emisiones que producen en cada segmento de la cadena productiva.

Los resultados de la descripción de los procesos y su posterior cuantificación generan una tabla de inventario, en la cual se sistematizan las entradas y salidas de insumos y productos de los subsistemas económico y ambiental, identificados en la cadena productiva en estudio, donde deben ser consideradas además las operaciones de transporte, reciclado, mantenimiento, etc.

Tercera Fase: Clasificación

Una vez que se tiene la estimación de las emisiones generadas durante el ciclo productivo, se clasifican por tipo de afectación ambiental, y se cuantifican, para elaborar un perfil ambiental del sistema de producto. Para el caso que nos ocupa las clasificaciones son: Calentamiento Global, Acidificación, Deterioro de la Capa de Ozono, Toxicidad Humana (al aire, agua), Ecotoxicidad (al aire, agua y suelo) y Nutricación.

Cuarta Fase: Evaluación

Se compone de dos etapas: la evaluación del perfil ambiental y la evaluación de la fiabilidad y validez de los resultados del LCA.

La finalidad de esta fase es la de interpretar el inventario, analizando y evaluando los impactos producidos por las cargas ambientales identificadas en éste. Con los resultados obtenidos en la clasificación, se especifican los problemas ambientales y se cuantifican los impactos para construir indicadores ambientales y por último, se pasa a una evaluación cualitativa y cuantitativa de la importancia relativa de las distintas categorías de impacto. En ese sentido, se incluye en esta fase un proceso de normalización según el cual se obtiene un índice con los resultados de las distintas categorías de impactos de la ECV de acuerdo a su contribución en cada proceso y finalmente, cómo contribuye el producto a cada factor ambiental considerado en el estudio.

Este análisis facilita la interpretación y combinación de los datos del inventario de formas más manejables y significativas, para la toma de decisiones. Se trata de relacionar los parámetros identificados en la fase de inventario con la clasificación de impactos ya definida.

Quinta Fase: Análisis de Mejoramiento

En esta etapa se afina la información generada durante las etapas anteriores, con el objetivo de mejorar el producto. Inclusive, sus resultados pueden ser un inicio para el rediseño de productos y procesos. Para el caso específico de esta investigación no se aborda el rediseño de productos, sino más bien se introduce una discusión sobre los resultados relevantes tanto cuantitativos como cualitativos que permitan orientar la formulación de una estrategia de sostenibilidad para cadenas agroalimentarias.

Una vez que se ejecuten estas tareas, se cuenta con una evaluación global e indicadores ambientales que son útiles para identificar innovaciones, ampliar y/o mejorar la información existente sobre el ciclo productivo.

El LCA presenta algunas limitaciones, por ejemplo la disponibilidad de datos y que su aplicación puede resultar muy costosa. Adicionalmente, no es posible hacer estudios temporales, por el contrario se ubica en un momento específico del tiempo. La cuantificación de las afectaciones ambientales puede constituir meras estimaciones, dado que es importante diferenciar entre los sitios geográficos donde ocurren, porque el mundo real cambia constantemente, por la falta de datos y los supuestos que se asumen durante el desarrollo de la evaluación.

En este documento la aplicación del LCA tiene dos particularidades. Por una parte, debido a las limitaciones del estudio la aplicación es parcial, alcanzando a ser un inventario del ciclo de vida, en el que se identifican y cuantifican los principales flujos entrantes y salientes de los procesos productivos³. En ese sentido, no se desarrolla dentro de la evaluación el proceso de normalización que requiere parámetros de ponderación que no estaban disponibles en el estudio.

³ Este tipo de estudios se conocen como LCI por su denominación en inglés Life Cycle Inventory. Iglesias, 2005.

Un segundo aspecto se refiere a que esta aplicación si bien se refiere a un producto, no se centra en el ámbito de la cadena de abastecimiento (supply chain) de una empresa, sino en el contexto de la cadena productiva del producto, es decir en un ámbito más sectorial. En ese sentido, la contribución del estudio se orienta al desarrollo de la gestión ambiental en la cadena productiva, que guiaría la búsqueda de acciones de estrategia y formulación de políticas en forma coordinada, por los diferentes actores de la cadena.

III. ASPECTOS RELEVANTES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETITIVIDAD

Las condiciones de la competitividad están íntimamente relacionadas con el ambiente. Por un lado el mejoramiento de la competitividad y la productividad son una importante fuente de desarrollo del sector agroalimentario en general, y por otro lado, éstas deben ser sustentables, de manera que garanticen la preservación y conservación de los recursos naturales y porque no, también del mejoramiento de la base de estos recursos.

Partiendo de esta relación, el LCA como herramienta de gestión de la sostenibilidad, aporta elementos para observar a las cadenas agroalimentarias como eslabones (individuales e integrados), que según sus características contribuyen o por el contrario, afectan la base natural sobre la cual actúan.

En el caso particular de las 3 agrocadenas que interesan en este estudio, todas comparten más o menos la misma estructura. En el Cuadro No. 1 se detallan los segmentos considerados y sus características ambientales.

Cuadro 1. Segmentos de las Cadenas Agroalimentarias de Melón, Chayote y Café

Segmento	Melón	Chayote	Café
Siembra	Manejo de semillas Fertilización Control de plagas y enfermedades Polinización Uso intensivo de agroquímicos y fertilizantes sintéticos. Algunas partes de la Península de Nicoya con solarización. Con alta inversión	Manejo de semillas Fertilización Control de plagas y enfermedades Uso intensivo e indiscriminado de agroquímicos. En su gran mayoría pequeños productores no organizados.	Siembra/ resiembra Fertilización Control de plagas y enfermedades Uso intensivo de fertilizantes sintéticos. Productores organizados.
Procesamiento	Lavado y clasificación Pesaje y empaque Importante consumo de energía eléctrica y agua.	Lavado y clasificación Encerado Empaque Uso de energía eléctrica, agua y algunos insumos no impactantes.	Lavado, despulpado y clasificación Secado y clasificación Empaque Importantes avances en reducción del uso de aguas y mejora en tratamiento residual. Quema de biomasa.
Comercialización	Transporte en finca Transporte a puerto Transporte marítimo Transporte país de destino. Alto consumo de combustibles fósiles (diesel, gasolina y búnker)	Transporte a planta empacadora Transporte a puerto Transporte marítimo Transporte país de destino Alto consumo de combustibles fósiles (diesel y búnker).	Transporte a beneficio / receptor Transporte a puerto Transporte marítimo Transporte país de destino. Alto consumo de combustibles fósiles (diesel y búnker).
Consumo final	Consumidor	Consumidor	Consumidor.

Fuente: Elaboración propia con base en árboles de proceso de los sistemas de producto.

En primera instancia, el Cuadro 1 indica que las afectaciones ambientales de las tres cadenas agroalimentarias en análisis podrían venir de los segmentos de siembra por el uso de agroquímicos y fertilizantes sintéticos, y del segmento de comercialización, por el uso de combustibles fósiles (diesel y búnker).

Esta primera información ofrece elementos importantes en relación con la competitividad de las agrocadenas en estudio. La mejora en el desempeño ambiental de las agrocadenas de café, melón y chayote deberían surgir de modificaciones en los segmentos agrícola y de comercialización de las cadenas. Esta hipótesis de trabajo deberá ser contrastada más adelante, con los resultados de la evaluación del ciclo de vida de las 3 agrocadenas.

3.1 Agrocadena de Melón

3.1.1 Bases para la Evaluación del Ciclo de Vida de la Cadena de Melón

El producto en análisis es el melón del tipo Dorado que se constituye como la segunda variedad de exportación y su principal mercado es el europeo. La exportación se efectúa en diversos tamaños, el consumidor europeo prefiere frutas de tamaño medio, por tanto todas las cuantificaciones se llevan a una unidad de melón calibre 6 (unidad funcional).

La producción de melón se concentra en las provincias de Puntarenas y Guanacaste, que son las regiones que cumplen con las necesidades climáticas para su mejor desarrollo. Para efectos del análisis se consideró la producción de la Península de Nicoya, donde se concentró el estudio del melón en el proyecto dentro del cual se desarrolla este trabajo.⁴

Este cultivo requiere del uso intensivo de maquinaria agrícola, agroquímicos y mano de obra. La semilla utilizada es mejorada genéticamente e importada de Estados Unidos principalmente. Estas características implican para esta actividad económica, una elevada estructura de costos, que representa en la práctica una barrera de entrada para otros productores.

Los terrenos de producción de melón se rotan en distintas épocas del año, de manera que cuando pasa la cosecha de esta fruta se siembra sandía, maíz o bien se deja en barbecho. Algunas fincas utilizan la técnica de solarización del terreno, para eliminar microorganismos del suelo y alguna maleza, por tanto no utilizan el terreno en otros cultivos.

Para determinar los límites de este estudio, se aclara que el análisis de la cadena de melón no incluye la producción y comercialización de semillas, agroquímicos y energía, sino que se estudia el proceso de producción de la fruta propiamente dicho que incluye los procesos anotados en el Cuadro 2.

El Cuadro 2 muestra que la cadena de melón utiliza para sus diversos procesos, insumos tanto de la economía, como del ecosistema. Estos insumos generan salidas en forma de productos, subproductos y emisiones al aire, al agua y al suelo. Y son estas emisiones las que se traducen en impactos ambientales y deterioro del ecosistema como se verá más adelante.

⁴ Más detalles de esta cadena pueden verse en Sandí 2003 y Valenciano, 2003.

Cuadro 2. Insumos utilizados y salidas que genera la cadena de melón

Procesos	Insumos		Salidas				
	De la Economía	Del Ecosistema	A la Economía	Al Ecosistema			
				Agua	Suelo	Aire	Humano
Siembra	Semillas importadas, agroquímicos, combustibles fósiles, plástico, fertilizantes. Maquinaria y equipo agrícola.	Tierra y sus nutrientes, agua, luz solar.		Deterioro de la calidad del agua por la escorrentía, tendencia a la nutrificación	Escorrentía, bioacumulación y persistencia en el suelo, afectación a la micro flora y micro fauna. Erosión eólica.	Liberaciones de partículas de los agroquímicos. Emisiones de CO ₂ , SO ₂ , NO _x , CO. Deterioro de la capa de ozono.	Deterioro de la salud humana.
Control de plagas y enfermedades	Agua potable, agroquímicos, combustible fósil.	Sol, agua.		Deterioro de la calidad del agua por la escorrentía, tendencia a la nutrificación.	Escorrentía, bioacumulación y persistencia en el suelo, afectación a la micro flora y micro fauna.	Liberaciones de partículas de los agroquímicos. Emisiones de CO ₂ , SO ₂ , NO _x , CO	Enfermedades respiratorias. Ruido
Fertilización	Agua potable, fertilizante sintético, combustible fósil.	Nutrientes del suelo		Acumulación de nitrógeno y tendencia a la nutrificación	Bioacumulación y persistencia en el suelo.	Emisiones de CO ₂ , SO ₂ , NO _x , CO	Deterioro de la salud humana.
Polinización	Colmenas de abejas	Viento, sol, agua.	Mil de abejas, polén.				
Cosecha	Combustible fósil, espuma.	Sol.	Producto de rechazo para mercado nacional y para alimento de animales.		Producto descompuesto, hojas.	Emisiones de CO ₂ , SO ₂ , NO _x , CO	Deterioro de la salud humana.
Procesamiento	Electricidad, agroquímicos, agua, cloro.	Luz, agua.	Producto de rechazo para mercado nacional y para alimento de animales.	Agua contaminada.			
Comercialización	Combustible fósil.					Emisiones de CO ₂ , SO ₂ , NO _x , CO	Deterioro de la salud humana.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Escenarios de análisis

Para el análisis del desempeño ambiental de la cadena agroalimentaria de melón se consideran 3 escenarios vinculados con el uso de diversas tecnologías en fase agrícola y el acceso a información en momentos específicos. En un primer momento, interesa conocer las afectaciones ambientales que se generan en la producción de melón utilizando Bromuro de Metilo (BM). Considerando que en el Protocolo de Montreal se acordó eliminar la utilización de este gas para la agricultura.

Por la falta de información primaria para esta evaluación se construye un escenario de análisis con datos secundarios proporcionados por el MAG para un productor de la zona de Parrita.

Este Escenario Base se caracteriza por el uso de BM por parte de grandes productores asociados a la transnacional Del Monte.

Un segundo momento, corresponde a la necesidad de contrastar los datos obtenidos del primer escenario con una tecnología productiva alternativa. Esto por cuanto se conocen los efectos negativos que produce el BM sobre la capa de ozono (de ahí su prohibición) y la necesidad de ubicar productos alternativos. Para este análisis se utilizaron datos de productores de melón ubicados en la Península de Nicoya. Este sitio alberga pequeños productores, llamados así por el número de ha en explotación. Con esta información se construye el Escenario Alternativo 1 (con Metan Sodio).

Finalmente un tercer momento, en el que interesa contrastar los resultados del Escenario Alternativo 1, con otra tecnología que se ha denominado no química, como es la solarización. Este tercer escenario se construyó con información de pequeños productores que solarizan algunos de los lotes de sus fincas, como sustituto del BM y del Metan Sodio (50% menos cantidad), para curar la tierra antes de la siembra.

Los 3 escenarios de análisis comparten alguna información, por ejemplo: los datos sobre distancias de la planta empacadora a Puerto Limón, y de aquí, al consumidor en Holanda vía el Puerto de Róterdam.⁵

El análisis de 3 escenarios permite comparar las tecnologías que en cada caso se utilizan, para ubicar mejoras desde el punto de vista ambiental, que contribuyan con un mejor posicionamiento de la cadena en el mercado internacional. Con este fin se presenta la descripción de los impactos ambientales generados en cada eslabón de la cadena del Escenario Base (con BM) y posteriormente, se incorporan cambios y se analizan los resultados en términos de los impactos ambientales provocados, teniéndose como resultado final la potencialidad de impacto ambiental por proceso según cada tecnología. En el Cuadro No. 3 se sistematizan los escenarios utilizados.

Cuadro 3. Resumen de la construcción de escenarios de análisis

Escenario	Objetivo	Caso	Particularidades
Base con Bromuro Metilo	Identificar y cuantificar las afectaciones ambientales por segmento de la cadena productiva de melón	Empresa de Parrita, socia de transnacional.	No se tiene información primaria. El escenario se construye con datos de varias fuentes (secundaria, entrevistas a expertos, etc.)
Alternativo 1 Metan Sodio (químicas)	Identificar una tecnología productiva alternativa al uso de BM. Cuantificar sus impactos ambientales y contrastarlos con los resultados del escenario base.	Productores de la Península de Nicoya.	Información proviene de encuesta a productores de la zona y se complementa con información del Escenario Base. Se ubicaron otros agroquímicos usados y los posibles sustitutos.
Alternativo 2 Solarización (no química)	Identificar una tecnología no química al B M. Cuantificar las afectaciones ambientales y contrastar los resultados con Alternativo 1.	Productores de la Península de Nicoya.	Esta técnica sólo se puede aplicar en algunos lotes de fincas ubicadas en la Península de Nicoya.

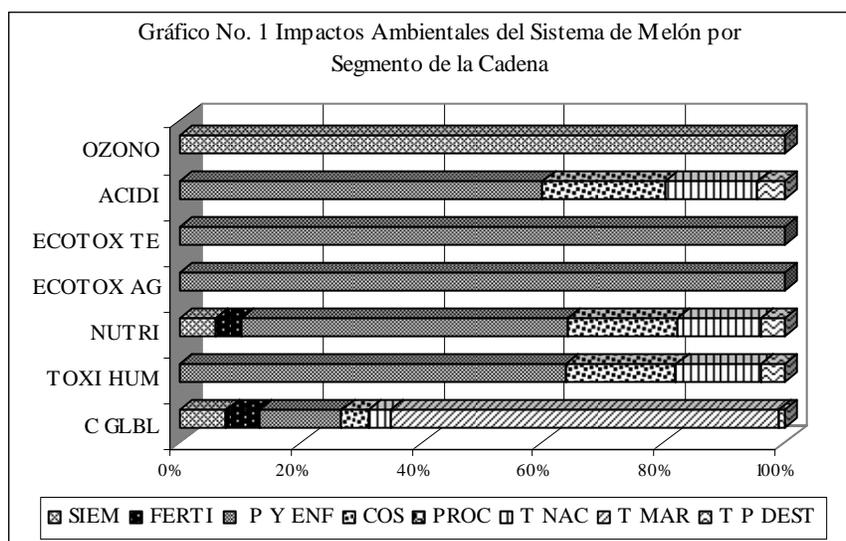
Fuente: Elaboración propia.

⁵ Información de Osejo, 2003.

3.1.3 Perfil Ambiental de la Cadena de Melón con Bromuro de Metilo

El perfil ambiental se analiza en dos etapas. En un primer momento analizamos la distribución de los impactos ambientales de la producción de melón en un escenario base con el uso de bromuro de metilo, distinguiendo en la producción agrícola cuatro sub-procesos: siembra, fertilización, control de plagas y cosecha. De esta forma se puede analizar con mayor detalle las fuentes de los impactos ambientales provenientes de esta fase, que se desarrolla dentro de nuestras fronteras. En un segundo momento se realiza un análisis comparativo de los escenarios detectados en el estudio, sin desagregar los sub-procesos agrícolas.⁶

En el Gráfico 1 se presentan los resultados de la clasificación de los impactos ambientales, que comentamos seguidamente.



Fuente: elaboración propia con base en Anexo No.3.

Calentamiento Global

Las sustancias que contribuyen con el calentamiento del planeta son el Dióxido de Carbono (CO₂) y el Dióxido de Nitrógeno (N₂O). La primera de ellas es emitida en casi todos los procesos de la cadena productiva de melón (excepto los segmentos de fertilización y procesamiento), por el consumo del diesel. La segunda sustancia es emitida durante la siembra por el uso del fertilizante de fórmula completa 10 – 30 – 10 y principalmente en la fase de fertilización por uso de varios productos.

El segmento de la cadena que más contribuye con el calentamiento global es la comercialización de la fruta, especialmente las actividades de transporte marítimo (uso de búnker). Le sigue en importancia el segmento de control de plagas y enfermedades por el consumo de diesel para la aplicación y la cosecha del producto, también por el consumo de diesel para el transporte de la fruta.

Toxicidad Humana

Esta clasificación de impacto se divide en emisiones liberadas en el medio acuático y aquellas liberadas al aire. Considerando ambas emisiones la afectación se genera durante varios de los

⁶ Para mayor detalle de la cuantificación ver Anexo 3.

segmentos de la cadena productiva de melón, especialmente provocada por la aplicación de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, y por el uso de diesel durante la cosecha de la fruta y el transporte nacional del producto.

Acidificación

La única sustancia emitida que contribuye con la tendencia hacia la acidificación del ambiente es el Oxido de Nitrógeno (NO_x) que se expulsa durante el consumo de combustibles fósiles, principalmente por el uso de tractor y bomba de riego para el control y manejo de plagas y enfermedades, también durante la cosecha para el traslado de la fruta y durante el transporte terrestre del producto desde la planta empacadora hasta el puerto de embarque.

Nutrificación

La contribución con esta clasificación de impacto proviene de las emisiones de Nitrógeno (N), por la aplicación de fertilizantes durante los procesos de preparación del terreno para la siembra y la fertilización foliar o bien a través del sistema de riego, pero se destaca la participación del fertilizante, fórmula completa 10-30-10 que se utiliza solo una vez antes de la siembra de la planta.

La mayor contribución con esta tendencia proviene de las emisiones de Dióxido de Nitrógeno (NO_x), que se genera durante el consumo de combustibles como el diesel. Las emisiones provienen principalmente del segmento de control de plagas y enfermedades, por el uso de tractor y bomba de riego, el transporte durante la cosecha y el transporte terrestre del producto.

Ecotoxicidad

El deterioro en la calidad de las aguas y del suelo proviene del segmento de control de plagas y enfermedades, exclusivamente por el uso de agroquímicos. La contribución con esta clasificación de impacto, se presenta fundamentalmente en el medio terrestre.

Recuadro 1: Características del Bromuro de Metilo

Es un gas que se utiliza como pesticida para el control de plagas y enfermedades especialmente en el campo agrícola. Se utiliza comúnmente como esterilizador de suelos para el control de nematodos, hongos, malezas e insectos. Se aplica inyectándolo en el suelo y posteriormente se cubre con plástico para retenerlo en el lugar. En Costa Rica se emplea principalmente en la producción de melón, y para proteger productos para el embalaje para exportación.

El Bromuro de Metilo (BM) está clasificado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como extremadamente tóxico de categoría 1. Penetra especialmente por los pulmones, pero también afecta el sistema nervioso provocando mareos, dolor de cabeza, náusea, vómitos, sueño, debilidad, visión borrosa y otros.

En el ambiente el BM destruye la capa de ozono, al elevarse a las capas superiores de la atmósfera. El ozono es una molécula de tres átomos de oxígeno, que se forma naturalmente en las capas superiores de la atmósfera por la energía del sol. La concentración del ozono se encuentra en la estratosfera. El ozono es una molécula muy inestable, la radiación solar lo vuelve a descomponer, creando nuevamente oxígeno molecular y átomos de oxígeno libres, repitiéndose el ciclo de formación de ozono. Cuando el BM alcanza la capa de ozono es descompuesto por la radiación solar y libera un radical de bromo. Este radical atrae un átomo de oxígeno y rompe de esta manera el ozono. Después de una serie de reacciones el bromo sale nuevamente como radical y sigue destruyendo el ozono a gran velocidad. Debido a esta reacción, el efecto del BM es aproximadamente 50 veces más destructor del ozono que los átomos de cloro de los clorofluorocarbonos (CFC's). Entre un 50 y 95% del BM aplicado es liberado a la atmósfera.

Parte de los acuerdos del Protocolo de Montreal (1997), establecen la eliminación progresiva del BM tanto para países desarrollados como en desarrollo para 2015 (excepto para uso críticos).

En Costa Rica las Naciones Unidas financia un programa para la eliminación total del uso de BM para la agricultura. Hasta el momento se han identificado posibles sustitutos, pero los efectos biocidas no son tan eficientes y tampoco resultan tan baratos. En la península de Nicoya, algunos productores han sustituido y/o combinado el BM con Metan Sodio y los resultados han sido exitosos.

Fuente: Elaboración propia con datos de www.infoagro.com/abonos/bromuro_de_metilo.htm y de productores de la Península de Nicoya.

En síntesis analizando el perfil ambiental en términos absolutos, se tiene que la mayor contribución con las clasificaciones de impacto provienen del transporte marítimo de la fruta, principalmente con el Calentamiento Global. De ahí que el segmento de comercialización se constituye en el que genera mayor impacto ambiental por el consumo de diesel y búnker.

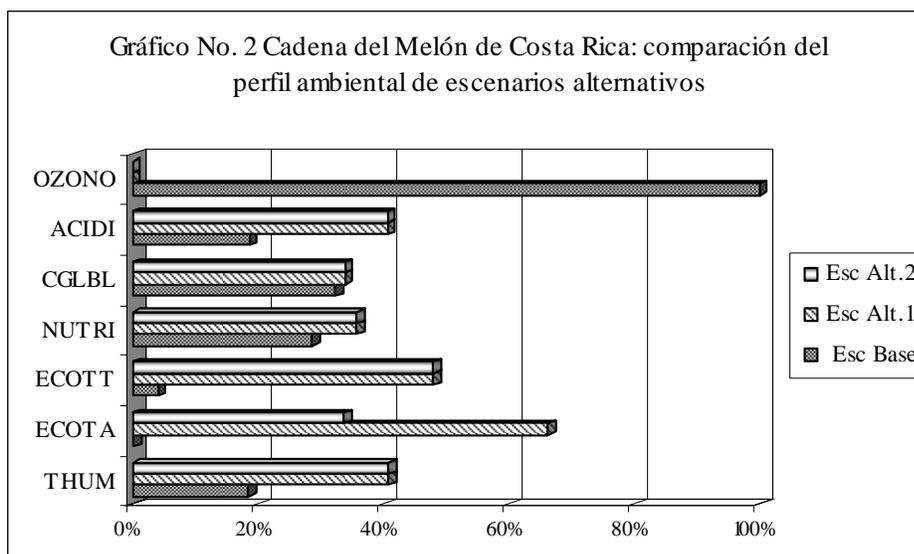
Le sigue en importancia el segmento de control de plagas y enfermedades también por el consumo de diesel y el segmento de cosecha del producto por el consumo del mismo insumo. Haciendo abstracción para efectos de análisis del uso de combustibles fósiles, se tiene que el segmento de siembra genera una importante contribución con el Calentamiento Global, por el uso del fertilizante fórmula completa 10-30-10, y adicionalmente contribuye, con el potencial de destrucción de la capa de ozono y otros impactos que esto representa en términos de desaparición de especies animales y vegetales, e incluso afectaciones sobre la salud humana. Además el segmento de control de plagas y enfermedades es el que más contribuye del deterioro en el medio acuático y terrestre.

3.1.4 Análisis comparativo

En esta sección realizamos el análisis comparativo considerando dos opciones alternativas al Escenario Base. Por una parte tenemos la alternativa tecnológica encontrada en la Península de Nicoya que se caracteriza fundamentalmente por el uso de Metan Sodio como producto sustituto del Bromuro de Metilo (EA1). Una segunda alternativa se refiere a la solarización (EA2). Esta se ha considerado en el sector melonero como un sustituto del BM y del 50% de aplicación del Metan Sodio para la cura del terreno antes de la siembra⁷. Es importante destacar que la solarización no

⁷ La principal característica de los terrenos solarizados es que aplican sólo el 50% del metan sodio que comúnmente utilizan en los lotes no solarizados. Para las siguientes fases de la cadena el paquete tecnológico es el mismo.

puede ser aplicada en todos los terrenos aptos para el cultivo de melón. Esta limitación objetiva ocasiona que sólo un 30% o 40% aproximadamente, del área destinada para el cultivo de melón en la Península, la puedan utilizar. En el Gráfico 2 se presenta cada categoría de impacto como un todo (100%), distinguiendo en ellas la proporción que significa cada escenario. Con este artificio se clarifica la comparación.



Fuente: elaboración propia con base en Anexo No.3.

Al observar el Gráfico 2 podemos señalar que el uso de metan sodio en las opciones Esc Alt1 y Esc Alt 2, elimina el impacto de deterioro de la capa de ozono, que sí presenta el uso de bromuro de metilo, sin embargo tiene efectos mayores en todas las otras categorías de impacto. Así, dichos escenarios contribuyen en mayor cuantía que el Escenario Base con la ecotoxicidad al agua, que casi no se da en el Escenario Base, y un gran crecimiento en la ecotoxicidad al suelo. Por otra parte, la Acidificación y la Toxicidad Humana se duplican, y los impactos crecen en cuantía levemente mayor en Nutricación y Calentamiento Global. De manera que los escenarios que no utilizan bromuro de metilo resultan generar mayores emisiones que el Escenario Base.

Si evaluamos estos resultados se tiene:

- La sustitución de bromuro de metilo por metan sodio reduce un impacto ambiental global, pero desmejora otras categorías de impacto, básicamente locales, con impactos muy altos en la ecotoxicidad humana⁸. Este balance deberá clarificarse aun más con un análisis que pondere esta situación.

⁸ Efectos globales son aquellos cuyos impactos son independientes de la localización geográfica en la que se extraen los recursos o en la que tienen lugar las emisiones (consumo de energía, calentamiento global, efecto sobre la capa de ozono, etc). Efectos de alcance regional o local son los impactos que sólo afectan un área geográfica localizada (acidificación, oxidación fotoquímica, eutrofización de las aguas, etc. En: www.infocalidad.net/ma_documentos/docs/300600t.doc.

- Por otra parte, la opción de la solarización aunque permite una disminución del impacto en la ecotoxicidad al agua, tiene posibilidades de aplicación muy restringidas. Si dimensionamos el impacto regional, tenemos que en la Península se cultiva cerca del 20% del total de la producción nacional y esta se produce con Metan Sodio. En la medida en que solo entre un 30 a 40% del área de producción puede ser solarizada en la Península, se tiene que de la producción total de melón se podría disminuir el impacto ambiental con solarización solamente entre el 6 y 8% del área nacional cultivada.

En consecuencia, se puede argumentar que:

- En las 3 tecnologías analizadas se contribuye fundamentalmente con el calentamiento global. Esta afectación proviene de las actividades de transporte del producto, específicamente el transporte marítimo. No se identifican formas alternativas de transporte del producto, que representen una reducción real del uso de combustibles fósiles, por tanto, los ensayos realizados para ubicar tecnologías menos impactantes se pensaron para la fase agrícola de la cadena productiva de melón.

Recuadro 2: Efecto de los plaguicidas en el ambiente.

Los plaguicidas actúan en el ambiente con una dinámica y destino diferentes, dependiendo del tipo de agroquímico y de las características del ecosistema que en que es aplicado. La dispersión y destino final del producto dependen además, del tipo de formulación, el método de aplicación y condiciones agrícolas.

Por lo anterior, para estimar los efectos ambientales que ocasionan los plaguicidas se requiere de información sobre el destino ambiental, efectos ecotoxicológicos y las emisiones que generan.

DESTINO AMBIENTAL

Persistencia en el suelo y agua: El concepto de persistencia está a menudo relacionado con el tiempo de permanencia o residencia de un plaguicida en un espacio particular. A mayor tiempo de residencia, mayor es la persistencia de la sustancia. La persistencia o degradación de un plaguicida en el ambiente es una característica importante en la determinación de la probabilidad y el grado de exposición de los organismos al producto. Las tasas de remoción por procesos de degradación como: fotodegradación, oxidación, reducción, hidrólisis etc., se usan para determinar la "vida media" del plaguicida, o tiempo requerido en días, para convertir el 50% del producto en otras sustancias.

Transporte o movilidad en el suelo: El transporte de los plaguicidas en el suelo se da desde las capas superiores hacia las inferiores, a través del proceso de lixiviación y de precolación del agua. El potencial de un agroquímico para lixiviar y así contaminar las aguas subterráneas depende de los procesos de adsorción y desorción en el suelo definidos por las características propias del plaguicida y del tipo de suelo, temperatura y PH.

Bioacumulación: Se define como la concentración de un plaguicida que un organismo acumula por adsorción y absorción superficial, oral u otro. Es el resultado neto entre los procesos de toma y excreta.

TOXICIDAD

Es la capacidad de una sustancia química de causar daños a los organismos vivos. Esta depende de la cantidad de sustancia administrada o absorbida y del tiempo expuesto a la misma. La correlación entre la exposición y la incidencia o del grado de severidad es llamado la correlación dosis - respuesta.

Según su toxicidad crónica los plaguicidas pueden causar muerte, afectar el crecimiento, la sobrevivencia por factores reproductivos u otras funciones. También pueden afectar a organismos de manera indirecta por alteración de otros que sirven de alimento, o porque afecta la calidad del ecosistema.

EMISIONES

Las emisiones generadas por la aplicación de agroquímicos se clasifican por tipo de ecosistema expuesto., por tanto se consideran emisiones al aire, al agua y al suelo. No siempre los plaguicidas afectan los tres medios, depende de las características del mismo.

Fuente: IRET (1999).

3.2 Agrocadena de Chayote

3.2.1 Bases para la Evaluación del Ciclo de Vida de la Cadena de Chayote

La mejor zona de producción de chayote se ubica en el Valle de Ujarrás en la provincia de Cartago. Este lugar, por su clima y condiciones del suelo, se constituye como el idóneo para este cultivo.

El área cultivada es de aproximadamente 450 hectáreas distribuidas entre 500 productores, los cuales en su mayoría poseen terrenos menores a las 2 hectáreas, existen unos 12 productores con fincas mayores a 10 has., y solamente un productor posee 85 has aproximadamente. Del total de productores unos 470 se dedican únicamente al cultivo de la variedad Quelite para exportación.⁹

El segmento de agricultura en la cadena de chayote incluye varias actividades o fases: la siembra, fertilización, control de malezas y enfermedades y la cosecha. Las 3 primeras actividades requieren del uso intensivo de agroquímicos, sobre todo para el control de plagas, pues es un producto que en los últimos años está siendo atacado por nuevas plagas, que según los propios productores, en el pasado sólo afectaban otros cultivos.¹⁰

Para la producción de chayote no se requiere de equipo muy sofisticado, es intensivo en mano de obra para todas las tareas que se realizan y según afirman los agricultores, estas actividades no han variado desde que se inició la producción en gran escala¹¹.

Actualmente los productores tienen serias limitaciones para superar los porcentajes de rechazo de chayote para los mercados internacionales. Esta situación se debe a varios factores, como son: la ausencia de un sistema de producción de semilla de chayote de alta calidad genética y fitosanitaria, que ocasiona a su vez, heterogeneidad en la capacidad productiva de las plantas y problemas fitosanitarios¹². Los rendimientos por hectárea son variables y son afectados principalmente por elementos fitosanitarios y climáticos. Se pueden encontrar rendimientos desde 70,000 hasta 85,000 kilos en promedio.¹³

El procesamiento del producto es muy simple, no sufre ninguna transformación significativa. En este segmento las actividades que se realizan son: recepción del producto, lavado, clasificación, pesaje y empaque. Actualmente existen 30 empacadoras registradas de las cuales 6 exportan directamente.¹⁴

La infraestructura requerida para la planta empacadora no es muy tecnificada, los insumos básicos son el agua, el cloro y la cera. La electricidad solamente se utiliza para alumbrado. Los operarios, en este segmento de la cadena de chayote, no requieren de ningún tipo de equipo de protección, salvo delantales impermeables y guantes, no manejan ninguna sustancia tóxica.¹⁵

La producción de chayote se comercializa tanto a nivel nacional como en el mercado internacional. El mercado local más importante es CENADA, sin embargo existen otros canales

⁹ Comunicación personal Ileana Alvarado, ASA Paraíso, MAG.

¹⁰ Comunicación personal Rafael Meza y Ruth León.

¹¹ Idem.

¹² Comunicación personal Abdenago Brenes, Programa Fitogenético, UNA.

¹³ Comunicación personal Ileana Alvarado, ASA Paraíso, MAG.

¹⁴ Idem.

¹⁵ Comunicación personal Alberto Bonilla, B y C Exportadores.

como ferias del agricultor y mercados locales. De los 80,000 kilos que se producen en promedio, el 80% es para exportación y el restante 20% para el mercado interno.¹⁶

Existen desde el punto de vista de la unidad productiva, diversos niveles de jerarquía e integración vertical dentro de la cadena de comercialización de chayote. Existe capacidad de algunos pocos productores de exportar directamente y vender su producto al importador, otros lo hacen a través de intermediarios o bien a través de un preempacador o empacador. La etapa final de la cadena es el consumo del producto.

El detalle de los insumos utilizados y las salidas que estos provocan a lo largo de la cadena de chayote, se describen en el Cuadro No.4 en donde se muestra que prácticamente todos los procesos que se llevan a cabo, provocan algún tipo de afectación sobre el ecosistema. La actividad de menor impacto ambiental es la cosecha y el consumo del producto.

Cuadro No. 4. Entradas y Salidas de la Agrocadena de Chayote Quelite.

PROCESOS	INSUMOS		A LA ECONOMIA	SALIDAS			
	DE LA ECONOMIA	DEL ECOSISTEMA		AL ECOSISTEMA			
				AGUA	SUELO	AIRE	HUMANO
Siembra	Semillas, herbicidas, alambre, postes, bolsas plásticas o sacos. Abejas	Tierra y sus nutrientes, agua, luz solar.		Deterioro de la calidad del agua por la escorrentía.	Bolsas plásticas, residuos de alambre, bioacumulación del herbicida.	Liberaciones de partículas de los agroquímicos.	Toxicidad
Fertilización	Fertilizantes químicos, gasolina y aceites para la fumigación	Tierra y sus nutrientes, agua, luz solar.		Tendencia a la nutrición.	Desechos biodegradables como: hojas y producto rechazado, recipientes y bolsas con partículas de agroquímicos.	Emisiones de CO ₂ , SO ₂ , NO _x , CO.	Enfermedades respiratorias. Ruido
Control de plagas y enfermedades	Herbicidas, insecticidas, nematocidas, gasolina y aceites para la fumigación	Agua, luz solar.			Escorrentía, bioacumulación y persistencia en el suelo, afectación a la micro flora y micro fauna	Emisiones de CO ₂ , SO ₂ , NO _x , CO.	Enfermedades respiratorias
Cosecha	Cajas plásticas, cartones,	Luz solar.	Chayote verde y chayote blanco para otros mercados. Raíz de la mata y quelites.		Producto de rechazo y hojas.		
Procesamiento	Agua potable, cloro, cera, insecticida, electricidad, cajas de cartón, bolsas plásticas	Agua, luz solar, viento.	Producto de rechazo para otros mercados.	Contaminación de aguas por lavado del producto.	Recipientes vacíos, cajas de cartón y bolsas plásticas de rechazo.		Ruidos
Comercialización	Diesel para los vehículos de transporte			Contaminación de los océanos y deterioro de la flora y la fauna marina.		Emisiones de CO ₂ , SO ₂ , NO _x , CO.	Enfermedades respiratorias.
Consumo	Transporte				Residuos sólidos como productos de empaque.		

Fuente: Elaboración propia.

¹⁶ Comunicación personal Ileana Alvarado, ASA Paraíso, MAG.

3.2.2. Escenarios de Análisis

Una primera revisión de los resultados de las entrevistas a productores, exportadores y expertos (Ver lista de entrevistados en Anexo 1), indican que existen diferencias entre los productores por el tamaño (área cultivada), organización (nivel organizativo del sector) y niveles de integración. Con esta información se identifica un pequeño grupo de productores organizados bajo la figura de cooperativa de autogestión que se caracterizan por concentrar su actividad productiva en la fase agrícola de la cadena.

Otro grupo identificado es el de los productores integrados verticalmente y otros productores más pequeños pero con capacidad para preempacar el producto. Y finalmente se identificó otro grupo de productores que se limitan a producir, no empaacan, no están organizados.

A partir de esta agrupación se busca la construcción de escenarios de análisis que permitiera la aplicación de la metodología de LCA. De manera que el grupo de productores organizados en la cooperativa de autogestión se constituyen en el escenario de análisis denominado Base.

Para la construcción del Escenario Alternativo se presentaron algunas limitaciones porque las cantidades de insumos aplicados que indicaron los productores, no son datos confiables, según los expertos consultados¹⁷, porque frecuentemente los productores de chayote aplican los productos sin medida. Sin embargo, el ingrediente activo que contienen los insumos utilizados sí son en promedio, los que utilizan todos los productores, por tanto el Escenario Alternativo se construyó a partir de la información suministrada por el MAG de la zona, donde especifica un itinerario de aplicación de insumos para todo el ciclo productivo del chayote¹⁸.

Se tienen así dos escenarios de análisis, en el Cuadro No. 5 se describen las principales características de los escenarios.

Cuadro 5: Resumen de la construcción escenarios de análisis

Escenario	Objetivo	Caso	Particularidades
Escenario base, productores organizados bajo la figura de cooperativa de autogestión.	Identificar y cuantificar las afectaciones ambientales por segmento de la cadena productiva de chayote	Cooperativa autogestionaria de Santiago de Paraíso, Cartago	Cooperativa conformada por 10 socios. Terreno propio y proyecto de instalación de planta empacadora y exportación. Se parte de la hipótesis de que el nivel organizativo de los productores influye sobre el comportamiento de la cadena global.
Escenario Alternativo	Identificar una tecnología productiva alternativa al escenario base, cuantificar sus impactos ambientales y contrastarlos con los resultados del escenario base.	Productores de Ujarrás.	Información proviene de 30 productores de la zona de Ujarrás y se complementa con información de productor integrado (fase de procesamiento y comercialización) y resultados de encuesta a productores.

Fuente: Elaboración propia.

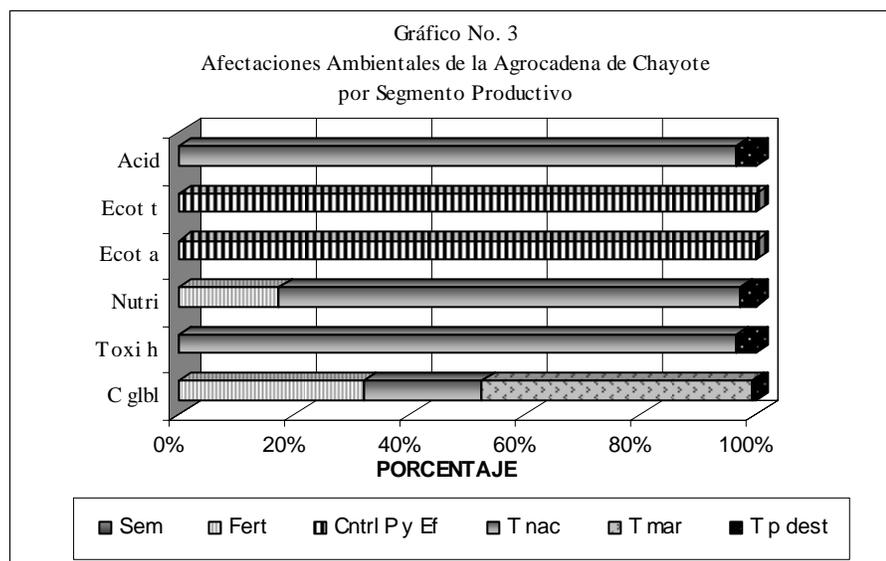
¹⁷ Illiana Alvarado, ASA MAG, Vinicio Bonilla, B y C Exportadores.

¹⁸ Itinerario técnico elaborado en conjunto por un grupo de productores para determinar costos de la fase agrícola de la cadena. Illiana Alvarado, ASA MAG, Paraíso.

3.2.3. Perfil Ambiental de Agrocadena de Chayote

El perfil ambiental lo analizamos en dos etapas. En un primer momento analizamos la distribución de los impactos ambientales de la producción de chayote en un Escenario Base, distinguiendo en la producción agrícola cuatro procesos: siembra, fertilización, control de plagas y cosecha, se consideró además todo el transporte involucrado en la cadena (transporte nacional, transporte marítimo y transporte al punto de consumo). De esta forma se puede analizar con mayor detalle las fuentes de los impactos ambientales provenientes de las fases que se desarrollan dentro de nuestras fronteras. En un segundo momento se realiza un análisis comparativo de los escenarios detectados en el estudio, sin desagregar los sub-procesos agrícolas.

En el Gráfico 3 se presentan los resultados de la clasificación de los impactos ambientales, los cuales se comentan seguidamente.



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo 4.

Calentamiento Global

Las sustancias que contribuyen con el calentamiento global son el Dióxido de Carbono (CO_2) y el Dióxido de Nitrógeno (N_2O). La primera sustancia es emitida durante los diferentes procesos de transporte, especialmente el transporte marítimo del producto por las emisiones de buque, y en menor medida, por el transporte dentro de las fronteras nacionales. Y la segunda sustancia se genera por el uso de fertilizantes sintéticos en la fase agrícola.

Toxicidad Humana

Las afectaciones sobre la salud humana se presentan durante las actividades de siembra y control de plagas y enfermedades por la aplicación de varios agroquímicos principalmente el Paraquat (Bipiridilo). Este producto deteriora tanto el agua como el aire.

Los otros segmentos de la cadena que contribuyen con esta clasificación de impacto son la comercialización del producto por la emisión de NO_x , CO y SO_2 , los cuales se liberan principalmente durante el transporte nacional del producto y en el país de destino.

Nutrificación

Se contribuye con la tendencia a la nutrificación, por el uso de fertilizantes en la fase agrícola que liberan Nitrógeno y, en la comercialización por las emisiones de NO_x, donde se destaca el transporte terrestre nacional.

Ecotoxicidad Terrestre

Este impacto se genera por la aplicación de agroquímicos, en el proceso para controlar las plagas y enfermedades del cultivo. La mayor afectación al suelo proviene de la aplicación del ingrediente activo Malatión.

Ecotoxicidad Acuática

Las emisiones generadas por la aplicación de agroquímicos en la fase agrícola contribuyen con el deterioro en los medios acuáticos especialmente por del uso del ingrediente activo Detametrina.

Acidificación

Este impacto ambiental se genera durante los procesos de transporte del producto por las emisiones de SO₂ y NO_x causadas al quemar combustibles fósiles como diesel y bunker. La mayor contribución se genera durante el transporte terrestre nacional.

En síntesis, del análisis precedente se tiene que los eslabones de la cadena de chayote que ocasionan mayores salidas al ambiente son: la fertilización del cultivo que favorece la nutrificación y el calentamiento global, mientras que el transporte del producto favorece la acidificación, toxicidad humana y calentamiento global.

De aquí que sea importante analizar formas alternativas de transporte de la finca a la planta empacadora, de manera que se haga más eficiente el uso del combustible consumido y sobre todo, realizar estudios de suelos para determinar las verdaderas necesidades de nitrógeno para el cultivo de chayote y abandonar la práctica de fertilizar por fertilizar.

En el Cuadro 6 se presenta un resumen de las afectaciones ambientales que se ocasionan durante la cadena productiva del chayote, las principales sustancias que liberan y el proceso de las genera.

Cuadro 6: Clasificación de impacto por sustancia y segmento de la cadena de Chayote

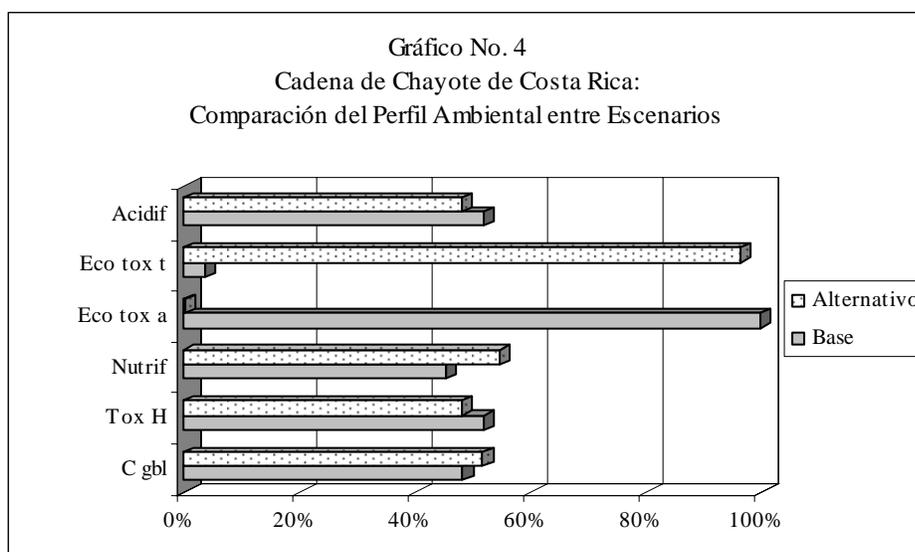
Clasificación de impacto	Sustancia emitida	Segmento de la cadena	Eslabón que la generará
Calentamiento global	CO ₂ N ₂ O	Comercialización Marítima Fertilización	Comercialización Marítima
Toxicidad humana	Paraquat SO ₂ CO NO _x Agroquímicos	Siembra Comercialización Nac. Comercialización Nac. Comercialización Nac. Plagas y enfermedades	Comercialización Nac
Nutrificación	NO _x N	Comercialización Nac. Fertilización	Comercialización Nac
Ecotoxicidad	Detametrina Malatión	Plagas y enfermedades Plagas y enfermedades	Plagas y enfermedades
Acidificación	SO ₂ NO _x	Comercialización Nac. Comercialización Nac.	Comercialización Nac.

Fuente: Elaboración propia con base en Anexo No 4.

3.2.4 Análisis comparativo

El Escenario Alternativo se caracteriza por tener un paquete tecnológico con productos de bajo espectro como el Antracol, que es un fungicida clasificado por la OMS de bajo riesgo y Piretrinas que es un insecticida moderadamente peligroso. Otra característica importante de mencionar es que, los rendimientos por hectárea son menores que en el caso de la cooperativa autogestionaria, alcanzado 240,000 unidades por año (80,000 kg. por ha/año). Obviamente, este menor rendimiento tiene efecto sobre la cuantificación de los impactos ambientales por unidad de producto.

Comparando ambos escenarios (ver Gráfico No. 4), que se diferencian entre sí en el paquete tecnológico utilizado en la fase agrícola, se observa que el Escenario Base genera menores emisiones que contribuyen con afectaciones ambientales como: ecotoxicidad terrestre, nutrición y calentamiento global, mientras que contribuye con mayores salidas al ambiente que favorecen la acidificación, ecotoxicidad acuática y la toxicidad humana.



Fuente: Elaboración propia con base en Anexo No. 4.

La comparación conduce además a afirmar que el uso de otros agroquímicos y en otras cantidades afectan al ecosistema en las mismas clasificaciones de impacto en ambos escenarios. Quiere decir, que el cambio de agroquímicos no significa una mejora desde el punto de vista ambiental, porque se continúa contribuyendo con los mismos impactos ambientales.

Considerando los resultados anteriores y como resultado de las encuestas realizadas a productores, se tiene que los porcentajes de rechazo del producto alcanzan en promedio el 20% de la producción. Pero, para el mayor productor del país (totalmente integrado) este porcentaje se reduce a 2% aproximadamente¹⁹. Esta situación conduce a una interrogante, acerca de la relación de esta importante diferencia en los porcentajes de rechazo del producto para exportación, con el uso intensivo de agroquímicos tanto para productores medios, como para la cooperativa autogestionaria (pequeños productores y para el mayor productor integrado).

¹⁹ Comunicación personal Alberto Bonilla, B y C Exportadores.

Era de esperar que el mayor uso de agroquímicos tuviera como resultado un producto de mayor calidad, sin embargo, en la cadena de chayote parece ser que esta relación directa no se establece.

Para tratar de contestar la interrogante planteada se obtuvo el criterio experto del mayor productor del país²⁰, quien asegura que la calidad del chayote se debe a varios factores. En primera instancia, la calidad tiene que ver con el manejo de la finca, esto es distancia de siembra, limpieza periódica del cultivo (deshojas, chapeas, otros), calidad de los agroquímicos utilizados, análisis de suelos, análisis de muestras de producto en laboratorio, etc. Para estas tareas se requiere del uso intensivo de mano de obra, mayor inversión en productos de alta calidad y mayor tiempo para la finca. Los pequeños y medianos productores no dedican suficiente tiempo y recursos a mantener el cultivo en buen estado, de manera tal que permita a las plantas desarrollarse y producir chayotes de calidad.

Otro elemento que apunta el Sr. Bonilla, está relacionado con la lógica de mercado con la que se produce. Los productores en general, no producen especialmente para exportación, de ahí que no invierten tiempo y dinero en el mejor manejo del cultivo. No usan productos de buena calidad y con menor riesgo de presentar residuos en la fruta, porque la escala de producción no les permite invertir en productos más caros, por tanto usan los productos más baratos con el riesgo asociado de rechazo, por los residuos químicos que deja, o bien porque no son buenos funguicidas y no eliminan eficientemente las plagas.

Es posible además que el control de calidad que realiza el empacador no cumple con el doble objetivo de exportar productos que cumplan con los requerimientos de la demanda sino también de motivar al productor para mejorar su calidad. Esto quiere decir que los productores en general, no se han preocupado por elevar la calidad de su producto y se contentan con que al menos una parte de su producción, se pueda vender para exportación.²¹

Con la información existente se tiene claro que la tecnología alternativa para mitigar las afectaciones ambientales ocasionadas por la cadena de chayote, debe partir de análisis de las plantas y de los suelos, para determinar las necesidades reales de fertilizantes y agroquímicos. El uso de fertilizantes sintéticos es lo que ocasiona mayor impacto, por tanto se hace necesario monitorear periódicamente el cultivo para determinar las necesidades de nutrientes.

La verdadera mejora en el perfil ambiental de la agrocadena de chayote debe venir de prácticas de manejo del cultivo como son: deshoja, raleos, podas, limpiezas del suelo, volteo de la tierra y mantener una buena aireación de las plantas y del suelo, para favorecer la dinámica de los ciclos naturales del suelo y mantenerlos sanos y productivos. De esta forma es posible reducir en parte, el uso de fertilizantes. La reducción en el uso de fertilizantes y otros agroquímicos también debe venir de una reestructuración de las prácticas agrícolas de los productores y de procesos de aprendizaje.

Se tiene además que los porcentajes de rechazo del producto no se relacionan únicamente con el manejo del cultivo en finca y el manejo poscosecha, sino también con la falta de inversión para análisis de suelos y de plantas, que ha causado un deterioro de los cultivos y de la calidad de los productos. En este particular los pequeños productores requieren de mayor asesoría, capacitación y acompañamiento por parte del MAG.

²⁰ Entrevista al Sr. Vinicio Bonilla, Ujarrás de Cartago.

²¹ Idem.

3.3 Agrocadena de Café

Actualmente, la producción de café se encuentra en su gran mayoría bajo sombra, lo cual ha permitido una considerable reducción en el uso de agroquímicos. Esta nueva práctica se ha visto fortalecida además, por la imposibilidad de los productores de comprar las cantidades de insumos de otros tiempos, por los bajos precios internacionales del grano de los últimos años.

En la región de Los Santos, la producción de café está en manos de pequeños, medianos y grandes productores, muchos de los cuales están asociados a alguna cooperativa. Esta figura organizativa ha jugado un papel importante, en términos del apoyo no sólo en aspectos técnicos propios del cultivo, sino también financiero e incluso de mejoramiento de la calidad para diferenciar producto, nichos de mercados especiales y mejores precios en los mercados internacionales.

Para el procesamiento del grano, en la zona se pueden encontrar tanto empresas transnacionales como nacionales que además cumplen con funciones de exportadores y beneficiadores. En este particular, se distingue el trabajo de dos cooperativas; Coopetarrazú y Coopedota, ambas han contribuido fuertemente con el desarrollo y mejoramiento de la producción de café y en general al desarrollo de la región.

La relación que se establece entre productor y beneficiador, en términos de precios, adelantos y períodos, está regulado por ley. Los detalles de la normativa los dicta el ente rector de la actividad cafetalera, el Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE), que además se ha constituido en la instancia que desarrolla investigación sobre mejoras de la calidad del grano, tanto en la fase agrícola como en el procesamiento. Además en los últimos años contribuye fuertemente con la promoción del café costarricense en los mercados internacionales, con su política de mejoramiento de la calidad.

La cadena de café, especialmente en las fases de producción y procesamiento, se caracteriza por estar orientadas por la demanda, de manera que las formas de producir y beneficiar el grano han variado de manera importante. A lo anterior se suma la necesidad de minimizar el impacto ambiental ocasionado en el procesamiento del grano, adoptando medidas para el tratamiento de aguas y de residuos sólidos que se generan en el beneficiado húmedo (tradicional).

Otra importante fase de la cadena de producción del café es la comercialización del grano, que puede ser más complicada. Existen diversos mecanismos para la comercialización del producto, tanto en cereza como en oro. En la comercialización en café cereza, normalmente el productor vende a la cooperativa al precio de liquidación que dicta el ICAFE, pero el beneficiador exporta el café oro de varias formas, a través de intermediario, directamente, o bien a un torrefactor.

Finalmente, la torrefacción o procesamiento final del café oro, normalmente se realiza en los países compradores. La exportación del grano se realiza en café oro y posteriormente es molido y empacado con marcas del torrefactor. El empaque se ha constituido en una novedosa forma de diferenciar el producto en los mercados, por la conservación del aroma y sabor del café.

3.3.1 Bases para el Análisis del Ciclo de Vida de la Agrocadena de Café

La aplicación de LCA a la cadena de café tiene como objetivo, construir un perfil ambiental que permita identificar y cuantificar tanto las entradas en términos de materias primas, insumos, energía, así como las salidas, es decir, afectaciones al aire, agua y suelo.

El perfil ambiental consiste en la identificación de emisiones causadas por las diversas actividades en cada fase de la cadena como son: siembra, control de plagas y enfermedades, procesamiento, y comercialización, incluyendo todo el transporte asociado. Estas emisiones se relacionan con problemas ambientales globales como son: calentamiento global, acidificación, nutrificación, toxicidad humana, etc.

La evaluación se realiza a la producción de café de la variedad híbrida, que es la más cultivada en la zona de Los Santos. Se eligió esta región por ser de altura y de reconocida calidad del producto en los mercados internacionales.

El objeto de estudio se define como un Kg. de café tostado producido en la zona de Los Santos y comercializado en los mercados internacionales por una cooperativa, la cual además es el beneficiador del grano. El estudio incluye el establecimiento del cultivo, el manejo del mismo así como la cosecha, procesamiento y posterior comercialización al mercado holandés.

El cultivo de café utiliza diversos insumos agrícolas para el control de plagas y enfermedades, sin embargo, en este estudio no se toman en cuenta las afectaciones ambientales que la producción de dichos insumos puede ocasionar. La evaluación incluye las fases de siembra, manejo (fertilización, control de plagas y enfermedades), beneficiado y comercialización, además todo el transporte asociado con cada fase del producto hasta el consumo final.

3.3.2 Escenarios de Análisis

Para efectos de análisis se consideran dos sistemas de producción diferentes, que tienen en común la producción de café con sombra. El Escenario Base integra características de los productores de San Marcos de Tarrazú cuyo producto es procesado en Coopetarrazú. Este beneficio se caracteriza a su vez, por su gran escala de producción.

El Escenario Alternativo o Escenario Dota, integra información de productores de Santa María de Dota y que entregan su producto a Coopedota. Esta organización se caracteriza por el proceso húmedo para el beneficiado y con una escala de producción mediana. En el Cuadro No. 7, se anotan las principales características de cada uno de los escenarios planteados, los cuales presentan diferencias en la fase agrícola.²²

²² No se cuenta con datos de emisiones para las fases de torrefacción y consumo final de Coopedota, por tanto en ambos escenarios se utilizan los de Coopetarrazú. Datos de torrefacción, transporte café tostado y consumo final fueron tomados de Hernández, 2002.

Cuadro 7: Agrocadena de Café. Características de los Escenarios de Análisis

Características	Escenario Tarrazú	Escenario Dota
# productores entrevistados	26	21
Tipo de cultivo	Sombra	Sombra con Poró
Variedad	Híbrido	Híbrido
Tecnología	Manejo convencional con agroquímicos	Manejo convencional con agroquímicos
Tipo de empresa	Cooperativa de productores con interés en comercio justo.	Cooperativa de productores. Altos precios de liquidación y de venta.
Rendimientos	32 fanegas/ha.	37 fanegas/ha.
Beneficiado	Húmedo convencional Energía: leña, electricidad, cascarilla, llantas, otros Con recibidores	Húmedo convencional Energía: leña, electricidad, cascarilla, llantas, otros. Sin recibidores
Torrefacción	Datos específicos para procesadores de Holanda	Datos específicos para procesadores de Holanda
Consumo final	Datos específicos para consumo en Alemania.	Datos específicos para consumo en Alemania.
Impactos ambientales	Calentamiento global, nutrición, acidificación, toxicidad humana, ecotoxicidad.	Calentamiento global, nutrición, acidificación, toxicidad humana, ecotoxicidad.

Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo.

3.3.3 Perfil Ambiental de la Cadena de Café

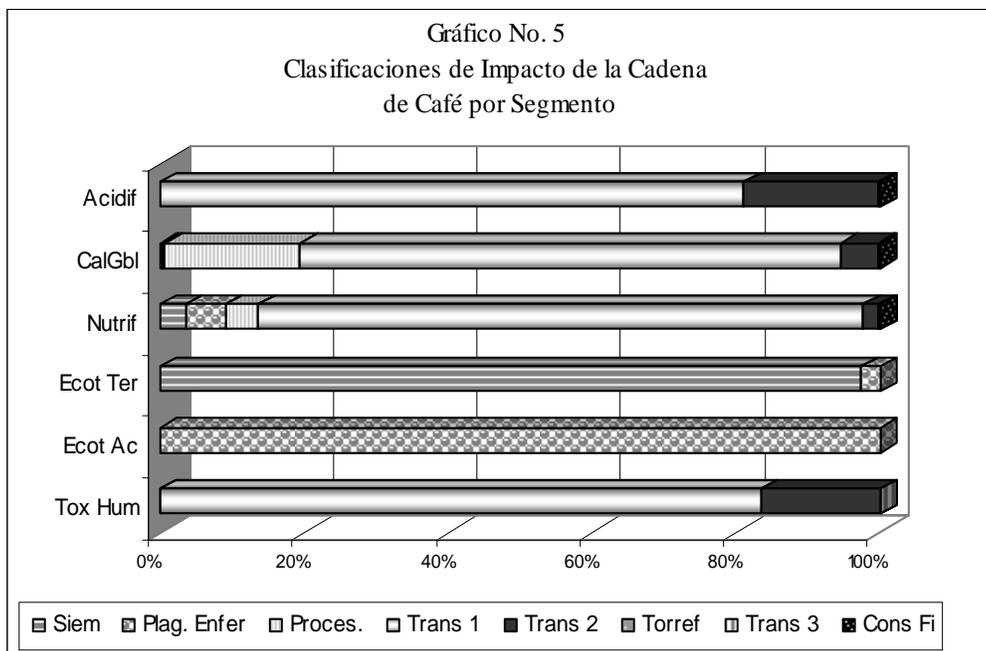
En la evaluación del ciclo de vida de la cadena de café se identifican 5 clasificaciones de impacto: Calentamiento Global, Toxicidad Humana (al aire y al agua), Acidificación, Nutrición y Ecotoxicidad (acuática y terrestre). Cada una de ellas se ubica en uno o varios eslabones o actividad específica de la cadena, lo cual brinda un perfil ambiental de la actividad en su totalidad.

Para determinar con mayor precisión el origen de los impactos ambientales el transporte del producto se dividió así: Transporte 1 se refiere al traslado del grano desde la finca al recibidor y del recibidor al beneficio, en esta etapa el producto se transporta en grano. El transporte 2 cuantifica el traslado del producto ya industrializado, del beneficio al puerto de embarque y de éste al puerto de destino en Rotterdam, Holanda. Y finalmente el Transporte 3 se refiere al traslado del café tostado dentro del país consumidor. Esta separación obedece a la necesidad de determinar la cuantificación según estado de la materia prima. A continuación el detalle de los efectos ambientales por clasificación de impacto.

Calentamiento Global

Siguiendo los resultados mostrados en el Gráfico No. 5, se contribuye con emisiones que provocan calentamiento global principalmente en los procesos de Transporte 1 por las emisiones del CO₂.

Otros segmentos de la cadena que contribuyen, en menor medida con este problema ambiental, es el beneficiado del grano por las emisiones de Dióxido de Carbono y Metano por la quema de leña para el secado y el tratamiento de residuos sólidos respectivamente y las emisiones de CO₂ en el transporte 2.



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo 5.

Toxicidad Humana al Aire y al Agua

El perfil ambiental de la cadena de café indica que las emisiones al aire ocasionadas principalmente por el uso de diesel en el transporte del café en cereza son relevantes (transp 1) y en menor medida son importantes las emisiones causadas en el transporte 2. Mientras que las emisiones por el uso de agroquímicos prácticamente son insignificantes, tanto al agua como al aire.

Acidificación

La evaluación muestra que solamente durante la comercialización del café se producen emisiones importantes de Dióxido de Nitrógeno (NO_x), que contribuyen con la acidificación de las aguas al depositar en ellas metales pesados. Este deterioro del ecosistema se genera principalmente en el transporte 1 y en menor medida en el transporte 2.

Nutrificación

La contribución con la tendencia a la Nutricación por emisiones de NO_x se generan principalmente a los procesos de transporte del grano en cereza (Transporte 1) y en menor medida a las emisiones generadas por la fertilización durante la siembra y el mantenimiento del cultivo.

Ecotoxicidad Acuática y Terrestre

Finalmente, las afectaciones al ecosistema, tanto al agua como al suelo, provienen principalmente del uso de agroquímicos, que aunque como ya se afirmó no es muy importante en la cadena, su uso sigue ocasionando deterioro del ambiente, principalmente en la siembra por el uso del producto Benomil.

Una vez revisadas las clasificaciones de impacto que se pueden relacionar con la agrocadena de café, se tiene que el transporte del producto en cereza es la actividad de comercialización que más contribuye con emisiones al ambiente. Cabe resaltar que en el escenario Tarrazú los productores llevan el producto a los recibidores que la cooperativa ha dispuesto, en lugares estratégicos de la zona. Esto con el fin de prestar un servicio más cómodo para los

cafetaleros, de no desplazarse con el producto hasta el beneficio, sin embargo, estos kilómetros de más que se podrían estar recorriendo tiene un efecto muy dañino sobre el ambiente.

Recuadro 3 Otros Efectos Ambientales.

El cultivo del café con sombra tiene incidencias importantes en relación con el impacto ambiental, por un lado, requiere de un uso menor de agroquímicos en comparación con el café expuesto, y por otro lado, los árboles cumplen con varias funciones ambientales como son: fijar Nitrógeno en el suelo, constituyen hábitat para diversas especies de aves, estos animales a su vez, controlan, las poblaciones de nematodos, malezas e insectos.

Otra ventaja importante del café con sombra es que permite combinar el cultivo del café con otros productos como: frutales y maderables, los cuales representan un ingreso adicional para el productor y su familia.

Las plantaciones cafetaleras actúan como embalses naturales, favoreciendo la infiltración del agua de lluvia en el suelo, por lo que mantienen el 90% de las aguas que escurrirían si esa tierra no poseyera vegetación. Los cafetales moderan el acceso del agua a la superficie, permeabilizan el suelo y reducen considerablemente la saturación hídrica superficial y sobre todo la escorrentía (el agua que corre por la superficie y lava los filos de la tierra provocando erosión) de los terrenos inclinados típicos de la caficultura.

Al igual que los bosques, la protección que brinda la sombra de los cafetales limita también el calentamiento de la tierra, el intercambio de calor entre suelo y aire y en consecuencia el desplazamiento de los vientos hacia la superficie, disminuyendo así la erosión eólica (erosión causada por el viento) de la zona.

Los cafetales favorecen la conservación de los suelos, por el aporte continuo de materia orgánica (hojas, material leñoso) y la preservación de un medio favorable a insectos, hongos, mohos y microorganismos, que ayudan a la descomposición de esta materia orgánica y su integración como nutrientes de la tierra. Por eso, una hectárea de cafetal pierde menos de 2 toneladas de suelo por año, muy por debajo que cualquier tierra cultivada (pérdidas hasta 200 toneladas de suelo) y por supuesto cualquier tierra descubierta.

Fuente: www.mideplan.go.cr/sinades/PUBLICACIONES/cambio-actitud/Articulo%20Caso%20del%20Cafe.html#Ventajas%20ambientales%20del%20cultivo

Cabe mencionar, que el impacto que ocasiona el uso de agroquímicos en la producción de café no es tan relevante si se compara con el uso de combustibles fósiles como el diesel, que es el que más se utiliza para el transporte del producto.

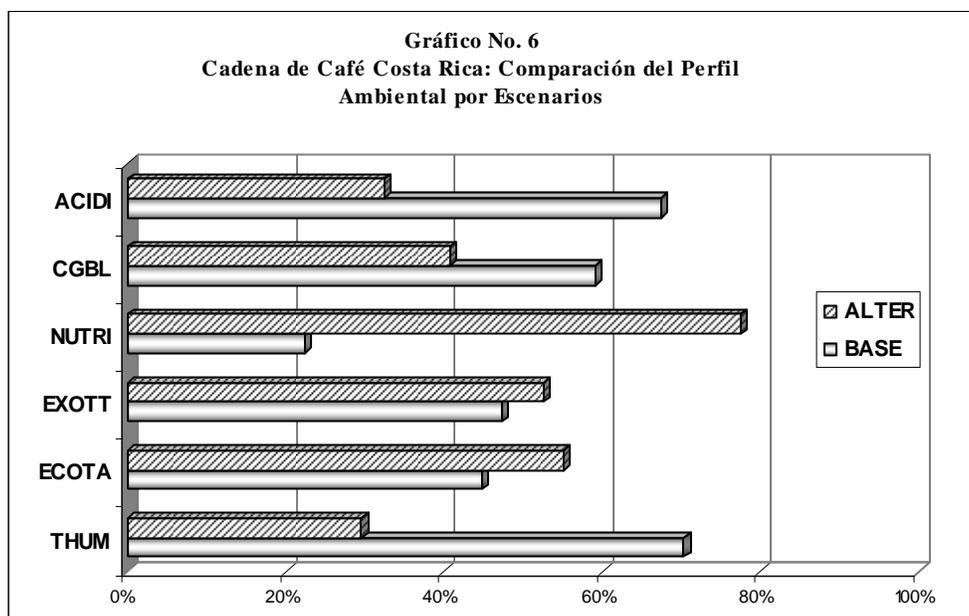
3.3.4 Análisis Comparativo

Cuantificando las afectaciones que genera la agrocadena de café en el Escenario Dota, y comparando sus resultados con los ya obtenidos con el Escenario Tarrazú (ver Gráfico 6), se tiene que la clasificación de impacto con mayor peso para ambos escenarios es Calentamiento Global, pero la contribución de Tarrazú es de aproximadamente un 16% mayor que la de Dota. En este particular, es posible que la forma en la que está estructurado el transporte 1 de café (en cereza), en establezca la diferencia entre ambos escenarios. Recuérdese que Tarrazú cuenta con recibidores, mientras que Dota no, los productores van directamente al beneficio a dejar su producto.

La Acidificación y la Toxicidad Humana al Aire también muestran una importante diferencia. En ambas clasificaciones de impacto el Escenario Dota contribuye con mayores emisiones que Tarrazú porque ambas están asociadas al Transporte 1.

Para el caso de la Nutricación, Ecotoxicidad terrestre y del medio acuático, el Escenario Dota contribuye con mayores emisiones que causan estas afectaciones ambientales. La diferencia se

debe a la aplicación de más fertilizantes nitrogenados, en comparación con Tarrazú, y una mayor cantidad de agroquímicos.



Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo 5.

IV. ANÁLISIS DE MEJORAMIENTO: UN PASO HACIA UNA MEJORA COMPETITIVA

Los resultados obtenidos de la evaluación de ciclo de vida de los tres productos pueden tener diversas aplicaciones: información de producto, regulación, innovación de productos y desarrollo de estrategias de política. Sin embargo, todas estas posibles aplicaciones no se basan únicamente en aspectos ambientales, es necesario recurrir a otros análisis que permitan ampliar la evaluación del ciclo de vida.

En el caso particular de este estudio, el LCA se complementa con resultados del análisis de Cadenas Globales de Mercancías (CGM), para ubicar posibilidades de mejoramiento en las agrocadenas considerando el ámbito local, nacional e internacional del eslabón del que se trate, y haciendo relación con el posicionamiento y poder que se ejerce en la dinámica de la cadena global.

El análisis de mejoramiento de las cadenas en estudio debe partir, según el argumento anterior, de al menos dos aspectos:

- Posibilidades de mejora local, nacional e internacional, y
- Posibilidades de mejora a partir del poder en la cadena

El Reconocimiento de los aspectos dominantes, tanto ambientales (afectaciones) como de la dinámica del sector, provee elementos para iniciar un análisis de mejoramiento de las cadenas y su posicionamiento competitivo. En el Cuadro 8, se resumen los resultados del análisis de dominio de las cadenas agroalimentarias en estudio.

Cuadro 8: Análisis de dominio de las cadenas agroalimentarias de melón, chayote y café

	Melón	Chayote	Café
Localización de los principales problemas ambientales	Transporte marítimo de la fruta (nacional - internacional)	Fertilización (local)	Transporte del café uva (local)
Posibles mejoras ambientales	Productor no tiene control sobre transporte marítimo	Productor puede realizar estudios de suelos para reducir uso de fertilizantes. Falta organización y conciencia ambientalista, agricultor no empresario.	Formas alternativa de transporte del grano en cereza: camiones con mayor capacidad, utilizar su capacidad, eliminar recibidores.
Uso de materiales alternativos	Desarrollo de nuevos productos agroquímicos (metán sodio, telone, etc.)	Clonación de semilla (proyecto en ejecución)	Fertilizantes orgánicos
Reducción en el uso de materiales y /o sustancias	Uso de Bromuro de Metilo como fumigante de suelos, solarización	Productores con actitud no pro activa	Menor uso de agua en procesamiento y menor consumo de fertilizantes sintéticos. Actitud pro activa
Comportamiento Sectorial	Proactivo	No proactivo	Proactivo
Comportamiento del consumidor	Poco significativo	Insignificante	Importancia de nichos de mercados
Posibilidades para diferenciar productos	Potencial	Insignificante	Diferenciación de productos por calidad, empaque, zona de producción, formas de producción

Fuente: Elaboración propia.

Inicialmente, el objetivo de este estudio fue identificar tecnologías alternativas que permitieran a las 3 agrocadenas, alcanzar estándares ambientales más altos y mejorar su desempeño competitivo. No obstante, las alternativas ubicadas no representan una mejora ambiental significativa por diversas razones y aquí se pueden mencionar desde la falta de información más específica (para el cálculo de emisiones), hasta la imposibilidad real de producir con otras tecnologías más amigables.

Más allá del análisis de escenarios alternativos, la evaluación de ciclo de vida del producto en el contexto de cadenas globales de mercancías, permite concluir que no sólo las tecnologías utilizadas en los procesos productivos tienen que ver directamente con los impactos ambientales que se generan, sino también y posiblemente igual de importante, la forma en la que se organiza la cadena productiva y sus características.

La organización de los productores (cooperativas, independientes, cámaras, etc), las formas o mecanismos de comercializar, los niveles de integración de los productores, las exigencias de los consumidores, los patrones de calidad, etc. influyen sobre el desempeño ambiental y competitivo de las agrocadenas.

Sin pretender hacer una comparación entre las cadenas analizadas en términos ambientales, es importante destacar el trabajo de los caficultores para mejorar la calidad del producto, ubicar nichos de mercados especiales, mejoras en los rendimientos, estrategias de comercialización innovadoras, diferenciación de producto, etc. que implican necesariamente una mejora ambiental y competitiva.

Importante de resaltar la actitud no proactiva de los productores de chayote, los cuales no han avanzado en la reducción de los niveles de rechazo del producto que tienen desde hace algunos

años (20% de la producción anual aproximadamente), la utilización de agroquímicos y fertilizantes sintéticos sin estudios de suelos, con nula visión de mercado e incapacidad organizativa. Esta caracterización de la cadena tiene implicaciones ambientales directas porque no contribuyen con el mejoramiento de la calidad de producto y los rendimientos.

Tanto el productor de café como el de melón reciben importantes presiones de parte de la demanda, que los obliga a realizar mejoras ambientales en las fases agrícolas y de procesamiento. En este particular los productores de chayote reciben cierta presión de parte de las autoridades estadounidenses cuando rechazan el producto por residuos de agroquímicos prohibidos, sin embargo, continúan con las aplicaciones.

La falta de organización, la poca investigación en materia de suelos y cultivos, que conducen a un uso excesivo e irracional de agroquímicos, la falta de conciencia de mercado por parte de los productores, son todos elementos que inciden sobre el desempeño ambiental de las cadenas. Llenar estos vacíos, podría conducir a una mejora indiscutible en la posición competitiva de los sectores.

El cambio de paquetes tecnológicos en la fase agrícola de las cadenas, no conduce necesariamente a mejoras en la posición competitiva ni a mejoras ambientales. Se requiere de procesos de innovación y aprendizaje que contribuyan con la solución de algunos de los problemas anotados, como capacidad organizativa, capacidad de inversión, manejo adecuado de cultivos, mecanismos y formas de transporte del producto y otros. Algunos de ellos ya están siendo atendidos en los respectivos sectores, pero existen rezagos importantes como en la cadena de chayote.

V. BIBLIOGRAFIA

Análisis del Ciclo de Vida (ACV): La Herramienta de Gestión Ambiental del Nuevo Milenio. En www.infocalidad.net/ma_documentos/docs/300600t.doc.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (2002). Proyecto Minimización de Residuos provenientes de Envases y Embalajes. GUIA metodológica de estudio de ciclo de vida. Gobierno de Chile.

Díaz, Rafael, et.al. (2000). Evaluación del Ciclo de vida: una opción para la competitividad agroindustrial. En Revista Economía y Sociedad No. 13 pp. 19-36. Escuela de Economía, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Hernández Rodríguez, Russbel (2002). Evaluación del Ciclo de vida del café costarricense: Un enfoque ambiental y socioeconómico. Maestría en Política Económica con mención en Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica. Heredia, Costa Rica.

Iglesias, Daniel (2005). “Revelamiento exploratorio del análisis del ciclo de vida de productos y su aplicación en el sistema agroalimentario”. En Contribuciones a la Economía, marzo 2005. Texto completo en www.eumed.net/ce/

IRET (1999). Manual de Plaguicidas: guía para América Central. Universidad Nacional. EUNA.

Osejo, Tannia (2003). Análisis del Perfil Ambiental de la Producción y Exportación del Melón en Nicaragua: Aplicación del Análisis del Ciclo de Vida para la Formulación de Políticas. Tesis de Maestría. Maestría en Política Económica para Centroamérica y el Caribe. CINPE. Universidad Nacional.

R. Heijungs et.al. (1992). Environmental Life Cycle Assessment of Products. Guide – October.

Sandí, Vinicio (2003). Posicionamiento Competitivo y Situación Actual de los Agricultores en la Cadena de Mercancías: estudio de caso de la cadena de melón en Costa Rica. Tesis de Maestría. Maestría en Política Económica para Centroamérica y el Caribe. CINPE. Universidad Nacional de Costa Rica.

Sociedad de Toxicología y Química, SETAC (1991). Código de Procedimiento.

Valenciano, Jorge A. (2003). Flujos de Información y Sistemas de Innovación en las Cadenas de Chayote y Melón. Tesis de Maestría. Maestría en Política Económica para Centroamérica y el Caribe. CINPE. Universidad Nacional.

VI. ANEXO.

ANEXO 1: Lista de personas entrevistadas

Agrocadena de Chayote:

Ileana Alvarado, ASA – MAG, Paraíso de Cartago
Vinicio Bonilla, Gerente B y C Exportadores, Ujarrás de Cartago
Alberto Bonillas, Gerente B y C Exportadores, Ujarrás de Cartago
Miltón Siles, Presidente Coopesanpar, Ujarrás de Cartago
Ruth León, INTA – MAG
Abdenago Brenes, investigador UNA.
Rafael Meza, productor – exportador, Ujarrás de Cartago

Agrocadena de melón:

Ricardo Garrón, PNUD Programa eliminación de Bromuro de Metilo
Marbet , Gerente Melones Entebe

Agrocadena de café:

Cristián Mora, Asociación de familias orgánicas de los Cerros de Caraigres, Aserri
Eliécer Campos, ICAFE
Carlos Vargas, Gerente, Coopetarrazú
Ricardo Zúñiga, ingeniero de Coopetarrazú
Roberto Mata, Gerente de Coopedota

ANEXO 2: PROTOCOLO PARA CALCULOS DE LCA – MELON – CHAYOTE- CAFE

Fertilizantes: Se utilizó protocolo enviado por compañeros de Guatemala.

N = cantidad de fertilizante / 1

= X% N (elemental). Esto se multiplica por la cantidad de fertilizante utilizado.

P = cantidad/2.29

= X% P (elemental). Esto se multiplica por la cantidad de fertilizante utilizado.

K = cantidad/1.2

= X% K (elemental). Esto se multiplica por la cantidad de fertilizante utilizado.

Ingrediente activo de agroquímicos: El porcentaje de ingrediente activo por producto fue suministrado por IRET.

Emisiones por ingrediente activo: El 2% del ingrediente activo aplicado es una emisión al aire, el 8% se deposita en el cultivo, el 88% se contabiliza como una emisión al suelo y el restante 2% como emisión al agua. Información tomada de Díaz, Rafael y Salazar, Carolina (2001). Análisis del Ciclo de Vida sobre la Producción de Café en Costa Rica y el Salvador. Documento final, CINPE – UNA.

Emisiones de combustibles fósiles: El dato de la tabla se multiplica por la cantidad de insumo utilizado por unidad de fruta, para obtener la cantidad de emisiones de cada gas y posteriormente se multiplica por el factor de equivalencia (Heijungs, et.al. 1992), para cuantificar las emisiones para cada clasificación de impacto.

Cálculos para diesel:

DIESEL: EMISIONES POR LITRO SEGUN GAS (en kg.)				
	CO ₂	NO _x	CO	SO ₂
Diesel	428	11	44	2

Ej.: Se utilizan 2 litros de diesel por hectárea, para una bomba de fumigación, el calculo de las emisiones se realiza de la siguiente forma:

Emisiones CO₂ = 2*428 = 856 kg. de CO₂ emitidos a la atmósfera.

Cálculos para búnker:

Para **emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂)** se requiere la cantidad de bunker en terajulios, entonces TM = 1010100,01 Lt. X 36,3/1000, el resultado por el factor 76,63, el resultado son emisiones en Kg.

Ej.: (cantidad de insumo*1010101,01)*(36,3/1000)*76,63

Para **emisiones de Oxido de Nitrógeno (NO_x)** se requiere en toneladas, entonces TM = 1,102311 toneladas X 2,84 el resultado son emisiones en Kg.

Ej.: (cantidad de insumo*1,102311)*2,84

Para **emisiones de Monóxido de Carbono (CO)** las toneladas y se multiplica por el factor 0,52, resultado en Kg.

Ej.: (cantidad de insumo*1,102311)*0,52

Para **emisiones de Dióxido de Sulfuro (SO₂)** el insumo en toneladas, por el factor 0,08, el resultado emisiones en Kg.

Ej.: (cantidad de insumo*1,102311)*0,08

Las fórmulas fueron suministradas por Dirección Sectorial de Energía de Costa Rica, Balance Energético Nacional, 2002.

NOTA: Solamente para melón se utilizaron datos de cantidades de agroquímicos aplicados por cada productor, suministradas por IRET. Para los otros cultivos la información proviene de la encuesta a productores.

ANEXO No. 3
CLASIFICACIONES DE IMPACTO Y PERFIL AMBIENTAL
DE LA CADENA DE MELON POR ESCENARIOS

Emisiones en Kg. por melón

CATEGORIA DE IMPACTO	Escenario con Bromuro de Metilo	Escenario con Metan Sodio	Escenario Solarización
CALENTAMIENTO GLOBAL	9,7674E+01	1,0219E+02	1,0219E+02
CO ₂	8,4761E+01	102,1920866	102,1920866
N ₂ O	1,2913E+01		
TOXICIDAD HUMANA	5,9287E-01	1,4374E+00	1,4374E+00
AL AIRE	5,9286E-01	1,4374E+00	1,4374E+00
CO	2,7194E-02	4,55E-01	4,55E-01
NO _x	4,4195E-01	7,68E-01	7,68E-01
SO ₂	1,2361E-01	2,15E-01	2,15E-01
Bromuro de metilo	1,0340E-05		
Mancozeb	3,4304E-06	2,27213E-06	2,27213E-06
Clorotalonil	2,6400E-05	5,5273E-05	5,5273E-05
Benomil	4,5333E-07		
Endosulfan	2,9120E-06	1,92225E-05	1,92225E-05
Metamidofos	2,6880E-05		
Diazinon	3,4907E-05		
Dimetoato	1,0560E-06		
Metomil	3,2267E-07	7,27874E-10	7,27874E-10
Imazalil	1,9643E-07		
Methyl tiophanato		1,4243E-06	1,4243E-06
Permetrina		9,42101E-07	9,42101E-07
Metalaxil		2,09264E-06	2,09264E-06
AL AGUA	9,0840E-06	1,3229E-07	1,3229E-07
Bromuro de metilo	9,0867E-07		
Mancozeb	2,9184E-07	3,866E-09	3,866E-09
Clorotalonil	2,2800E-06	9,54715E-08	9,54715E-08
Benomil	3,7333E-08		
Endosulfan	2,4960E-07	3,29529E-08	3,29529E-08
Metamidofos	2,3040E-06		
Diazinon	2,8747E-06		
Dimetoato	9,2800E-08		
Metomil	2,7867E-08	1,25724E-12	1,25724E-12
Imazalil	1,7262E-08		
Methyl tiophanato		2,57734E-09	2,57734E-09
Permetrina		1,60298E-09	1,60298E-09
Metalaxil		3,61456E-09	3,61456E-09
NUTRIFICACION	8,2098E-02	1,0269E-01	1,0269E-01
N	8,4399E-03	0,003110288	0,003110288
NO _x	7,3658E-02	0,099581978	0,099581978
ECOTOXICIDAD	1,9248E-03	2,3099E-02	2,3099E-02
AL AGUA	1,5016E-06		
Endosulfan	5,0485E-07	6,86518E-06	6,86518E-06

Diazinon	9,9676E-07		
Metan Sodio		0,001487179	0,00074359
Permetrina		1,99669E-05	1,99669E-05
AL SUELO	1,9233E-03	2,3099E-02	2,3099E-02
Mancozeb	8,1906E-06	0,000432721	0,000432721
Benomil	2,0594E-04		
Endosolfan	4,3027E-05	0,022655087	0,022655087
Metamidofos	1,5622E-05		
Diazinon	1,5858E-03		
Metomil	6,4725E-05	1,1646E-05	1,1646E-05
ACIDIFICACION	4,9963E-01	8,6780E-01	8,6780E-01
NO _x	3,9662E-01	0,68887328	0,68887328
SO ₂	1,0301E-01	0,178921941	0,178921941
DESTRUCCION OZONO	1,8800E-04	0,0000E+00	0,0000E+00
CH ₃ Br	1,8800E-04		

Fuente: Elaboración propia con datos de estudios de caso.

ANEXO 4.
CLASIFICACIONES DE IMPACTO Y PERFIL AMBIENTAL DE LA CADENA DE CHAYOTE POR ESCENARIOS

Emisiones en Kg. Por chayote

CATEGORIA DE IMPACTO	ESCENARIO BASE	ESCENARIO ALTERNATIVO
CALENTAMIENTO GLOBAL	2,15E+01	2,30E+01
CO ₂	1,60E+01	1,56E+01
N ₂ O	5,48E+00	7,39E+00
TOXICIDAD HUMANA	1,41E-01	1,31E-01
AL AIRE	1,41E-01	1,31E-01
CO	6,46E-03	6,00E-03
NO _x	1,05E-01	9,76E-02
SO ₂	2,94E-02	2,73E-02
Terbufos		5,36E-05
Glifosato		5,04E-08
Clorotalonil	3,98E-07	4,86E-07
Malatión	8,85E-07	5,74E-07
Polisacáridos		0,00E+00
Piretrinas		2,77E-08
Bipiridilo	6,00E-06	1,38E-06
Maneb	3,44E-07	
Oxamil	3,98E-08	
AL AGUA	1,14E-07	4,42E-06
Terbufos		4,42E-06
Glifosato		1,92E-09
Clorotalonil	6,87E-10	8,39E-10
Malatión	1,46E-09	9,46E-10
Polisacáridos		0,00E+00
Piretrinas		4,73E-11
Bipiridilo	1,11E-07	2,37E-09
Maneb	5,86E-10	
Oxamil	6,87E-11	
NUTRIFICACION	2,00E-02	1,97E-02
N	2,51E-03	3,43E-03
NO _x	1,75E-02	1,63E-02
ECOTOXICIDAD		4,13E-01
AL AGUA *	1,12E-03	8,10E-05
Malatión	7,19E-05	4,66E-05
Detametrina	1,04E-03	3,43E-05
Maneb	1,16E-06	
Oxamil	1,79E-07	
AL SUELO **	1,11E-01	4,13E-01
Terbufos		3,57E-01
Malatión	7,62E-02	4,94E-02
Bipiridilo	2,39E-02	5,75E-03
Maneb	8,72E-03	
Oxamil	2,33E-03	

ACIDIFICACION	1,19E-01	1,10E-01
NO _x	9,42E-02	8,76E-02
SO ₂	2,45E-02	2,27E-02

* Emisiones en m³ por mg. De agroquímico

** Emisiones Kg. Por mg. de agroquímico.

Fuente: Elaboración propia con información del trabajo de campo.

ANEXO No. 5
CLASIFICACIONES DE IMPACTO Y PERFIL AMBIENTAL
DE LA CADENA DE CAFÉ POR ESCENARIOS

CLASIFICACIONES DE IMPACTO	ESCENARIO TARRAZU	ESCENARIO DOTA
TOXICIDAD HUMANA AL AIRE	5,07E+01	2,14E+01
Siembra	3,61E-05	9,71E-02
Benomil	3,61E-05	9,71E-02
Plagas y enfermedades	2,53E-04	1,38E-03
Glifosato	2,75E-06	2,51E-05
Paracuat	2,08E-04	
Malatión	4,25E-05	
Carbendazin		1,36E-03
Trans. Café cereza (1)	4,23E+01	1,29E+01
NO _x	3,16E+01	9,65E+00
CO	1,94E+00	5,94E-01
SO ₂	8,83E+00	2,70E+00
Trans. Café oro (2)	8,32E+00	8,32E+00
NO _x	8,32E-01	8,32E-01
CO	5,12E-02	5,12E-02
SO ₂	7,44E+00	7,44E+00
Torrefacción	2,35E-04	2,35E-04
CO	1,20E-06	1,20E-06
NO _x	2,34E-04	2,34E-04
Trans. Café tostado (3)	9,54E-04	9,54E-04
NO _x	7,40E-04	7,40E-04
CO	2,11E-06	2,11E-06
SO ₂	2,11E-04	2,11E-04
TOXICIDAD HUMANA AL AGUA	2,45E-05	8,11E-03
Siembra	2,98E-06	7,99E-03
Benomil	2,98E-06	7,99E-03
Plagas y enfermedades	2,15E-05	1,19E-04
Glifosato	2,25E-07	2,06E-07
Paracuat	1,78E-05	
Malatión	3,50E-06	
Carbendazin		1,19E-04
ECOTOXICIDAD ACUATICA	1,68E-03	2,06E-03
Plagas y enfermedades	1,68E-03	2,06E-03
Malatión	1,68E-03	
Carbendazin		2,06E-03
ECOTOXICIDAD TERRESTRE	1,34E+00	1,50E+00
Siembra	1,31E+00	1,41E+00
Benomil	1,31E+00	1,41E+00
Control Plag. Enferm	3,40E-02	9,04E-02
Malatión	2,75E-02	

Paracuat	6,49E-03	
Carbendazin		9,04E-02
NUTRIFICACION	6,12E+00	2,16E+01
Siembra	2,15E-01	8,55E+00
10-30-10	1,65E-01	6,58E+00
Nutrán	4,96E-02	1,97E+00
Control Plag. Enferm	3,47E-01	1,25E+01
18-05-15	1,16E-01	5,92E+00
19-04-19	1,16E-01	6,58E+00
Nutrán	1,16E-01	
Trans. Café cereza (1)	5,26E+00	1,39E-01
Trans. Café oro (2)	9,87E-06	1,39E-01
Procesamiento aguas resid.	2,91E-01	2,91E-01
Torrefacción NOx	3,90E-05	3,90E-05
Trans. Café tostado Nox (3)	1,23E-04	1,23E-04
Consumo final	3,00E-03	3,00E-03
CALENTAMIENTO GLOBAL	2,09E+03	1,45E+03
Siembra N₂O	4,70E+00	1,87E+02
10-30-10	3,61E+00	1,44E+02
Nutrán	1,08E+00	4,31E+01
Plag. Enferm. N₂O	7,59E+00	2,73E+02
18-05-15	2,53E+00	1,29E+02
19-04-19	2,53E+00	1,44E+02
Nutrán	2,53E+00	
Procesamiento	3,95E+02	3,95E+02
Beneficiado CO ₂	3,58E+00	3,56E+00
Beneficiado CH ₄	3,91E+02	3,91E+02
Trans. Café cereza (1)	1,58E+03	4,82E+02
Trans. Café oro (2)	1,10E+02	1,10E+02
Torrefacción	2,50E-01	2,50E-01
Trans. Café tostado (3)	1,36E-01	1,36E-01
CO ₂	1,36E-01	1,36E-01
CH ₄	2,97E-04	2,97E-04
Consumo final	2,05E+00	2,05E+00
ACIDIFICACION	3,73E+01	1,79E+01
Trans. Café cereza (1)	3,03E+01	1,09E+01
NO _x	2,83E+01	8,66E+00
SO ₂	2,00E+00	2,25E+00
Trans. Café oro (2)	6,95E+00	6,95E+00
NO _x	7,47E-01	7,47E-01
SO ₂	6,20E+00	6,20E+00
Torrefacción	2,10E-04	2,10E-04
Trans. Café tostado (3)	8,40E-04	8,40E-04
NO _x	6,64E-04	6,64E-04
SO ₂	1,76E-04	1,76E-04
Consumo final	6,00E-02	6,00E-02

Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo, Hernández, 2002 y Díaz et.al, 2002.