

**PRINCIPALES MEDIDAS DE PRODUCCIÓN MÁS LÍMPIA PARA EL SECTOR  
PALMA, ACEITES, GRASAS Y BIOCOMBUSTIBLES.**

Sandra Milena Bohórquez Flórez

Yonny Chaverra Agualimpia

Lina María Vanegas González

**UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA  
MEDELLÍN 2014**

## **AGRACEDIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por permitirnos todos los recursos necesarios para alcanzar éste logro en nuestras vidas.

A nuestras familias, quienes nos han motivado y apoyado incondicionalmente para alcanzar esta meta.

De manera muy especial a nuestras asesoras, Adriana Álzate y Marcela Pérez, quienes han sido nuestras guías en la realización del presente trabajo.

A los profesores y compañeros de clase; quienes han sido parte indispensable de este nuevo logro profesional, que no hubiera sido posible sin el aporte de sus diferentes experiencias y conocimientos.

A nuestros amigos y a todas las personas que de alguna manera han estado apoyando nuestro proceso formativo como especialistas en producción más limpia.

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>TÍTULO</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
	<b>3.1 Objetivo General</b> .....	<b>6</b>
	<b>3.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>10</b>
	<b>7.1 Marco Teórico</b> .....	<b>10</b>
	<b>7.2 Marco Conceptual</b> .....	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>CONTEXTO DE SECTORES DE INTERÉS</b> .....	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN DE LOS SECTORES</b> .....	<b>24</b>
	<b>9.1 Priorización de Sectores Productivos</b> .....	<b>24</b>
	<b>9.1.1 Metodología</b> .....	<b>24</b>
	<b>9.1.2 Matriz de priorización</b> .....	<b>24</b>
<b>10</b>	<b>ANÁLISIS GENERAL DE LOS ASPECTOS E IMPACTOS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A LO LARGO DE SU CICLO DE VIDA</b> .....	<b>32</b>
<b>11</b>	<b>METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b> .....	<b>35</b>
	<b>11.1 Métodos de la producción más limpia.</b> .....	<b>36</b>
	<b>11.2 Principios de la producción más limpia.</b> .....	<b>36</b>
	<b>11.3 Fases de la producción más limpia</b> .....	<b>37</b>
<b>12</b>	<b>ALTERNATIVAS DE PML EN ENERGÍA</b> .....	<b>38</b>
	<b>12.2.1 Medición de la Huella de Carbono</b> .....	<b>39</b>
	<b>12.2.2 Sustitución de Combustibles.</b> .....	<b>46</b>
	<b>12.2.2.1 Sustitución de combustibles (Sustitución de Carbón por Gas natural)</b> 46	
	<b>12.2.2.2 Sustitución de combustibles (Gas Natural por Biomasa)</b> .....	<b>50</b>
	<b>12.2.3 Captura de Metano</b> .....	<b>53</b>

12.2.4	Compensación.....	56
<b>13</b>	<b>ALTERNATIVAS DE PML EN AGUA .....</b>	<b>62</b>
13.2.1	Balance de Agua .....	62
13.2.2	Medición de la Huella Hídrica. ....	67
13.2.3	Recuperación de Grasas y Aceites.....	72
<b>14</b>	<b>ALTERNATIVAS DE PML PARA EL MANEJO SEGURO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.....</b>	<b>79</b>
14.2.1	Chemical Leasing.....	79
14.2.2	Coprosesamiento de Sustancias de Interés Comercial.....	83
14.2.3	Programa para el Manejo Seguro de Sustancias Químicas. ....	86
<b>15</b>	<b>ALTERNATIVAS DE PML EN RESIDUOS .....</b>	<b>93</b>
15.2.1	Reducción en el origen.....	93
15.2.2	Reciclaje Interno.....	96
15.2.3	Biomasa para Calderas .....	98
15.2.4	Compostaje de los Desechos del Proceso de Extracción de Aceite de Palma Africana.....	99
<b>16</b>	<b>INDICADORES AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES.....</b>	<b>104</b>
<b>17</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>114</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>118</b>

## 1 RESUMEN EJECUTIVO

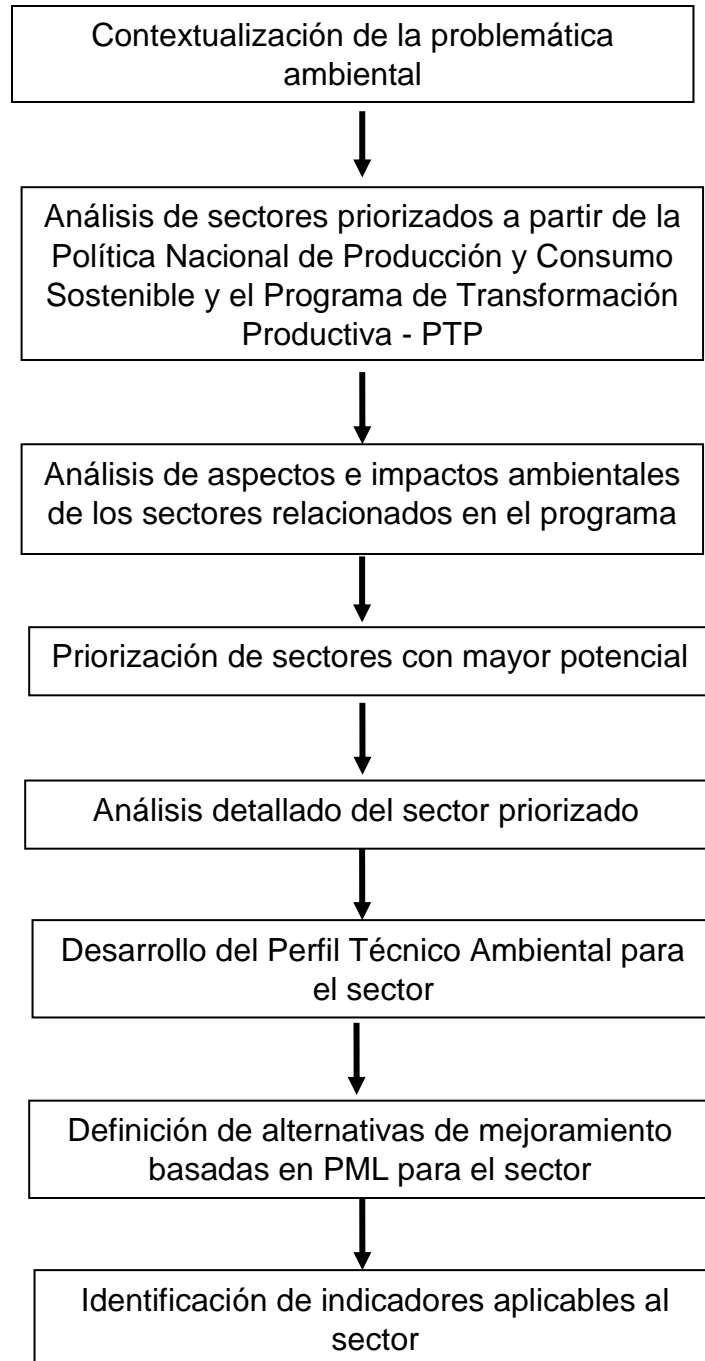
Desde la promulgación de la Política Nacional de Producción Más Limpia (P+L) en el año 1997 (hoy Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible), el concepto ha sido ampliamente socializado en programas y actividades de autoridades ambientales, gremios y universidades, se considera que aún falta identificar y aplicar las estrategias que permitan una masiva implementación en los diferentes sectores productivos Colombianos.

Por lo tanto el propósito fundamental del presente estudio desarrollado para el sector palma, aceites, grasas y biocombustibles; es permitir la comprensión de los beneficios económicos, sociales, y ambientales que se obtienen al implementar alternativas de producción más limpia. Adicionalmente, estas alternativas pueden ser reconocidas a lo largo del ciclo de vida del sector y por ende, favorecer la creciente demanda de bienes y servicios que reflejen el compromiso frente a la minimización de impactos ambientales y de riesgos a la salud.

Para lograr el objetivo propuesto, se plantean algunas alternativas, consideradas por una prioritarias de acuerdo con la identificación de aspectos e impactos realizada y por otra, de mayor factibilidad a partir de su evaluación técnica, económica y ambiental; las cuales están basadas en la disminución de los residuos generados, la optimización de consumos de energía, agua, sustancias químicas, el control de emisiones a partir del análisis de los diferentes tipos de combustibles y la identificación de indicadores que permitan medir la gestión y el desempeño ambiental del sector.

Para llegar a dichas alternativas, se llevó a cabo la metodología descrita en la siguiente figura.

**Figura 1.** Metodología para el desarrollo del perfil técnico ambiental del sector palma, grasas, aceites y biocombustibles.



Fuente: Elaboración Propia

## **2 TÍTULO**

PRINCIPALES MEDIDAS DE PRODUCCIÓN MÁS LÍMPIA PARA EL SECTOR PALMA, ACEITES, GRASAS Y BIOCOMBUSTIBLES.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo General**

Impulsar la implementación de la Producción y el Consumo Sostenible, para mejorar la productividad y competitividad del sector palma, aceites, grasas y biocombustibles.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- 3.2.1** Establecer la línea base ambiental para el sector en los temas de consumo de energía, agua, residuos y sustancias químicas, así como estado de la tecnología y enfoque social.
- 3.2.2** Crear el perfil técnico ambiental (PTA) para el sector palma, aceites, grasas y biocombustibles, el cual permita conocer a partir de la línea base los principales aspectos e impactos en el ciclo de vida y oriente la definición de alternativas de mejoramiento ambiental.
- 3.2.3** Proponer alternativas de mejoramiento ambiental basadas en la metodología de Producción Más Limpia (PML), para el sector priorizado.
- 3.2.4** Definir indicadores de sostenibilidad acordes con los hallazgos del PTA.
- 3.2.5** Establecer la metodología, para el levantamiento de información y/o datos necesarios para el cálculo de los indicadores de sostenibilidad propuestos para el sector.

## 4 ANTECEDENTES

A partir de 1992 el término Desarrollo Sostenible ha ganado fuerza y un lugar importante en la planeación mundial. Un primer acercamiento son las estrategias de desarrollo sostenible creadas a partir de la Cumbre del Medio Ambiente de Río de Janeiro, la cual establece la convención para la Diversidad Biológica y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que más tarde llevaría al Protocolo de Kioto sobre el cambio climático.

Posteriormente el trabajo se centró en estudiar en qué medida el mundo puede cambiar el rumbo para lograr un futuro sostenible. Tema desarrollado mediante la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible celebrada en el año 2002 en Johannesburgo. Mediante la cual se promueve la protección ambiental compatible con el crecimiento económico y el desarrollo social.

En este sentido resulta crucial equilibrar el crecimiento económico con la conservación del medio ambiente, al mismo tiempo mejorar las posibilidades de la sociedad en general para satisfacer sus necesidades básicas, en un ambiente sano y equilibrado.

Colombia, consciente de esta necesidad, crea en el 2008 el Programa de Transformación Productiva (PTP), un programa del Gobierno Nacional para transformar la industria Colombiana e impulsar el desarrollo sostenible de empresas de 20 sectores estratégicos de la economía nacional, buscando mejorar su competitividad y su desempeño ambiental.

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como uno de los principales organismos de este proceso mundial, con una participación activa de los gobiernos nacionales, organismos de desarrollo, sector privado, sociedad civil y otros interesados; presenta en el 2009 el informe sobre los avances en materia de producción y consumo sostenible en América Latina y el Caribe. Un llamado más para que en el 2010 Colombia reforzara su Política Nacional de



Producción y Consumo Sostenible. Iniciativa concebida como una estrategia de gestión ambiental orientada a prevenir la contaminación y optimizar la eficiencia de los procesos productivos a partir de la introducción de buenas prácticas de manufactura y la adopción de tecnologías más limpias.

Todas estas iniciativas mundiales son recopiladas en el Trabajo de Investigación desarrollado para el módulo de Herramientas para el Consumo Sostenible de la Especialización en Producción Más Limpia cohorte 3 - 2014, trabajo basado en la iniciativa de Bancoldex para desarrollar indicadores de sostenibilidad para 9 de los sectores del Programa de Transformación Productiva.

## **5 JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo de la presente propuesta se justifica en la importancia de enfocar los esfuerzos en el aumento de la competitividad de los sectores estratégicos a nivel nacional, por lo que se propone el conocer el desempeño ambiental del sector palma, aceites, grasas y biocombustibles, y proponer de alternativas de mejoramiento que busquen el aumento de su competitividad. Para ello se hace necesaria la ejecución de las siguientes actividades:

- Propuesta de alternativas aplicables al sector relacionadas con buenas prácticas, cambios de procesos y cambios tecnológicos.
- Definición de indicadores de sostenibilidad para el sector.
- Definición de una metodología para el levantamiento de información de los indicadores de sostenibilidad aplicables al sector.
- Identificación de oportunidades de mejora.
- Evaluación de la importancia de aumentar la competitividad de los sectores productivos del país.

## 6 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Colombia cuenta con el Programa de Transformación Productiva (PTP), al cual pertenecen 20 sectores públicos y privados. El objetivo del programa es impulsar la sostenibilidad y la competitividad de dichos sectores para los cuales se requiere fortalecer el tejido social generando mayores y mejores empleos, impulsar la modernización de la industria mediante la implementación de nuevas tecnologías, encadenamientos productivos y buenas prácticas con el objetivo de garantizar una producción sostenible.

Dentro de estos sectores estratégicos se encuentra el sector de palma, aceites, grasas y biocombustibles el cual presenta igual que el resto de sectores estratégicos, identifica como principales debilidades las siguientes:

- Falta de indicadores de sostenibilidad, así como de una metodología para el levantamiento de la información.
- Desconocimiento de las oportunidades de mejora en términos de buenas prácticas, cambios de procesos y cambios tecnológicos.
- Desconocimiento de los beneficios de implementar oportunidades de mejora.
- Riesgos de competitividad enmarcados en la PP y CS y en el PTP.

Por lo anterior se hace necesario que las empresas conozcan su desempeño ambiental, tengan planteados indicadores que les permitan medir y mejorar dicho desempeño y faciliten el seguimiento de las medidas de mejoramiento que adopten, con lo cual aporta al aumento de la competitividad y a mejorar el posicionamiento de los diferentes sectores a nivel nacional e internacional.

En Colombia uno de los retos del sector Palma, aceites, grasas y biocombustibles, es aumentar la productividad de los cultivos, mejorar la eficiencia, alcanzar escala y alinear los instrumentos de apoyo del sector con la visión estratégica; por lo que

se hace necesario conocer en detalle los aspectos e impactos ambientales en el ciclo de vida, lo cual se logra con el desarrollo de un Perfil Técnico Ambiental, o una descripción detallada del sector, para enfocar todos los esfuerzos en alcanzar las metas de reducción del consumo de recursos y equilibrar la producción del sector con el desarrollo social, económico y ambiental local, nacional e internacional.

## 7 MARCO DE REFERENCIA

### 7.1 Marco Teórico

**Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible:** Orientada al cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad Colombiana hacia la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la competitividad de las empresas y al bienestar de la población.

**Programa de Transformación Productiva:** Programa del Gobierno Nacional para transformar a la industria colombiana e impulsar el desarrollo de las empresas de 20 sectores estratégicos de la economía nacional, para que compitan y crezcan. Este motor de la política industrial hace parte del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

**Problemática ambiental:** Proceso de deterioro de los recursos naturales y de sus condiciones, como consecuencia de los diversos impactos negativos así como los patrones de consumo de los recursos naturales que realiza el hombre.

**Producción más limpia:** Una aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios para reducir los riesgos relevantes a los humanos y el medio ambiente.

**Norma ISO 14031: Desempeño Ambiental:** El objeto de esta Norma Internacional, es a la vez, un proceso y una herramienta de gestión interna

diseñada para proporcionar continuamente a la dirección información fiable y verificable para determinar si el desempeño ambiental de una organización está cumpliendo con los criterios establecidos por la dirección de dicha organización.

**Proceso productivo del sector:** Secuencia de actividades requeridas para elaborar un producto (bienes o servicios).

**Análisis de Ciclo de Vida y Ecodiseño:** Metodología para determinar la huella ecológica de un producto o servicio. Permite identificar puntos clave para reducir los impactos ambientales y optimizar el uso de recursos a lo largo del ciclo de vida de las actividades relacionadas.

**Gestión de Residuos y Posconsumo:** Estrategias para promover la gestión ambientalmente adecuada de todos los residuos generados.

Actividades específicas para la gestión de residuos posconsumo (plaguicidas, medicamentos, baterías plomo ácido, pilas y/o acumuladores, llantas, bombillas y computadores y/o periféricos), con el fin que sean sometidos a sistemas de gestión diferencial y evitar que la disposición final se realice de manera conjunta con los residuos de origen doméstico.

**Ahorro y Uso Eficiente del Agua:** Actividades que garantizan el uso y consumo óptimo y eficiente de los recursos hídricos involucrados en los diferentes procesos productivos.

**Eficiencia Energética y Energías Renovables:** Adecuada administración de los recursos energéticos con el objetivo de disminuir y optimizar el consumo de energía sin que por ello se ve comprometida la producción; fomentando comportamientos, métodos de trabajo y técnicas de producción que consuman menos energía. Una alternativa dentro de la eficiencia energética es el uso de fuentes de energía renovables decir, energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

**Gestión de Sustancias Químicas:** Actividades para garantizar un manejo seguro de las sustancias químicas, evitando las afectaciones a la salud de las personas y al medio ambiente.

**Economía Ambiental:** Estudio de los problemas ambientales desde el punto de vista económico, buscando soluciones de tipo económico al problema de incompatibilidad entre los usos privados y los usos sociales que se les da a los recursos naturales.

**Legislación Ambiental Nacional:** Conjunto de leyes ambientales Colombianas cuyo objetivo es regular la interacción de la humanidad con el fin de reducir los impactos de la actividad humana sobre los recursos naturales.

**Productos Sostenibles:** Bienes y servicios que brindan beneficios ambientales, sociales y económicos a la vez que protegen la salud pública, el bienestar y el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final del producto.

## **7.2 Marco Conceptual**

**Análisis de Ciclo de vida:** Métodos para demostrar y optimizar los recursos, la eficacia, la funcionalidad y las características de desempeño de los productos y servicios a lo largo de todo su ciclo de vida al tiempo que se minimizan las emisiones y los impactos ambientales de dichos procesos y/o productos en la sociedad. (Industria Internacional de Plásticos).

**Aprovechamiento:** Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos. (Ley 1713 de 2002).

**Aspectos Ambientales:** Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente. (NTC ISO 14001:2004).

**Balance de Masa y Energía:** Un balance de materiales establece las relaciones contables de cantidades mensurables de materiales que entran y que salen en un proceso industrial. Los balances de materiales y de energía se fundamentan en la ley de conservación de la materia y de la energía. Que establece: “La materia y la energía no se crean ni se destruyen, sólo se transforman”. (Balance de materias y Energía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia).

**Biocombustibles:** Son combustibles de origen biológico obtenido de manera renovable a partir de restos orgánicos. Estos restos orgánicos proceden habitualmente del azúcar, trigo, maíz o semillas oleaginosas. (Biodisol)

**Calidad del Agua:** Es el conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua. (Decreto 475 de 1998).

**Cambio Climático:** Llamamos cambio climático a la modificación del clima que ha tenido lugar respecto de su historial a escala regional y global. En general, se trata de cambios de orden natural, pero actualmente, se los encuentra asociados con el impacto humano sobre el planeta. Desde definición ABC: <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/cambio-climatico.php#ixzz37lcBHZhW>

**Cogeneración:** Producción conjunta de electricidad (o energía mecánica) y de energía térmica útil (calor) partiendo de un único combustible. (Miliarium).

**Combustibles Fósiles:** Se agrupan bajo esta denominación el carbón, el petróleo y el gas natural, productos que por sus características químicas se emplean como combustibles. Se han formado naturalmente a través de complejos procesos biogeoquímicos, desarrollados bajo condiciones especiales durante millones de

años. La materia prima a partir de la cual se generaron incluye restos vegetales y antiguas comunidades planctónicas. ( SCHNIEPP, H. ,1968. Erdöl. Frankh-sche Verlagshandlung, W. Keller & Co.)

**Compensación:** Un pago o compensación por servicios ambientales es aquella transferencia monetaria o en especie que se realiza voluntariamente, para obtener un servicio ambiental claramente definido, en donde intervienen al menos un comprador y un proveedor del servicio, y que se concreta de forma condicional – es decir, solo si se asegura la provisión del servicio ambiental. (Sven Wunder).

**Competitividad:** Es el valor agregado que entrega la empresa a sus partes interesadas, a saber: los inversionistas, los clientes, la comunidad y los empleados, entre otros. (Política PyCS).

**Cluster:** Término en inglés para representar un conglomerado o grupo de empresas (normalmente entre cinco y cincuenta) que operan en una región geográfica, dentro de un campo empresarial particular. Se asocian mediante relaciones de compra-venta o cliente – proveedor, o con base en un grupo común de clientes, tecnologías, canales de distribución u otros factores similares. (Política PyCS).

**Desarrollo Sostenible:** Es el desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables sobre la que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de las propias necesidades. (Ley 99 de 1993).

**Desempeño Ambiental:** Resultados obtenidos de la gestión de los aspectos ambientales de una organización. (Política PyCS).

**Disposición Final:** Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente. (Ley 1713 de 2002).

**Ecodiseño:** Versión ampliada y mejorada de las técnicas para el desarrollo de productos, a través de la cual las empresas aprenden a desarrollarlos de una forma más estructurada y racional. El ecodiseño conduce hacia una producción sostenible y un consumo más racional de recursos. ([www.cegesti.org](http://www.cegesti.org)).

**Eco-eficiencia:** Término usado para describir la distribución de bienes y servicios a precios competitivos, que satisfacen las necesidades humanas y brindan una mejor calidad de vida, mientras que se reducen progresivamente los impactos ecológicos y el uso intensivo de recursos a través de su ciclo de vida, a un nivel que esté al menos en línea con la capacidad de carga de la tierra. (Política PyCS).

**Economía Ambiental:** Estudio de los problemas ambientales desde el punto de vista económico, buscando soluciones de tipo económico al problema de incompatibilidad entre los usos privados y los usos sociales que se les da a los recursos naturales. (Economía y Medio Ambiente, Docente Rosa Ferrín Schettini).

**Eficiencia Energética:** El concepto de eficiencia energética tiene que ver con la cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en concreto. También se refiere a la utilización de tecnología que necesita menos energía para realizar la misma tarea. (GreenPyme).

**Emisión:** Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil. (Resolución 610 de 2006).

**Energías Renovables:** Las energías renovables son aquellas energías que provienen de recursos naturales que no se agotan y a los que se puede recurrir de manera permanente. Su impacto ambiental es nulo en la emisión de gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>.

Se consideran energías renovables la energía solar, la eólica, la geotérmica, la hidráulica y la eléctrica. También pueden incluirse en este grupo la biomasa y la energía mareomotriz. (Twenergy).



**Gestión del Agua:** La Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, el suelo y los otros recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales. (Asociación Mundial para el Agua, GWP).

**Gestión Posconsumo:** Los residuos resultantes del uso de productos, aparatos o bienes (envases de plaguicidas, medicamentos vencidos, baterías usadas plomo ácido, llantas usadas, pilas usadas, bombillas usadas, computadores e impresoras), una vez se dañan o no se pueden usar más, siendo desechados por los Consumidores, se convierten en residuos posconsumo. Estos residuos deben devolverse a sus Productores (que son los fabricantes o importadores del producto), a través de los Programas Posconsumo, para que sean aprovechados sus materiales y para que no generen impactos a la salud y al ambiente. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

**Huella de Carbono:** La huella de carbono es un indicador que a través de un inventario mide la producción de gases efecto invernadero (GEI) generado por las diferentes actividades de personas, empresas, eventos, etc., que se derivan de la producción de energía, quema de combustibles fósiles (como el carbón, el petróleo y el gas natural), generación de metano por los residuos generados y otras actividades productoras de GEI. El resultado de nuestro impacto sobre el ambiente está medido en toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e). (Soy ECOlombiano)

**Huella Ecológica:** La Huella Ecológica mide la cantidad de tierra y mar biológicamente productivos que un individuo, una región, toda la humanidad, o determinada actividad humana requiere para producir los recursos que consume y absorber los desechos que genera, y compara esta medida con cuánta área de tierra y mar está disponible. (Global Footprint Network).

**Huella Hídrica:** La huella hídrica es un indicador de uso de agua dulce que es palpable no sólo en el uso de agua directo de un consumidor o productor, sino también en su uso indirecto. (Manual de Evaluación de la Huella Hídrica).

**Indicadores Ambientales:** Herramientas que proporcionan el significado holístico de la información de las relaciones ecológicas, socioeconómicas y culturales de un ambiente determinado. (Política PyCS).

**Impactos Ambientales:** Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización. (NTC ISO 14001:2004).

**Incentivos Tributarios:** Son disposiciones legales que operan en cualquiera de los elementos del tributo, para reducir o eliminar la carga tributaria en forma temporal, con el fin de promocionar o estimular determinados sujetos o actividades constitucionalmente protegidos y constituyen, por regla general, medidas de gasto fiscal. (Piñeros Perdomo Mauricio. Incentivos Tributarios. Memorias de la XXII Jornada Colombiana de Derecho Tributario. 1988. p. 49-125).

**Matriz de Priorización:** Técnica muy útil que permite obtener un consenso sobre un tema específico. (Matriz de Priorización para la Toma de Decisiones, Universidad del Valle)

**Mínimo Vital de agua potable:** Es la cantidad mínima de agua potable que se tiene estimado que cada persona consume para atender sus necesidades básicas. (Programa: Plan Litros de Amor, Alcaldía de Medellín).

**Pasivos Ambientales:** Un pasivo ambiental podría definirse como aquella situación ambiental que, generada por el hombre en el pasado y con deterioro progresivo en el tiempo, representa actualmente un riesgo al ambiente y la calidad de vida de las personas. Un pasivo ambiental puede afectar la calidad del agua, el suelo, el aire, y los ecosistemas deteriorándolos. (Diplomado Paisajes Rurales y Corredores de Conservación, Universidad de Medellín, 2012).

**Perfil Técnico Ambiental:** Estudio comprensivo y multidisciplinario de las condiciones ambientales que caracterizan a un proceso productivo. (Glosario Ambiental, Corporación Autónoma Regional de Quindío).

**Plan de Gestión Integral de Residuos:** Elemento indispensable para la gestión de los residuos, compuesto por objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y responsables; acorde con los lineamientos definidos en la legislación. El cual se basa en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo, evaluado a través de la medición de resultados. (Corantioquia).

**Política:** Conjunto de prácticas, hechos, instituciones y determinaciones del gobierno de un Estado o de una sociedad, que de alguna forma sirven para ejercer autoridad. Flujos de información y cursos de acción relacionados con un objetivo público definido en forma democrática. (Política PyCS).

**Producción Más Limpia:** Según la UNEP, es “una aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios para reducir los riesgos relevantes a los humanos y el medio ambiente”. (Política PyCS).

**Producción y Consumo Sostenible:** Sistema integrado de producción y consumo, donde las tendencias están interrelacionadas y se afectan mutuamente. Cualquier cambio en la producción, impacta en el consumo y viceversa. En la medida en que la empresa logra disminuir el impacto ambiental de su proceso de producción, automáticamente el producto o servicio que ofrece en el mercado es más sostenible. Por otro lado, las fuerzas de demanda pueden incentivar la producción más limpia. (Política PyCS).

**Producto:** Es algo (objeto, organización, lugar, idea) que puede ser ofrecido a un mercado, en atención a una necesidad, un uso o consumo, y que debería satisfacer una necesidad o preferencia. (Política PyCS).

**Productos Menos Contaminantes:** Categoría que involucra productos a partir de materiales no renovables, que se identifican con algunas o varias de las características definidas en la serie ISO 14021. (Política PyCS).

**Productos Sostenibles:** Son aquellos que brindan beneficios ambientales, sociales y económicos a la vez que protegen la salud pública, el bienestar y el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final del producto. (The Institute for Market Transformation to Sustainability).

**Programa de Transformación Productiva – PTP:** El Programa de Transformación Productiva, PTP, es una alianza público-privada, creada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, que fomenta la productividad y la competitividad de sectores con elevado potencial exportador, por medio de una coordinación más eficiente entre el sector público y privado. (Programa de Transformación Productiva).

**Reciclaje:** Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización. (Ley 1713 del 2002).

**Reducción en el Consumo de Energía:** Término asociado con el uso de un producto, comparado con el desempeño de otro funcionalmente equivalente. (Política PyCS).

**Residuo:** Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en

aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas. (Ley 1713 de 2002).

**Reutilización:** Uso de un material, subproducto o producto residual más de una vez. . (Glosario Ambiental, Corporación Autónoma Regional de Quindío).

**Sistema de Gestión Ambiental:** Es una parte del sistema gerencial que incluye una estructura organizacional, actividades de planeación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, alcanzar, revisar y mantener una política ambiental. (Política PyCS).

**Tratamiento:** Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana. (Ley 1713 de 2002).

**Tratamiento de Agua Residual:** El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. (Wikipedia).

**Uso Eficiente de Recursos:** Cantidad óptima de materiales, energía o agua para elaborar o distribuir un producto o empaque. (Política PyCS).

**Uso Eficiente y Racional del Agua:** Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. (Ley 373 de 1997).

## **8 CONTEXTO DE SECTORES DE INTERÉS**

Colombia ha presentado un importante desarrollo industrial a diferentes escalas, donde algunos sectores han alcanzado mayor impulso que otros. En éste punto surge la necesidad en el país, a través del Gobierno Nacional, de dar mayor empuje a algunos sectores considerados estratégicos para la economía nacional; a través de la implementación de programas que buscan identificar la situación de los bienes, productos, o servicios que aportan al crecimiento socio – económico, aprovechando las opciones de intercambio comercial no solo a nivel nacional, sino también a nivel internacional.

Como parte del desarrollo industrial se da la presión sobre los recursos naturales, la cual debe ser controlada con el fin de alcanzar un equilibrio entre el desarrollo y la sostenibilidad ambiental, para lograr este propósito el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, hoy en día Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, reestructuró en el año 2010 su política de Producción Más Limpia en la actual Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (PP y CS), cuyo objetivo es orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la competitividad de las empresas y al bienestar de la población.

Se crean además importantes iniciativas, como el Programa de Transformación Productiva (PTP) del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo cuyo propósito es transformar la industria Colombiana e impulsar el desarrollo empresarial de 20 sectores estratégicos de la economía nacional, para que compitan y crezcan. Este proceso de transformación productiva debe ir acompañado del desarrollo de actividades encaminadas a la prevención de la contaminación y al buen desempeño ambiental; por tal razón el objetivo de este trabajo está orientado a realizar un análisis que permita conocer la problemática ambiental a trabajar en

uno de los sectores prioritarios del PTP<sup>1</sup> y articular las necesidades de dicho programa con los retos propuestos desde la Política de Producción y Consumo Sostenible<sup>2</sup>.

Para conocer el sector objeto de estudio se tuvieron en cuenta los siguientes sectores los cuales hacían parte de un proyecto específico de definición de indicadores dentro del PTP:

1. Camaronicultura
2. Sistema Moda – Textiles, confecciones, cuero y calzado
3. Cosméticos y Productos de Aseo
4. Editorial e Industria Gráfica
5. Turismo de Salud
6. Chocolatería, Confeitería y sus materias primas
7. Palma, aceites, grasas y biocombustibles

Dicha evaluación preliminar consistió en establecer un contexto general de cada uno de los sectores dando a conocer: generalidades del proceso productivo, generación de empleo, fortalezas y debilidades, presencia por regiones, exportaciones, aspectos e impactos socioambientales y problemática ambiental entre otros.

En una segunda etapa, de acuerdo con la información preliminar, se realizó una priorización de los sectores, con el fin de establecer el orden de importancia de los mismos de acuerdo con su potencial de implementación de programas de

---

<sup>1</sup> Programa de Transformación Productiva: Es una alianza público-privada, creada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, que fomenta la productividad y la competitividad de sectores con elevado potencial exportador, por medio de una coordinación más eficiente entre el sector público y privado.

<sup>2</sup> Política de Producción y Consumo Sostenible: Estrategia promovida en el año 2010, por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (actualmente Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS). La cual está orientada a cambiar patrones insostenibles de producción y consumo por parte de los diferentes actores de la sociedad nacional, lo que contribuirá a reducir la contaminación, conservar los recursos, favorecer la integridad ambiental de los bienes y servicios y estimular el uso sostenible de la biodiversidad, como fuentes de la competitividad empresarial y de la calidad de vida.

producción más limpia. Los criterios de priorización aplicados fueron los siguientes:

- Consumo de energía
- Generación de residuos
- Consumo de agua
- Disponibilidad de la información
- Aporte a la economía nacional
- Proyección internacional
- Potencial de mercados verdes
- Generación de empleo

El resultado de la priorización mostró que basados en los criterios analizados, los sectores Chocolatería, Confitería y sus materias primas, y en segundo lugar Palma, aceites, grasas y biocombustibles, son los que tienen mayor potencial para la implementación de alternativas de producción más limpia, en pro del mejoramiento de su desempeño ambiental.

A partir de esta priorización, el presente trabajo se enfoca en la identificación de posibles alternativas de producción más limpia para el sector palma, aceites, grasas y biocombustibles, relacionadas específicamente con: energía, residuos, agua, químicos, tecnología, social e indicadores, reconociendo que los productos de este sector están presentes en casi todos los alimentos y artículos de uso diario, esto muestra que mejorar el desempeño ambiental del sector, tiene repercusiones tanto en los procesos productivos como en los hábitos de consumo.

Para ampliar información del contexto de los siete sectores trabajados se recomienda consultar el Anexo 1.



## **9 METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN DE LOS SECTORES**

### **9.1 Priorización de Sectores Productivos**

#### **9.1.1 Metodología**

Para la elaboración de la metodología de priorización de los sectores productivos tomados del estudio de mercado del PTP<sup>3</sup>, cada grupo de trabajo de la Especialización en Producción Más Limpia, se enfocó en la definición y uso de una serie de criterios relevantes; una asignación de peso relativo para cada uno de ellos (para un total de 100%) y una calificación individual por sector productivo a evaluar. Esta valoración y análisis de criterios y calificaciones individuales se estructuraron en una matriz de priorización<sup>4</sup> que se describe a continuación.

#### **9.1.2 Matriz de priorización**

##### **Criterios de Priorización**

La determinación de criterios de priorización permite hacer una evaluación estructurada de los sectores productivos que se van a evaluar; dichos criterios deben llevar a una priorización numérica y a la orientación para la selección de dos sectores productivos del PTP, para los cuales se sugerirán alternativas de mejoramiento desde la perspectiva de la Producción Más Limpia (PML).

Este proceso de selección de los criterios de priorización se realizó mediante reunión con los dos grupos de trabajo de la especialización en Producción Más

---

<sup>3</sup> Programa de Transformación Productiva

<sup>4</sup> Es importante aclarar que si bien la matriz se enfoca en una priorización numérica que orienta las decisiones, las calificaciones finales son el resultado de dicha calificación considerando cierto grado de análisis subjetivo resultado de la discusión entre estudiantes y coordinadora del trabajo de grado.

Limpia (PML) de la Universidad de Medellín cohorte 2014, con el fin de buscar dos sectores prioritarios para la realización del trabajo de grado de cada uno de los grupos.

Las fuentes de información consultadas para la definición de los criterios, se basaron principalmente en aquellos ya utilizados en reportes de sostenibilidad y en información general de cada uno de los sectores productivos, otra fuente que apoyó fue la información suministrada por los docentes en los diferentes módulos de la especialización.

Los criterios de priorización seleccionados fueron:

- (i) Consumo energético
- (ii) Generación de residuos
- (iii) Consumo de agua
- (iv) Disponibilidad de la información
- (v) Aporte a la economía nacional
- (vi) Proyección internacional
- (vii) Potencial de mercados verdes
- (viii) Generación de empleo

Una vez seleccionados los criterios se procedió con la definición de los factores de peso, con lo cual se permite tener una evaluación basada en la importancia y relevancia de los criterios considerados, como se describe a continuación:

- El primer criterio, **consumo energético** hace referencia a los consumos de recursos energéticos oficiales del sector, reportados por la Unidad de Planeamiento Minero Energético (UPME) y/o otras entidades, relacionados con el último año. Dichos consumos se compararon entre los siete sectores del PTP. El factor de peso determinado para este criterio fue del 20%.

- Se definió como segundo criterio para la priorización de los sectores productivos, **la generación de residuos**, ya que esto tiene un gran impacto sobre la sociedad y permite evaluar la gestión de las empresas en la búsqueda de alternativas limpias dentro de los procesos productivos o inclusive sobre el ciclo de vida de los productos. Este criterio se evaluó de acuerdo a datos registrados por los sectores en la encuesta ambiental industrial del 2011 por el DANE y/o otras entidades. El factor de peso asignado para este criterio fue del 20%.
- El tercer criterio, **consumo de agua**, permite definir cuál de los sectores hace uso de la mayor cantidad del recurso hídrico de acuerdo a sus procesos productivos. Este factor se evaluó de acuerdo con información cualitativa del proceso de producción y/o prestación del servicio, y la información disponible sobre la huella hídrica de cada sector. A este tercer criterio se le asignó un peso del 20%.
- El cuarto criterio, **disponibilidad de la información**, hace referencia a la cantidad y calidad de información disponible de cada uno de los sectores. Este criterio se evaluó de acuerdo con la facilidad para acceder a información del sector relacionada con: gestión ambiental, indicadores de sostenibilidad, consumo de recursos, gestión social, exportaciones e importaciones, reportes de sostenibilidad, planes de negocio y guías ambientales sectoriales. A este criterio se le asignó un peso del 10%.
- Como quinto criterio, se estableció **aporte a la economía nacional**, se refiere al porcentaje de aporte al Producto Interno Bruto que presenta el sector analizado de acuerdo a lo establecido por el DANE y de otros lineamientos nacionales. Se estableció un peso del 10% para este criterio.

- El sexto criterio, **proyección internacional**, se refiere a la capacidad que tiene el sector para competir en mercados internacionales dado el crecimiento de exportaciones que ha tenido en el país en los últimos tres (3) años, de acuerdo a lo establecido en el Programa de Transformación Productiva y a otros lineamientos nacionales. A este criterio se le asignó un peso del 10%.
- Como séptimo criterio se definió el **potencial de mercados verdes**, el cual se refiere a la capacidad que tiene el sector analizado de obtener sellos verdes y eco-etiquetas para sus productos, aumentando su competitividad al incursionar a mercados verdes. A este criterio se le asignó un peso de 5%.
- Como octavo y último factor de priorización de los sectores productivos, se tuvo en cuenta **generación de empleo**, referido al porcentaje de empleo que puede generar el sector analizado, de acuerdo a lo reportado en el PTP e Informes de sostenibilidad reportados por el sector. A este último factor se le dio un peso del 5%.

En la tabla 1 se presentan los criterios y los factores de peso asignados:

**Tabla 1.** Criterios de priorización y factores de peso.

<b>CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN</b>	<b>PESO</b>
Consumo Energético	20%
Generación de Residuos	20%
Consumo de Agua	20%
Disponibilidad de la Información	10%
Aporte a la Economía Nacional	10%

Proyección Internacional	10%
Potencial de Mercados Verdes	5%
Generación de Empleo	5%

### **Calificación de cada criterio de priorización**

Una vez seleccionados los criterios y definidos los factores de peso, se procede con la asignación de la calificación para cada sector productivo evaluado. Las calificaciones planteadas para cada uno de los criterios seleccionados para la priorización se describen a continuación:

#### Consumo energético

- Calificación 1: Consumo bajo
- Calificación 2: Consumo medio
- Calificación 3: Consumo alto

#### Generación de residuos

- Calificación 1: Generación baja
- Calificación 2: Generación media
- Calificación 3: Generación alta

#### Consumo de agua

- Calificación 1: Consumo bajo
- Calificación 2: Consumo medio
- Calificación 3: Consumo alto

#### Disponibilidad de la información

- Calificación 1: Disponibilidad de información baja
- Calificación 2: Disponibilidad de información media
- Calificación 3: Disponibilidad de información alta

#### Aporte a la economía nacional

- Calificación 1: Aporte bajo
- Calificación 2: Aporte medio
- Calificación 3: Aporte alto

#### Proyección internacional

- Calificación 1: Proyección baja
- Calificación 2: Proyección media
- Calificación 3: Proyección alta

#### Potencial de mercados verdes

- Calificación 1: Potencial bajo
- Calificación 2: Potencial medio
- Calificación 3: Potencial alto

#### Generación de empleo

- Calificación 1: Generación de empleo alto
- Calificación 2: Generación de empleo medio
- Calificación 3: Generación de empleo bajo

Con todo lo anterior se procede a calificar cada uno de los sectores con cada criterio de priorización definido. La calificación final para cada sector consiste en la sumatoria de la multiplicación de la calificación obtenida por cada criterio y su factor de peso. A continuación se presenta la matriz de priorización con los resultados obtenidos:

**Tabla 2.** Matriz de priorización de sectores.

<b>MATRIZ DE PRIORIZACIÓN</b>											
Sector Evaluado		<b>CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN</b>							Total Puntaje (Listado preliminar)	Priorización final	
		Consumo Energético	Generación de Residuos	Consumo de Agua	Disponibilidad de la Información	Aporte a la Economía Nacional	Proyección Internacional	Potencial de Mercados Verdes			Generación de Empleo
		20%	20%	20%	10%	10%	10%	5%			5%
1	Palma, Aceites y Grasas y Biocombustibles	0,6	0,6	0,6	0,2	0,3	0,3	0,15	0,05	2,8	2
2	Chocolatería, confitería y materias primas	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,05	0,15	2,9	1
3	Industria Editorial y de la Comunicación Gráfica	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,05	0,1	1,95	5
4	Sistema Moda – Textiles, confecciones, cuero, calzado y marroquinería	0,2	0,2	0,6	0,3	0,3	0,3	0,15	0,15	2,2	3
5	Industria Cosmética y de Aseo	0,2	0,6	0,4	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	2,10	4
6	Turismo de salud	0,4	0,4	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0,05	1,85	6
7	Camaronicultura	0,2	0,2	0,6	0,1	0,3	0,3	0,1	0,05	1,85	6

Para ampliar información de la priorización de los sectores, se recomienda consultar el Anexo 2.

Una vez aplicados los criterios de priorización, el orden de importancia de los sectores, de acuerdo con su potencial para implementar alternativas de producción más limpia, fue el siguiente:

1. Chocolatería, confitería y materias primas
2. Palma, Aceites y Grasas y Biocombustibles
3. Sistema Moda – Textiles, confecciones, cuero, calzado y marroquinería
4. Industria Cosmética y de Aseo
5. Industria Editorial y de la Comunicación Gráfica
6. Turismo de salud – Camaronicultura

En adelante el presente trabajo se enfoca en presentar las alternativas de producción más limpia con potencial de aplicación en el sector Palma, Aceites, Grasas y Biocombustibles, el cual se ubica en el segundo lugar de priorización. El sector priorizado en primer lugar, Chocolatería, confitería y materias primas, es trabajado por otro grupo de la especialización.



## **10 ANÁLISIS GENERAL DE LOS ASPECTOS E IMPACTOS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A LO LARGO DE SU CICLO DE VIDA**

El biocombustible o biodiésel es un combustible renovable que se produce a partir de aceites de origen vegetal (soya, caña de azúcar, girasol, palma, entre otros) o animal.

Para el proceso productivo de biocombustibles se requiere usar materias primas como aceite de palma, metanol e hidróxido de sodio. Los productos que se obtienen son: Biodiesel usado como combustible para motores diésel, glicerol o glicerina como insumo para la industria química y harina como insumo para alimentos balanceados.

En Colombia el biodiésel se produce principalmente de palma, la cual representa el 86% de la producción de aceites y grasas. Entre el periodo 2001 a 2011 las hectáreas sembradas con palma de aceite crecieron en un 151%, mientras que para el mismo periodo la producción aumentó en un 72%. A nivel global, el sector presenta crecimiento sostenido y oportunidades importantes, impulsado por el fuerte aumento en la demanda de aceites vegetales.

La cadena colombiana de los productores de palma de aceite busca reconocimiento como líder por su competitividad y sostenibilidad, para esto el sector se ha propuesto las siguientes líneas de acción:

- Homologar nuevos procedimientos básicos para el otorgamiento de permisos y licencias ambientales y para el ejercicio de control y vigilancia.
- Desarrollar y/o adaptar un modelo de certificación en sostenibilidad.
- Sostener y promover estándares de sostenibilidad.

Para cultivar palma para la producción de biodiésel se requieren grandes extensiones de tierra, lo cual en muchos casos implica la deforestación de áreas cultivables y/o boscosas, por ejemplo para plantar los cultivos de palma en países como Indonesia y Malasia, se han tenido que deforestar grandes extensiones de bosques tropicales. Puesto que la palma requiere disponer de todos los nutrientes, el cultivo debe ser exclusivamente de palma para evitar la competencia con otras especies. Por consiguiente se afecta la biodiversidad y en algunos casos se llegan a sacrificar cultivos de alimentos. Adicionalmente, la deforestación de zonas boscosas genera la liberación del dióxido de carbono que se encontraba capturado en las especies deforestadas.

La implementación de prácticas de producción más limpia en el sector palma, aceites, grasas y biocombustibles debe enfocarse en equilibrar las condiciones entre el cultivo de palma y cultivos de alimentos, evitando la deforestación de bosques y por consiguiente el aporte al cambio climático, generado por la tala de árboles. Se debe tener en cuenta que en la etapa de uso de los biocombustibles, estos no son considerados como una fuente de emisiones de CO<sub>2</sub>, dado que éstas han sido previamente absorbidas por la plantación de palma, siendo éste el factor de mayor repercusión en beneficio del medio ambiente.

En Colombia los cuestionamientos se han concentrado en conflictos de tierras puntuales. El país cuenta con amplias zonas para aumentar el cultivo sin sacrificar bosques primarios, por ejemplo suelos usados anteriormente para la ganadería. Igualmente en el país se está trabajando para realizar una medición de la huella de carbono de la cadena.

A continuación se presenta un resumen de los principales aspectos e impactos ambientales desde la perspectiva del ciclo de vida, para la producción de biocombustibles a partir de palma de aceite, es importante aclarar que los impactos acá planteados podrán cambiar su perspectiva dependiendo de la gestión

adecuada por parte de las empresas, de cada uno de los aspectos en las diferentes etapas del ciclo de vida.

**Tabla 3.** Aspectos e Impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida para la producción de biocombustibles a partir de palma de aceite

<b>ETAPA DEL CICLO DE VIDA</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>
<b>Extracción de Materias Primas</b>	Uso de tierras boscosas	Pérdida de biodiversidad
	Modificación del paisaje	Destrucción de selvas
	Consumo de agua	Agotamiento de recursos naturales
	Generación de emisiones atmosféricas (ruido, material particulado)	Contaminación del aire
<b>Producción</b>	Consumo de energía: eléctrica	Contaminación del aire y Cambio climático por gases efecto de invernadero
	Consumo de combustibles fósiles	Agotamiento de recursos naturales
	Generación de emisiones de NOx en niveles del 1 al 4% para mezclas de biodiesel al 20%	Contaminación del aire
	Consumo de sustancias químicas: pinturas, solventes, aceites	Agotamiento de recursos naturales Emisión de compuestos orgánicos volátiles
	Generación de Gases de efecto invernadero	Aporte al calentamiento global
	Uso de materias primas tóxicas e inflamables, como metanol y soda cáustica	Contaminación del suelo, aire y agua
	Generación de emisiones atmosféricas (ruido, olores, gases, material particulado)	Contaminación del aire.

	Generación de residuos: orgánicos, reciclables, ordinarios y peligrosos	Afectación del suelo y del aire. Daño a la calidad del ecosistema
	Consumo de materias primas de origen vegetal	Aumento en la presión sobre los recursos naturales
	Consumo de agua	Agotamiento de recursos naturales
	Generación de vertimientos y lodos con alto contenido de grasas y aceites	Contaminación del agua con grasas y aceites.
	Consumo de gases refrigerantes.	Agotamiento de la capa de ozono.
<b>Distribución</b>	Consumo de energía: combustibles fósiles.	Agotamiento de recursos naturales
<b>Disposición Final</b>	Generación de residuos: orgánicos, reciclables, ordinarios y peligrosos.	Afectación del suelo y del aire. Daño a la calidad del ecosistema

## 11 METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La Producción Más Limpia se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

- En los procesos de producción, la Producción Más Limpia aborda el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones.
- En el desarrollo y diseño del producto, la Producción Más Limpia aborda la reducción de impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto: desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final.

- En los servicios, la Producción Más Limpia aborda la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios. Como se mencionó anteriormente, la Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia y metodología preventivas.

La Producción más Limpia requiere modificar actitudes, desarrollar una gestión ambiental responsable, crear las políticas nacionales convenientes y evaluar las opciones tecnológicas.

### **11.1 Métodos de la producción más limpia.**

Identificar opciones de mejora, las cuales se establecen en 3 niveles de acuerdo al grado de viabilidad técnico-económica:

1. Prácticas de buen manejo
2. Cambio de proceso
3. Cambio tecnológico

### **11.2 Principios de la producción más limpia.**

1. Mantenimiento
2. Sustitución de materias primas
3. Control de procesos
4. Modificación de equipos
5. Cambio de tecnología
6. Reciclaje in-situ
7. Modificación de producto
8. Eficiencia energética

### **11.3 Fases de la producción más limpia**

#### **Fase 1. Compromiso**

1. Designar el equipo
2. Listar operaciones
3. Identificar las operaciones generadoras de desperdicios

#### **Fase 2. Etapas del proceso**

4. Preparar el diagrama de flujo
5. Hacer balance de masa y energía
6. Asignar costos a las corrientes residuales
7. Revisar el proceso e identificar el origen de los desperdicios

#### **Fase 3. Generación de oportunidades de PML**

8. Desarrollo de oportunidades de PML
9. Seleccionar oportunidades viables

#### **Fase 4. Seleccionar soluciones de PML**

10. Análisis de factibilidad técnica
11. Análisis de factibilidad financiera
12. Evaluación de aspectos ambientales
13. Seleccionar solución a implementar

#### **Fase 5. Implementar**

14. Preparar la implementación
15. Implementar soluciones de minimización de residuos
16. Monitoreo y evaluación de resultados

#### **Fase 6. Mantener la PML**

17. Mantener soluciones de PML

## 18. Identificar nuevos procesos para la minimización de residuos

A continuación se presentan las opciones de P+L con potencial de implementación en el sector, referentes a gestión de energía, agua, residuos, sustancias químicas e implementación de indicadores.

## **12 ALTERNATIVAS DE PML EN ENERGÍA**

### **12.1 CONTEXTO**

El consumo de recursos energéticos (energía eléctrica, combustibles) en el sector de Palma, Aceites, Grasas y Biocombustibles se ve reflejado en el ciclo de vida en las etapas de producción y distribución.

Existen muchas alternativas orientadas a mejorar el desempeño del sector en las diferentes áreas de trabajo, sin embargo y luego de un análisis detallado, se consideran las siguientes opciones de mejoramiento como prioritarias o claves para lograr una mejora considerable en el desempeño ambiental del recurso energético: (i) medición de la huella de carbono, (ii) sustitución de combustibles, (iii) captura de metano y (iv) compensación por medio de reforestación.

A continuación se presenta la descripción de cada alternativa.

## **12.2 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **12.2.1 Medición de la Huella de Carbono.**

#### **✓ Contexto de la Alternativa.**

Medir la huella de carbono del proceso productivo permite a las empresas del Sector conocer las emisiones de los gases efecto invernadero (GEI), generadas ya sea por actividades directas o indirectas de la empresa. Las actividades directas hacen referencia a aquellas que son realizadas en equipos y maquinaria propios de la empresa, por ejemplo el consumo de combustibles en vehículos propios; y las actividades indirectas hacen referencia al consumo de energía eléctrica y/o térmica, que si bien no es producida directamente por la empresa, ésta si la requiere para llevar a cabo sus procesos. Así mismo existen emisiones conocidas como otras indirectas, éstas hacen referencia a las que se dan en proceso o equipos propiedad de terceros pero que se llevan a cabo porque son actividades necesarias para el proceso productivo.

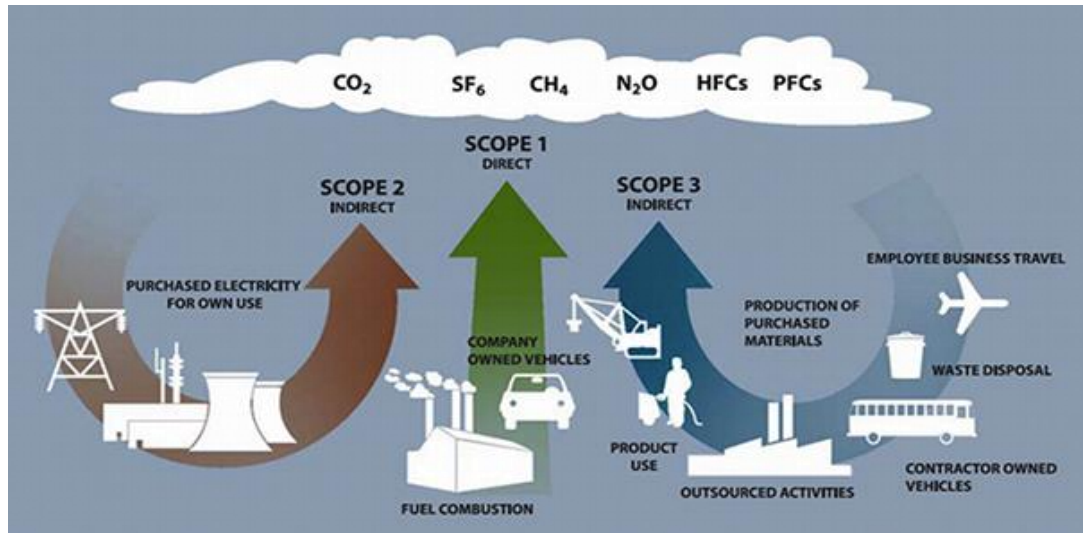
De ésta forma será más fácil identificar las actividades y /o procesos en los que se deben concentrar los esfuerzos para disminuir el aporte de la empresa al Calentamiento Global.

Para la medición de la huella de Carbono del proceso, la empresa debe definir el alcance que le dará al cálculo, es decir, la empresa define si sólo incluirá información de procesos y actividades directos o si también quiere incluir actividades y/procesos indirectos, o sea, aquellos que dependen de los proveedores de productos y/o servicios.

En la siguiente figura se ilustran las actividades que pueden hacer parte del alcance de la huella de carbono del proceso.



**Figura 2.** Alcance de la huella de carbono corporativa:



Fuente: Greenhouse Gas Protocol

El resultado final de la huella de carbono permitirá conocer las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente emitidas por el proceso.

La medición de huella de carbono del proceso se debe hacer siguiendo lineamientos estandarizados, definidos en la NTC ISO 14064 parte 1.

✓ **Descripción de la Alternativa.**

Para medir la huella de carbono, como primer paso se debe realizar una identificación de las fuentes de emisión de GEI. A continuación se presentan los GEI y las actividades y/o procesos que los generan.

**Tabla 4.** Gases efecto invernadero y procesos que los generan.

<b>GASES EFECTO INVERNADERO</b>	<b>PROCESOS O ACTIVIDADES QUE LOS GENERAN</b>
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Deforestación Combustión o quema de combustibles fósiles y biomasa
Metano (CH <sub>4</sub> )	Descomposición de materia orgánica en

	plantas de tratamiento y rellenos sanitarios
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	Aplicación de abonos
Clorofluorocarbonados (CFC) y Perfluorocarbonos (PFC)	Gases refrigerantes (aires acondicionados, neveras, enfriadores, cavas, etc.)
Hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> )*	Interruptores tanto de alta como de media tensión Medio aislante en transformadores de potencia y de instrumentación, conductos de barras y condensadores

Fuente: Elaboración propia

\* La medición de SF<sub>6</sub> es muy compleja y costosa, en la mayoría de los casos no se incluye éste gas dentro del cálculo de huella de carbono.

Una vez la empresa identifica sus fuentes de emisión de GEI, se debe hacer un proceso de recolección de información de los procesos generadores de los GEI (históricos mensual) por ejemplo, consumos de: combustibles (fósiles y biomasa), energía eléctrica, gases refrigerantes y abonos que contengan nitrógeno; cantidad de residuos orgánicos dispuestos, resultados de la caracterización de aguas residuales.

De acuerdo con el alcance definido por la empresa, la información a recolectar puede ser aplicable a actividades directas e indirectas de la empresa.

Posteriormente se deben llevar los datos recolectados, también conocidos como datos de actividad, a unidades de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, para lo cual se relacionan dichos datos con los factores de emisión (ver siguiente tabla). Estos factores ya han sido previamente desarrollados por fuentes confiables como el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPPC por sus siglas en inglés), y la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) con el software FECOC para combustibles colombianos como se presenta la siguiente tabla.

**Tabla 5.** Factores de emisión de CO2 para los combustibles en Colombia.

<b>TIPO</b>	<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>FACTOR DE EMISIÓN (KG CO2/Unidad)</b>
Sólidos	Carbón Antioquia - Base Seca	Kg	2,4419
	Carbón Cerrejón Central - Base Seca		2,5461
	Carbón Tunja - Base Seca		2,0123
Líquidos	ACPM	Kg	3,1722
	Fuel oil		3,1648
	Diesel Genérico		3,1542
	Gasolina Genérico		3,1648
Gases	Gas Natural Genérico	m3	1,8624
	Gas Natural Guajira		1,9652
	GLP Genérico		7,1131

Fuente: FECOC – UPME

El resultado de multiplicar los datos de actividad por los factores de emisión correspondientes, permite conocer la huella de carbono asociada a cada actividad y la suma de estos resultados permite conocer la huella de carbono del proceso o del alcance definido.

✓ **Beneficios de la Implementación.**

La identificación de las actividades o procesos con mayor huella de carbono permitirá a la empresa orientar la implementación de alternativas de mejoramiento que lograrán:

- ✓ Reducción de emisiones de GEI
- ✓ Ahorro económico
- ✓ Mejora de la productividad
- ✓ Mejora de la competitividad
- ✓ Mejora de la imagen corporativa
- ✓ Colaboración activa en la mitigación del cambio climático
- ✓ Sensibilización y difusión del respeto al medio ambiente

- ✓ Responder a un mercado cada vez más concienciado con la protección del medio ambiente
- ✓ **Cálculo Estimado de Ahorros por la implementación de la alternativa de mejoramiento.**

A continuación se presenta una estimación de un consumo supuesto para una empresa del sector con el fin de visualizar las emisiones de CO2 equivalentes generadas por las diferentes actividades:

**Tabla 6.** Consumos estimados para una empresa del Sector.

<b>FUENTE DE EMISIÓN</b>	<b>CONSUMO MENSUAL</b>	<b>FACTOR DE EMISIÓN</b>
Consumo de Carbón	1500 Kg	2,4419 Kg CO2/ Kg Carbón
Consumo de ACPM	1000 Kg	3,1722 Kg CO2/ Kg ACPM
Consumo de Energía Eléctrica	2000 KWH	0,173 Kg CO2/ KWH

Fuente: elaboración propia.

Para calcular las emisiones de CO2 generadas por cada fuente se hace el siguiente cálculo, ejemplo desarrollado para el consumo de carbón:

$$1500 \text{ Kg} + 2,4419 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{Kg Carbón}} = 3663 \text{ Kg CO}_2 = 3,7 \text{ Ton CO}_2$$

**Tabla 7.** Huella de Carbono para una empresa del sector.

<b>FUENTE DE EMISIÓN</b>	<b>EMISIONES GENERADAS (TON CO2)</b>
Consumo de Carbón	3,7
Consumo de ACPM	3,17
Consumo de Energía Eléctrica	0,35

<b>TOTAL EMISIONES</b>	<b>7,22</b>
------------------------	-------------

Fuente: elaboración propia.

Calcular la huella de carbono anual permite conocer la reducción o el aumento de la misma.

El objetivo de medir la huella de carbono es identificar las fuentes de emisión que se deben gestionar y evaluar una vez se tomen acciones y se implementen mejoras, las reducciones año tras año, lo que se verá reflejado en disminución de costos, por ejemplo por consumir menos combustibles o por disminuir el consumo de energía eléctrica, entre otros.

✓ **Ficha Resumen de la Alternativa.**

**Alternativa # 1**

**Nombre:** Medición de la Huella de Carbono

**Descripción General:**

Para medir la huella de carbono, se empieza por realizar una identificación de las fuentes de emisión de GEI.

Una vez la empresa conoce sus fuentes de emisión de GEI, se debe hacer un proceso de recolección de información de los procesos generadores de los GEI, por ejemplo, consumos de: combustibles (fósiles y biomasa), energía eléctrica, gases refrigerantes y abonos que contengan nitrógeno; cantidad de residuos orgánicos dispuestos, resultados de la caracterización de aguas residuales. Es importante conocer esta información mensual.

De acuerdo con el alcance definido por la empresa, la información a recolectar puede ser aplicable a actividades directas e indirectas de la empresa.

Para llevar los datos recolectados o también conocidos como datos de actividad a toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, se relacionan dichos datos con los factores de emisión. Estos factores ya han sido previamente desarrollados por fuentes confiables como IPPC y UPME con el software FECOC para combustibles colombianos.

El resultado de multiplicar los datos de actividad por los factores de emisión permite conocer la huella de carbono asociada a cada actividad, la suma de estos resultados permite conocer la huella de carbono del proceso.

**Beneficios Ambientales y Sociales:**

Reducción de emisiones de GEI

Ahorro económico

Mejora de la productividad

Mejora de la competitividad

Mejora de la imagen corporativa

Colaboración activa en la mitigación del cambio climático

Sensibilización y difusión del respeto al medio ambiente

Responder a un mercado cada vez más concienciado con la protección del medio ambiente

**Beneficios Económicos:**

El objetivo de medir la huella de carbono es identificar las fuentes de emisión que se deben gestionar y evaluar una vez se tomen acciones y se implementen mejoras, las reducciones año tras año, lo que se verá reflejado en disminución de costos, por ejemplo por consumir menos combustibles o por disminuir el consumo de energía eléctrica, entre otros.

## **12.2.2 Sustitución de Combustibles.**

### **12.2.2.1 Sustitución de combustibles (Sustitución de Carbón por Gas natural)**

- **Contexto de la Alternativa.**

El sector Palma, Aceites, Grasas y Biocombustibles requiere el consumo de combustibles fósiles, entre ellos carbón para el funcionamiento de las calderas.

La generación de residuos del procesamiento de la materia prima del sector, es una fuente importante de generación de gas metano y por tanto una oportunidad a aprovechar con fines de generación de energía. Tal es el caso del material orgánico residuo de la palma africana, el cual se puede utilizar como alternativa para reemplazar el carbón, pudiéndose convertir en una fuente potencial de energía, utilizable en el proceso de producción del biodiesel. La generación de energía a partir del gas natural se puede categorizar como una forma más limpia que la generación con carbón, por tanto la emisión de CO<sub>2</sub> es menor.

- **Descripción de la Alternativa.**

La alternativa propuesta consiste en la gasificación de los residuos del proceso de producción del aceite a partir de la palma africana, como combustible sustituto del carbón que posee un mayor factor de emisión de CO<sub>2</sub>, y por lo tanto tiene un mayor impacto en cuanto al aporte al calentamiento global.

- **Beneficios de la Implementación.**

- ✓ Valorización de residuos orgánicos
- ✓ Uso de energías renovables
- ✓ Disminución de emisiones de GEI
- ✓ Minimización de riesgos por dependencia de recursos no renovables

✓ Ahorros de económicos

- **Cálculo Estimado de Ahorros por la implementación de la alternativa de mejoramiento.**

Suponiendo que el consumo de carbón en las calderas utilizadas para la generación de energía, en el proceso de producción de aceite de palma, es de 18,75 Ton/Mes, se obtiene:

$$\text{Generacion de energía} = 18.75 \frac{\text{Ton}}{\text{mes}} \times 22000 \text{MJ/Ton}$$

$$\text{Generacion de energía} = 412.500 \text{ MJ/mes}$$

El precio de la energía es \$ 6,8181/MJ, a partir de lo cual se establece el costo de producción de energía con carbón así:

$$\text{Costo de produccion de energía con carbón} = \frac{412500 \text{ MJ}}{\text{Año}} \times \frac{\$ 6.8181}{\text{MJ}}$$

**Costo de producción de energía con carbón= 2.812.466 \$/mes**

#### Emisiones por uso de carbón

Para el carbón se tiene un factor de emisión de 2.75 KgCO<sub>2</sub>/Kg de carbón, por lo tanto las emisiones con éste combustible son las siguientes:

$$\text{Emisiones por carbón} = 18750 \text{ Kg/mes} \times 2.75 \text{ KgCO}_2/\text{Kg}$$

Emisiones por carbón= 51.563 KgCO<sub>2</sub>/mes



### Determinación de ahorros de la sustitución

Suponiendo una producción de 672m<sup>3</sup>/h de gas, se obtienen los siguientes resultados:

$$\text{Generacion de energia con gas} = \frac{36\text{MJ}}{\text{m}^3} \times 672\text{m}^3/\text{Hr}$$

Generación de energía= 24192MJ/h

El precio de la energía con gas es de 16,4\$/MJ, por lo cual el costo de producción con gas es el siguiente:

$$\text{Costo de produccion con gas} = \frac{24192\text{MJ}}{\text{Hr}} \times 12,8\$/\text{MJ}$$

**Costo de producción con gas natural= 396.749\$/Hr**

### Determinación del beneficio económico y emisiones de CO2

Para la determinación del ahorro económico se tiene en cuenta que en un año con el uso de gas como combustible, se estaría generando un total de 211.921.920 MJ/Año, con un costo de \$ 2.712.604 al año, sin embargo dicho precio estaría asociado al aprovechamiento del gas recuperado a partir de procesos de captura de gases.

**Tabla 8.** Producción de energía y costos de producción.

<b>Producción de energía con carbón</b>	<b>Costo de producción con carbón</b>
412.500MJ/año	2.812.466 \$/Año
<b>Producción de energía con gas</b>	<b>Costo de producción con gas</b>
24192MJ/Hr	309.658\$/Hr

Para la determinación de emisiones se tiene un factor de emisión de 1.8KgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, por lo tanto la concentración de CO<sub>2</sub>, emitida por este combustible es:

$$\text{Emisiones por gas} = \frac{672\text{m}^3}{\text{h}} \times 1.8\text{KgCO}_2/\text{m}^3$$

Por lo tanto con este combustible se emiten 1209.6KgCO<sub>2</sub>/Hr

- **Ficha Resumen de la Alternativa.**

**Alternativa # 2 – 2.1**

**Nombre:** Sustitución de Combustibles – Carbón por Gas Natural

**Descripción General:**

El cambio climático es uno de los temas más importantes actualmente, una opción de mitigación es la utilización de gas natural para la reducción de emisiones contaminantes de CO<sub>2</sub>.

La alternativa propuesta consiste en la gasificación de los residuos del proceso de producción del aceite a partir de la palma africana, como combustible sustituto del carbón que posee un mayor factor de emisión de CO<sub>2</sub>, y por lo tanto tiene un mayor impacto en cuanto al aporte al calentamiento global.

**Beneficios de la Implementación:**

Los beneficios se relacionan con la disminución de costos de inversión en combustibles y una mayor eficiencia en el manejo de los recursos utilizados en los procesos.

**Beneficios Ambientales y Sociales:**

Reducción de emisiones contaminantes y disminución de riesgos para la salud

**Beneficios Económicos:**

En la evaluación realizada, la utilización del gas natural como combustible, permite obtener un mayor rendimiento en cuanto al suministro de energía, y a un costo menor.

### 12.2.2.2 Sustitución de combustibles (Gas Natural por Biomasa)

- **Contexto de la Alternativa.**

La generación de residuos del procesamiento de la materia prima del sector, es una fuente importante de aprovechamiento para fines de generación de energía, como es el caso de la biomasa resultante del procesamiento de la palma africana, la cual se puede utilizar como alternativa de reemplazo del gas natural que pueda utilizar en determinado proceso, pudiéndose convertir en una fuente potencial de energía, utilizable en el proceso de producción del biodiesel. A partir de esta consideración se puede establecer que la generación de energía a partir de biomasa, se puede categorizar como combustible “limpio” ya que en el balance se puede establecer que la generación de CO<sub>2</sub>, es cero por cuanto en la palma toma ese mismo CO<sub>2</sub> del mismo ambiente durante su crecimiento.

- **Descripción de la Alternativa.**

La alternativa propuesta consiste en la evaluación del aprovechamiento de la biomasa resultante del proceso de producción del aceite a partir de la palma africana, como combustible sustituto del gas que posee un mayor factor de emisión de CO<sub>2</sub>, y por lo tanto tiene un mayor impacto en cuanto al aporte al calentamiento global. A partir de esta sustitución se obtendrían ahorros económicos y disminución de emisiones.

#### Cambio de gas natural a biomasa

Para el sector palma, aceites, grasas y biocombustibles, se supone una generación de 11975 Toneladas al año de biomasa (dato tomado de entrevista al Profesor Edgar Botero, experto en Energía).

$$\text{Generación de energía con biomasa} = \frac{15000\text{Mj}}{\text{Ton}} \times 11975\text{Ton/Año}$$

Generación de energía con biomasa= 179.625.000 MJ/Año

El precio de la energía con biomasa es de 12.66\$/MJ, a partir de lo cual se establece el costo de producción, con este combustible así:

$$\text{Costo de producción con biomasa} = \frac{179625000 \text{ MJ}}{\text{Año}} \times 12.65/\text{MJ}$$

**Costo de producción con biomasa= 2.263.275.000\$/Año**

#### Determinación del beneficio económico y determinación de emisiones

Al realizar la comparación se obtiene que con el uso de biomasa, se presenta un menor costo de producción, sin embargo el beneficio económico de estas dos alternativas se refleja mejor a partir de la evaluación de la disminución de emisiones contaminantes de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 9.** Producción de Energía y Costos de Producción.

<b>Producción de energía con gas</b>	<b>Costo de producción con gas</b>
211.921.920 MJ/Año	2.712.604.080 \$/Año
<b>Producción de energía con biomasa</b>	<b>Costo de producción con biomasa</b>
179.625.000 MJ/Año	2.263.275.500\$/Año

Suponiendo que la biomasa utilizada en el proceso es pura, se obtiene que las emisiones son neutras, teniendo en cuenta que el CO<sub>2</sub> emitido en la combustión ha sido absorbido previamente de la atmósfera.

- **Ficha Resumen de la Alternativa.**

**Alternativa # 2 – 2.2**  
Biomasa

**Nombre:** Sustitución de Combustibles – Gas Natural por

**Descripción General:**

El proceso de beneficio del fruto de palma de aceite en Colombia, se presenta como uno de los más importantes generadores de biomasa por hectárea cultivada en comparación con otros cultivos oleaginosos y bioenergéticos.

La alternativa consiste en la utilización de biomasa residual, para la generación de energía.

**Beneficios de la Implementación:**

Los beneficios en la sustitución de combustible, está relacionado con el ahorro económico y las emisiones de CO<sub>2</sub>, teniendo en cuenta lo siguiente:

- ✓ Permite eliminar residuos orgánicos, al tiempo que les da una utilidad.
- ✓ Es una fuente de energía renovable.
- ✓ Es una fuente de energía no contaminante.
- ✓ Disminuye las emisiones que crean el Efecto Invernadero.
- ✓ Permite el autoconsumo, ya que con ella no se depende de la energía del exterior.

**Beneficios Ambientales y Sociales:**

Menores índices de contaminación y reducción de riesgos de afectaciones a la salud, ante la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Beneficios Económicos:**

Mayor productividad y eficiencia en insumos, a partir de la utilización de las propiedades de algunos subproductos. como el gas y la biomasa.

### **12.2.3 Captura de Metano.**

- **Contexto de la Alternativa.**

Las aguas residuales generadas en el sector Palma, Grasas, Aceites y Biocombustibles contienen aceites residuales que no se aprovechan, estos en su proceso de descomposición generan metano, Gas de Efecto Invernadero con un potencial de calentamiento global 21 veces mayor que el CO<sub>2</sub>. La captura de éste gas ayuda a reducir la emisión de GEI de la empresa y por tanto, permite mitigar el cambio climático, además de ser una fuente alternativa de energía, con potencial para ser aprovechada en el sector.

- **Descripción de la Alternativa.**

El aceite residual contenido en las aguas residuales de las empresas del sector Palma, Aceites, Grasas y Biocombustibles genera concentraciones de Demanda Química de Oxígeno (DQO) promedio de 40.000 mg/L. Mediante la implementación de Lagunas de Oxidación se pueden alcanzar eficiencia de remoción de la DQO de hasta el 80%. De acuerdo con datos estequiométricos, por cada kilogramo de DQO se pueden recuperar 0,35 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>.

Las lagunas de oxidación consisten en excavaciones de poca profundidad (5 m), en las que se desarrolla una población microbiana anaerobia capaz de remover la materia orgánica presente en el agua residual. Las lagunas se cubren por medio de una geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) apoyada por flotadores y tubos de soporte. Para capturar el gas metano generado por la descomposición de la materia orgánica se utilizan tubos perforados de Policloruro de Vinilo (PVC). La geo membrana puede llegar a inflarse con el gas que se genera en su interior. Se requiere disponer de suficiente terreno para su construcción, puesto que normalmente el sistema puede requerir de 4 lagunas.

- **Beneficios de la Implementación.**

El principal beneficio es la generación de energía aprovechando el metano generado. Adicionalmente se tiene los siguientes beneficios:

- ✓ Reducción de gases efecto invernadero
- ✓ Disminución del aporte al cambio climático
- ✓ Acceso al mercado de bonos de carbono, aplicando los principios del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)
- ✓ Reducción de la emisión de olores ofensivos que afectan a las comunidades aledañas.

- **Cálculo Estimado de Ahorros por la implementación de la alternativa de mejoramiento.**

Como ejemplo para conocer la concentración de gas que se puede recuperar se presenta el siguiente modelo:

DQO: 40.000 mg/L

Q: 60.000 L/h

% Remoción: 80%

$$\frac{60.000 \frac{L}{h} + 40.000 \frac{mg}{L} + 0,8}{1.000.000 \frac{mg}{Kg}} + 0,35 = \frac{672 \text{ m}^3 \text{ CH}_4}{h}$$

El gas generado puede usarse en sistemas de combustión. Suponiendo que se venda el metano recuperado a un precio de \$500/m<sup>3</sup>:

$$\frac{672 \text{ m}^3 \text{ CH}_4}{h} + \frac{5 \text{ 500}}{\text{m}^3} = \frac{5 \text{ 336.000}}{h}$$

- **Ficha Resumen de la Alternativa.**

**Alternativa # 3**

**Nombre:** Captura de Metano

**Descripción General:**

El aceite residual contenido en las aguas residuales del sector alcanza concentraciones de DQO promedio de 40.000 mg/L. Mediante la implementación de Lagunas de Oxidación se pueden alcanzar eficiencia de remoción de la DQO de hasta el 80%. De acuerdo con datos estequiométricos, por cada kilogramo de DQO se pueden recuperar 0,35 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>.

Las lagunas de oxidación consisten en excavaciones de poca profundidad (5 m), en las que se desarrolla una población microbiana anaerobia capaz de remover la materia orgánica presente en el agua residual. Las lagunas se cubren por medio de una geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) apoyada por flotadores y tubos de soporte. Para capturar el gas metano generado por la descomposición de la materia orgánica se utilizan tubos perforados de PVC. La geo membrana puede llegar a inflarse con el gas que se genera en su interior. Se requiere disponer de suficiente terreno para su construcción, puesto que normalmente el sistema puede requerir de 4 lagunas.

1. El gas generado puede usarse en sistemas de combustión.

**Beneficios Ambientales y Sociales:**

- ✓ Generación de energía a partir del metano.
- ✓ Reducción de gases efecto invernadero
- ✓ Disminución del aporte al cambio climático
- ✓ Acceso al mercado de bonos de carbono aplicando los principios del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)
- ✓ Reducción de la emisión de olores desagradables que afectan las zonas cercanas.

**Beneficios Económicos:**

Venta del metano generado o aprovechamiento al interior de la empresa.  
Suponiendo que se venda el metano recuperado a un precio de \$500/m<sup>3</sup>:

$$\frac{672 \text{ m}^3 \text{ CH}_4}{h} + \frac{5 \ 500}{\text{m}^3} = \frac{5 \ 336.000}{h}$$



#### **12.2.4 Compensación.**

##### **Contexto de la Alternativa.**

La compensación de emisiones de CO2 se basa en el aporte voluntario de una cantidad de dinero proporcional a las toneladas de CO2 emitidas, y que todavía no se han podido reducir, para un periodo de tiempo determinado. Este aporte económico se dedica a proyectos como:

- Captar una cantidad de toneladas de CO2 equivalentes a la cantidad emitida mediante el desarrollo de un proyecto de reforestación.
- Eficiencia energética, sustitución de combustibles y energías renovables, entre otros.

##### **Descripción de la Alternativa.**

Dado que la principal problemática ambiental del sector se centra en la deforestación, se sugiere implementar la compensación por reforestación.

Reforestar es cuando se vuelve a sembrar un bosque, cuyas tierras se transformaron en agrícolas o ganaderas. Al volver a plantar árboles en ese lugar es cuando se efectúa una reforestación. El eucalipto, puede ser la clave para colaborar en la disminución de la huella de carbono y brindar una mayor sostenibilidad al ambiente, esto se debe al rápido crecimiento que poseen y la adaptación para captar carbono de la atmósfera.

La cantidad de carbono que un árbol captura se relaciona de manera directa con su tasa de crecimiento. Los árboles que más crecen son los que más carbono capturan en su madera, una característica muy pronunciada en los eucaliptos que sumada a otras cualidades lo hacen atractivo para la reforestación.

## Beneficios de la Implementación.

Algunos beneficios que se obtendrán con la reforestación con eucalipto para la captura de carbono son:

- ✓ Ayuda a mitigar el cambio climático (Captura de CO<sub>2</sub>).
- ✓ Acceso al mercado de bonos de carbono aplicando los principios del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
- ✓ Recuperación de suelos degradados.
- ✓ Proteger, conservar y mejorar la biodiversidad.
- ✓ Ingresos económicos por la venta de la madera.

## Cálculo Estimado de Ahorros por la implementación de la alternativa de mejoramiento.

Se puede seguir el siguiente ejemplo:

**Tabla 10.** Datos estimados para el cálculo de emisiones fijadas por compensación

<b>Compensación con Eucalipto</b>	
Área	1500 Ha
Periodo de corte	10 años
Costo de desarrollo	\$2.000.000/Ha
Precio de venta madera	\$80.000/Ton
Fijación CO <sub>2</sub> (dato de la FAO)	43,58 (Ton CO <sub>2</sub> /Ha/Año)
Rendimiento madera seca (Ton/ha/año) (dato de la FAO)	19
Huella de carbono de la empresa	506,451 (Ton de CO <sub>2</sub> producidas en 10 años)

Fuente: elaboración propia

- Para obtener la cantidad de carbono fijado con eucalipto se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Fijación en 10 años (TON CO2)} = 43,58 \frac{\text{Ton CO2}}{\text{Ha año}} * 1500\text{Ha} * 10 \text{ años} = 653,700$$

Para obtener las emisiones fijadas la empresa debe conocer su huella de carbono para un periodo de tiempo determinado (en el ejemplo anterior 10 años), este resultado se compara con la fijación de CO2 anteriormente calculada.

Siguiendo con el ejemplo anterior:

- Para obtener las emisiones fijadas:

$$\text{Emisiones Fijadas} = 100\%$$

- Para conocer los ingresos por la venta de la madera:

$$\begin{aligned} \text{Ingresos por venta de madera (\$)} &= \frac{19 \frac{\text{Ton}}{\text{Ha}}}{\text{año}} * 1500\text{Ha} * 10 \text{ años} * \frac{80,000\$}{\text{Ton}} \\ &= \$22,800,000,000 \end{aligned}$$

- **Ficha Resumen de la Alternativa.**

**Alternativa # 4****Nombre:** Compensación por medio de Reforestación**Descripción General:**

La reforestación es cuando se vuelve a forestar un bosque, cuyas tierras se transformaron en agrícolas o ganaderas. Al volver a plantar árboles en ese lugar es cuando se efectúa una reforestación. El eucalipto, puede ser la clave para colaborar en la disminución de la huella de carbono y brindar una mayor sostenibilidad al ambiente, esto se debe al rápido crecimiento que poseen y la adaptación para captar carbono de la atmósfera.

La cantidad de carbono que un árbol captura se relaciona de manera directa con su tasa de crecimiento. Los árboles que más crecen son los que más carbono capturan en su madera, una característica muy pronunciada en los eucaliptos que sumada a otras cualidades lo hacen atractivo para la reforestación.

**Beneficios Ambientales y Sociales:**

- ✓ Ayuda a mitigar el cambio climático (Captura de CO<sub>2</sub>).
- ✓ Recuperación de suelos degradados.
- ✓ Proteger, conservar y mejorar la biodiversidad.
- ✓ Acceso al mercado de bonos de carbono aplicando los principios del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

**Beneficios Económicos:**

- ✓ Ingresos económicos por la venta de la madera.

### 12.3 TABLA RESUMEN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS.

A continuación se presenta un resumen de las alternativas propuestas. Es importante aclarar que las alternativas que se presentan no son las únicas posibles a implementar, se hace referencia a éstas ya que, de acuerdo con los aspectos ambientales significativos y con la problemática ambiental del sector, identificada con la investigación, se consideran como las de mayor aporte para el control y/o la mitigación de los impactos generados por la actividad productiva.

**Tabla 11.** Resumen de las alternativas propuestas.

No.	Nombre Alternativa	Principales Beneficios Económicos	Principales Beneficios Ambientales
1	Medición de Huella de Carbono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de costos, por ejemplo por consumir menos combustibles o por disminuir el consumo de energía eléctrica, etcétera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de emisiones de GEI.</li> <li>• Mejora de la productividad</li> <li>• Mejora de la competitividad</li> <li>• Colaboración activa en la mitigación del cambio climático.</li> <li>• Responder a un mercado cada vez más concienciado con la protección del medio ambiente.</li> </ul>
2	Sustitución de Combustibles: 2.1 Carbón por Gas Natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de costos de producción, y de posibles afectaciones asociadas a los riesgos de utilización del carbón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución en la emisión de concentraciones de CO<sub>2</sub>, y mitigación del cambio climático.</li> <li>Aprovechamiento de subproductos, para la generación de energía sostenible.</li> </ul>
	2.2. Gas Natural por Biomasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro en costos de producción, y de manejo de residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la contaminación atmosférica y aprovechamiento de los subproductos de algunas actividades, del proceso productivo.</li> <li>• Nulo aporte al calentamiento global.</li> </ul>
3	Captura de Metano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Venta del gas metano generado en los procesos productivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de energía a partir del metano.</li> <li>• Reducción de gases efecto invernadero</li> <li>• Reducción de la emisión</li> </ul>

			de olores desagradables que afectan las zonas cercanas.
4	Compensación por medio de Reforestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresos económicos por la venta de la madera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayuda a mitigar el cambio climático (Captura de CO2).</li> <li>• Recuperación de suelos degradados.</li> <li>• Proteger, conservar y mejorar la biodiversidad.</li> <li>• Acceso al mercado de bonos de carbono aplicando los principios del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## **13 ALTERNATIVAS DE PML EN AGUA**

### **13.1 CONTEXTO**

En la fase de identificación de Aspectos e Impactos ambientales en el ciclo de vida, se define que los aspectos significativos relacionados con el recurso hídrico en el sector Palma, Aceites, Grasas y Biocombustibles son el consumo de agua desde la extracción de materias primas hasta el proceso productivo así como la generación de lodos y vertimientos con alto contenido de grasas y aceites. Para gestionar estos aspectos se plantean como opciones de mejoramiento: (i) medición de la huella hídrica, (ii) realización del balance de agua y (iii) recuperación de grasas y aceites.

A continuación se presenta la descripción de cada alternativa.

### **13.2 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS**

#### **13.2.1 Balance de Agua**

- **Contexto de la Alternativa.**

Los procesos productivos requieren diferentes características en el suministro de agua relacionadas con caudal suficiente y con exigencias de calidad variables según el uso requerido. En el sector palma, grasas, aceites y biocombustibles los consumos de agua se dan fundamentalmente para los siguientes fines:

- ✓ Cultivo: El principal uso es para riego. Las diferentes plantaciones utilizan agua de pozos profundos o fuentes superficiales.
- ✓ Transferencia de calor: la forma más tradicional de suministrar energía calorífica a diversos procesos es la generación de vapor mediante el uso de calderas. La circulación de agua fría es el sistema más común de

enfriamiento en la industria, éste es un uso sin excesivas exigencias de calidad.

- ✓ Procesos de limpieza: se emplea el agua para limpiar superficies de trabajo, utensilios y equipos.

Existe una gran variabilidad en el consumo de agua en los diferentes procesos industriales, requiriendo algunos procesos mayor consumo de agua que otros. Las necesidades de agua dependen de numerosos factores técnicos y económicos. Por estas razones se hace importante conocer los consumos y salidas de agua en procesos en general y específicos del sector, es decir, conocer el balance de agua y de ésta forma identificar oportunidades de mejora.

- **Descripción de la Alternativa.**

Un balance de agua permite estimar el volumen de agua consumido para llevar a cabo el proceso productivo. Específicamente permite diferenciar entre el volumen de agua que entra en el proceso, el que sale del sistema y/o el volumen acumulado en el mismo, así:

$$\text{Volumen Entrada} = \text{Volumen Salida} + \text{Volumen Acumulado}$$

El balance de agua también puede enfocarse en una parte específica del proceso productivo.

Para realizar el balance de agua se requiere hacer una identificación de las variables que influyen en el consumo de agua mediante el análisis de la información disponible sobre la demanda de agua para cada una de las etapas del proceso productivo.

También es importante tener en cuenta información secundaria generada a partir de los balances de agua y caracterización de las empresas pertenecientes al sector, para determinar los requerimientos de agua actual. Asimismo, realizar visitas de campo para levantar información sobre los consumos de agua y



efectuaron entrevistas a los operarios para identificar la información relacionada con los parámetros que influyen en el nivel de demanda de agua. Con base en esta información se puede realizar un análisis para establecer las variables que influyen en el consumo de agua para la producción de grasas, aceites y biocombustibles a partir de la palma.

Es recomendable realizar un diagrama de proceso en el que se puedan identificar claramente las entradas y salidas de agua en cada etapa, con datos lo más reales posible.

Importante tener en cuenta en el diagrama, las etapas que requieren mayor consumo de agua y las que generan salidas de agua, como: riego, prensado, sedimentación, secado, clarificación, desarenado, deslodado, procesos de limpieza, tratamiento de aguas residuales, entre otros.

- **Beneficios de la Implementación.**

- ✓ Identificación de buenas prácticas a implementar en todos los procesos para evitar y disminuir impactos negativos al recurso hídrico.
- ✓ Promover el uso eficiente del agua
- ✓ Apoyar la valoración de los recursos hídricos dentro de su área de influencia y conocer el alcance y la aplicación de los servicios ambientales que se derivan de la protección y buen manejo de dicho recurso.
- ✓ Desarrollar proyectos de interés general que contribuyan con el uso racional y eficiente del agua.
- ✓ Desarrollar evaluaciones periódicas sobre el balance de agua y sus impactos para diseñar estrategias que contribuyan con su reducción, mitigación y/o control.

- **Cálculo Estimado de Ahorros o Ganancias por Beneficios Ambientales.**

Una vez se conoce el balance de agua, es posible identificar oportunidades de mejora cuya finalidad sea el ahorro y uso eficiente del agua. Algunas de estas oportunidades pueden ser:

- ✓ Uso del agua residual en sistemas de compostaje.
- ✓ Implementación de sistemas de riego eficiente y control automático de las diferentes variables.
- ✓ Mantenimiento de los componentes del sistema de riego como tuberías y dosificadores.
- ✓ Instalación de contadores de agua en los principales procesos con el fin de establecer indicadores para cada uno.
- ✓ Capacitación al personal de la planta con el fin de concientizar en el uso eficiente del recurso hídrico.
- ✓ Instalación de equipos de control de flujo para las mangueras que son empleadas en el lavado de pisos y equipos.
- ✓ Utilización de hidrolavadoras para labores de limpieza.

Para conocer los beneficios económicos de establecer estas medidas se recomienda realizar un análisis costo beneficio con datos reales y actualizados que permita conocer el periodo de retorno de la inversión.

- **Ficha Resumen de la Alternativa.**

**Alternativa # 1**

**Nombre:** Balance de Agua

**Descripción General:**

*Volumen Entrada = Volumen Salida + Volumen Acumulado*

Para realizar el balance de agua se requiere: análisis de la información disponible sobre la demanda de agua para cada una de las etapas del proceso productivo, tener en cuenta información secundaria generada a partir de los balances de agua y caracterización de las empresas pertenecientes al sector, visitas de campo para levantar información sobre los consumos de agua y efectuaron entrevistas a los operarios para identificar la información relacionada con los parámetros que influyen en el nivel de demanda de agua.

Es recomendable realizar un diagrama de proceso en el que se puedan identificar claramente las entradas y salidas de agua en cada etapa, con datos lo más reales posible.

**Beneficios de Ambientales y Sociales:**

- ✓ Identificación de buenas prácticas a implementar en todos los procesos para evitar y disminuir impactos negativos al recurso hídrico.
- ✓ Promover en todo momento el uso eficiente del agua
- ✓ Apoyar la valoración de los recursos hídricos dentro de su área de influencia y conocer el alcance y la aplicación de los servicios ambientales que se derivan de la protección y buen manejo de dicho recurso.
- ✓ Desarrollar proyectos de interés general que contribuyan con el uso racional y eficiente del agua.
- ✓ Desarrollar evaluaciones periódicas sobre el balance de agua y sus impactos para diseñar estrategias que contribuyan con su reducción, mitigación y/o control.

**Beneficios Económicos:**

Para conocer los beneficios económicos de establecer estas medidas se recomienda realizar un análisis costo beneficio con datos reales y actualizados que permita conocer, entre otros, el periodo de retorno de la inversión.

### 13.2.2 Medición de la Huella Hídrica.

- **Contexto de la Alternativa.**

La Huella Hídrica es un indicador que permite medir el volumen de agua utilizado de forma directa (en el proceso productivo) e indirecta (en las cadenas de suministro) para la producción de bienes y servicios, incluyendo los consumos de agua en todas las etapas de la cadena productiva.

La huella hídrica tiene tres componentes principales:

- ✓ Huella hídrica verde: volumen de agua lluvia consumida por la vegetación y que no se convierte en escorrentía. Esta agua se deposita en los estratos superficiales del terreno para satisfacer la demanda natural de la vegetación y los cultivos.
- ✓ Huella hídrica azul: es el volumen de agua dulce extraído de una fuente superficial o subterránea, que responde a un déficit en la disponibilidad de agua lluvia. El agua azul contiene conceptos implícitos de escasez y competencia por el recurso hídrico.
- ✓ Huella hídrica gris: hace referencia a la contaminación y se define como el volumen de agua teórico necesario para lograr la dilución de un contaminante específico de forma tal que no altere la calidad del agua en el cuerpo receptor. No se refiere a generar un nuevo consumo, sino a reducir el volumen contaminante.

De acuerdo con la WWF en su reporte del 2012, Una Mirada a la Agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica, a nivel global la agricultura tiene una huella hídrica del 81%. De ésta, un 10% es aportado por Suramérica, lo que equivale a 918.000 Mm<sup>3</sup>/año, donde los tres países con mayor aporte son Brasil, Argentina y

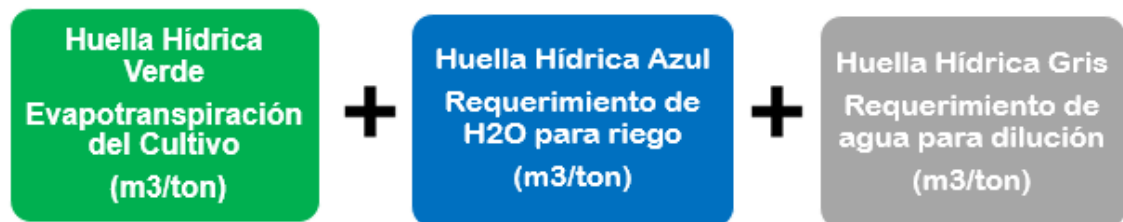
Colombia. En nuestro país la palma africana representa un producto con alto grado de productividad, para éste en el mismo reporte, se presenta una Huella Hídrica del 8% del total para Colombia, siendo en dicha huella el principal componente la huella hídrica azul (12% de la huella hídrica azul para el país), identificándose como un cultivo que ejerce importante presión sobre el recurso hídrico.

En el año 2008 se identificaron datos de producción de 292.137 toneladas de aceite de palma en 83 municipios del país. Este volumen de producción arrojó una huella hídrica de 3.653 m<sup>3</sup>/ton (WWF, Una Mirada a la Agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica) y situó a Colombia como el sexto exportador de aceite de palma en el mundo, después de Malasia, Indonesia, Holanda, Nueva Guinea y Tailandia.

- **Descripción de la Alternativa.**

La alternativa consiste en determinar la huella hídrica de la producción de aceite de palma.

**Figura 3.** Componentes para el cálculo de la huella hídrica.



Fuente: Elaboración propia

Huella Hídrica verde: Para determinarla es importante conocer la evapotranspiración (ET) o consumo diario de agua por la planta en los diferentes

periodos vegetativos en m<sup>3</sup>/ha y la productividad del cultivo en ton/ha. El resultado estará dado en m<sup>3</sup>/ton.

Huella Hídrica azul: Se determina conociendo el volumen en m<sup>3</sup> de agua que se requiere para el riego de 1 ton. El dato estará dado en m<sup>3</sup>/ton.

Tanto la huella hídrica verde como la azul, corresponden a información de consumo de agua en el cultivo de la palma. Por su parte la huella hídrica gris se calcula con datos obtenidos en el proceso productivo del aceite de palma.

Huella Hídrica gris: Es importante conocer datos de la caracterización de aguas residuales como: caudal de salida (m<sup>3</sup>/seg) y concentración de DOB5 en el efluente (mg/l). Además de contar con información de la calidad de la fuente receptora final de la descarga, por ejemplo, caudal del río y DBO5 del río antes de la descarga del efluente de la empresa.

Para el cálculo se puede usar la fórmula:

$$V_i * C_i = V_f * C_f$$

Donde:

$V_i$  : caudal del río (m<sup>3</sup>/seg)

$C_i$ : DBO5 río antes de la descarga de la empresa (mg/L)

$C_f$ : DBO5 río + DBO5 descarga de la empresa (mg/L)

$V_f$ : volumen de agua necesario para diluir la contaminación aportada por la empresa, es decir, Huella Hídrica Gris.

Huella Hídrica Total: La suma de las tres huellas, es la huella hídrica de la producción del aceite de palma, dada en m<sup>3</sup>/ton.

Para conocer la huella hídrica de una unidad de producción (1 m<sup>3</sup>, 1 ton) es importante realizar un balance de agua en el que se conozcan datos como: toneladas de racimo de palma y volumen en m<sup>3</sup> de agua, necesarios para obtener

1m<sup>3</sup> de aceite de palma, o bien el porcentaje de racimos efectivamente aprovechados por cada tonelada para la producción de 1 m<sup>3</sup> de aceite de palma.

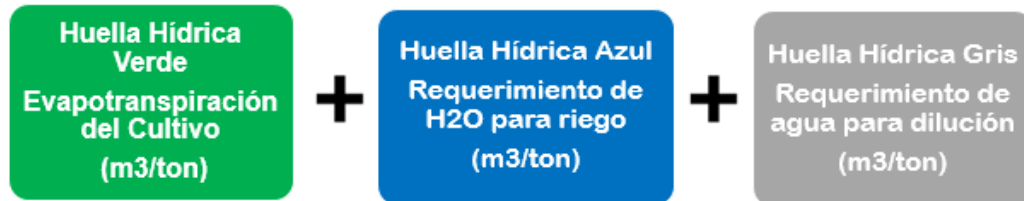
- **Beneficios de la Implementación.**

- ✓ Conocer el aporte de la empresa a la huella hídrica del sector agrícola a nivel nacional.
- ✓ Conocer los requerimientos de agua para diferentes etapas del ciclo de vida del aceite de palma y de esta forma identificar en cuáles de ellos se hace prioritario dirigir los esfuerzos de gestión para su minimización.
- ✓ Aprovechar la huella hídrica como un instrumento para lograr un balance adecuado entre los recursos hídricos, la producción de alimentos, la seguridad alimentaria y la protección ambiental.
- ✓ La huella hídrica es una herramienta, que en conjunto con otros instrumentos, puede ser de gran utilidad para adelantarse a posibles políticas nacionales orientadas, por ejemplo, a limitar la producción de cultivos que tienen altas demandas de agua en zonas de escasez hídrica.

- **Cálculo Estimado de Ahorros o Ganancias por Beneficios Ambientales.**

Uno de los principales beneficios ambientales para la empresa es conocer en qué parte del ciclo de vida de la producción de aceite de palma es prioritario disminuir el consumo de agua, siempre y cuando, dicha gestión esté al alcance de la empresa. Por ejemplo, el análisis de la huella hídrica permite conocer el consumo de agua para riego y/o para dilución de contaminantes. En éste caso, el plan de acción que la empresa implemente para optimizar el riego y para disminuir la carga contaminante de sus efluentes, puede traducirse en ahorros económicos y en retornos rápidos de la inversión necesaria, los cuales serán calculados por la empresa con datos reales.

- **Ficha Resumen de la Alternativa.**

**Alternativa # 2****Nombre:** Medición de la Huella Hídrica**Descripción General:**

Huella Hídrica verde (m3/ton) = Evapotranspiración (ET) o consumo diario de agua por la planta en los diferentes periodos vegetativos (m3/ha) + Productividad del cultivo (ton/ha)  
Huella Hídrica azul (m3/ton) = volumen (m3) de agua para riego/ton.  
Huella Hídrica gris (m3/ton) = (Caudal del río (m3/seg) \* DOB5 río antes de la descarga (mg/l))/ (DOB5 río + DOB5 efluente de la empresa (mg/l)).

**Beneficios Ambientales y Sociales:**

- ✓ Conocer el aporte de la empresa a la huella hídrica del sector agrícola a nivel nacional.
- ✓ Conocer los requerimientos de agua para diferentes etapas del ciclo de vida del aceite de palma y de esta forma identificar en cuáles de ellos se hace prioritario dirigir los esfuerzos de gestión.
- ✓ Aprovechar la huella hídrica como un instrumento para lograr un balance adecuado entre los recursos hídricos, la producción de alimentos, la seguridad alimentaria y la protección ambiental.
- ✓ La huella hídrica es una herramienta, que en conjunto con otros instrumentos, puede ser de gran utilidad para adelantarse a posibles políticas nacionales orientadas, por ejemplo, a limitar la producción de cultivos que tienen altas demandas de agua en zonas de escasez hídrica.

**Beneficios Económicos:**

El análisis de la huella hídrica permite conocer el consumo de agua para riego y/o para dilución de contaminantes. En éste caso, el plan de acción que la empresa implemente para optimizar el riego y para disminuir la carga contaminante de sus efluentes, puede traducirse en ahorros económicos y en retornos rápidos de la inversión necesaria, los cuales serán calculados por la empresa con datos reales.



### **13.2.3 Recuperación de Grasas y Aceites.**

- **Contexto de la Alternativa.**

Uno de los aspectos identificados en el producción de grasas, aceites y biocombustibles a partir de la palma, es la generación de vertimientos y lodos con alto contenido de grasas y aceites; es decir, que estas sustancias se vierten en los efluentes generando contaminación del agua y de los cuerpos que reciben dicha descarga además de generar pérdida de materia prima importante para el proceso.

Existen técnicas físico-químicas para el tratamiento de vertimientos que permiten eliminar la fracción gruesa de las aguas residuales industriales (ARI). Estas grasas y aceites se pueden eliminar mediante el uso de las técnicas como Flotación, Flotación por Aire Disuelto y Centrifugación.

Una vez se somete el ARI a estos tratamientos físico-químicos se puede recircular materia prima en el proceso además de preparar el agua residual para el siguiente tratamiento, que en muchos casos será el biológico, y de esta forma garantizar un efluente con menor carga contaminante.

- **Descripción de la Alternativa.**

A continuación se presentan las pautas para realizar ensayos piloto de las técnicas físico químicas recomendadas.

**Flotación:**

Tratamiento aplicado para partículas de menor densidad que el agua. Existe la flotación natural, que puede ser ayudada o no por algún método externo y la flotación inducida, en la que la densidad inicial de las partículas es mayor y de forma artificial se va reduciendo.

### **Flotación por Aire Disuelto:**

Tratamiento aplicado en efluentes que generalmente han pasado por pre-tratamientos químicos. En éste se presuriza el efluente con aire disuelto y se transfiere a un clarificador, donde por medio de burbujas de aire se adhieren los sólidos suspendidos y otros contaminantes, hasta dirigirse a la superficie. Una vez allí son removidos por medio de desnatadores. Los que quedan en el fondo se desalojan por medio de rastrillos.

La flotación con aire disuelto o DAF permite remover sólidos suspendidos, grasas, aceites y partículas flotantes.

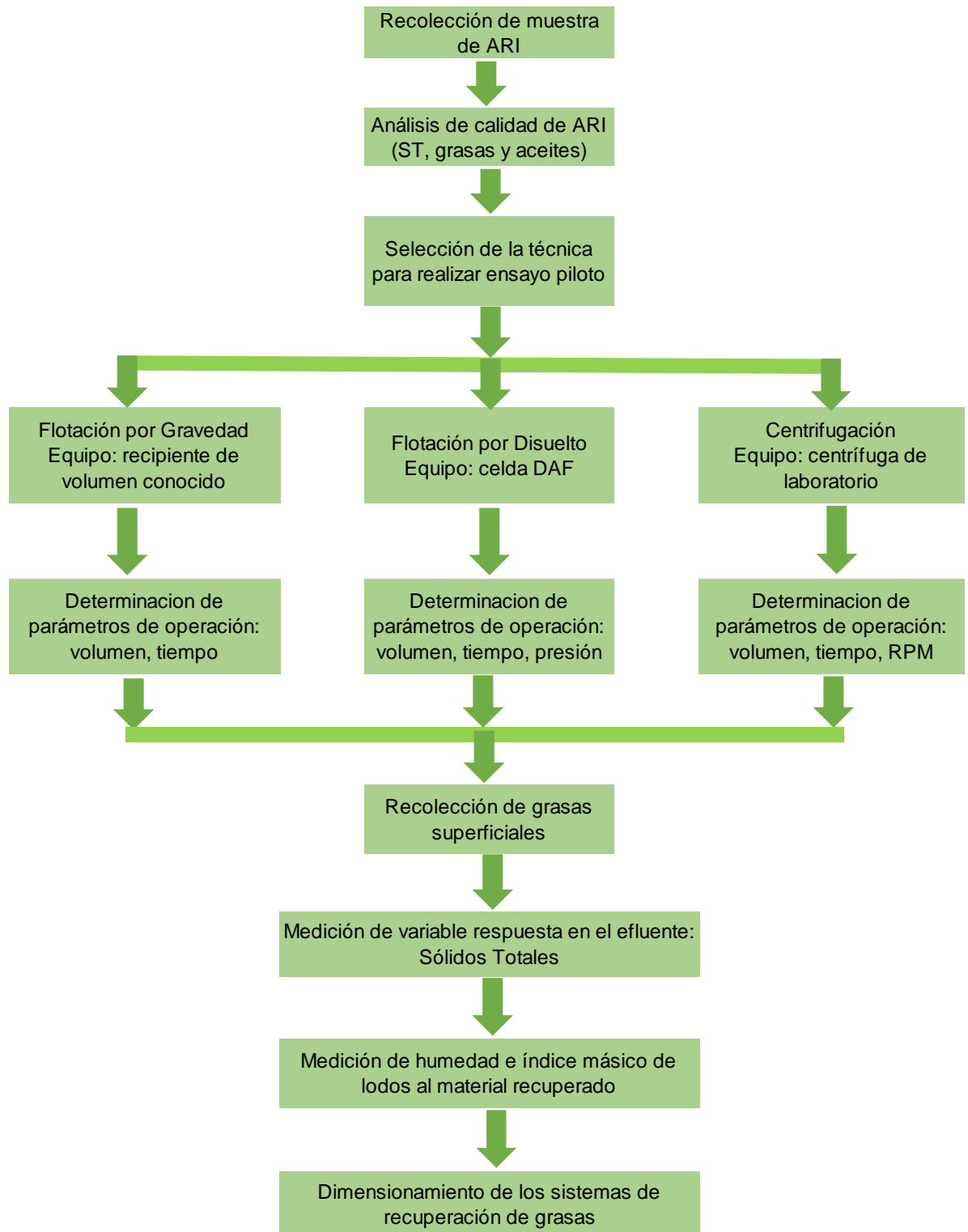
### **Centrifugación:**

Técnica aplicada a la separación de sólido – líquido y a la separación de dos líquidos inmiscibles con o sin presencia de sólidos.

La separación sólido - líquido se da por medio de la retención de las partículas en un medio filtrante, lo que se denomina filtración centrífuga, sin requerirse una diferencia de densidades entre el sólido y el líquido. Sin embargo, si existe diferencia de densidades puede darse la separación por sedimentación centrífuga.

La variable que se debe conocer para determinar la viabilidad técnica de los procesos de separación de grasas propuestos, es la fracción de grasas total no soluble presente en las ARI. Para conocer esta variable se requiere realizar pruebas piloto para determinar el valor real de grasas susceptible de ser separada. Para ello se recomienda seguir el proceso que se presenta en la siguiente gráfica.

Figura 4. Diagrama para ensayo piloto de recuperación de grasas.



Fuente: Evaluación técnica y económica de tecnologías para reuso de aguas de proceso.

Ensayos piloto realizados en empresas del sector alimentos has presentado los siguientes resultados:

**Tabla 12.** Resultado de ensayos de recuperación de grasas en empresas de alimentos.

TÉCNICA	PESO BASE SECA (G)	PESO BASE HÚMEDA (G)	% SÓLIDOS LODO EXTRAIDO	% HUMEDAD
Flotación 2h	0,659	10	7	93
Flotación 24h	0,226	10	2	98
Celda de flotación ensayo 1	1,10	20	5	95
Celda de flotación ensayo 2	2,01	30	7	93
Centrífuga 10 ml – 5 min	0,017	0,062	28	72
Centrífuga 10 ml – 10 min	0,027	0,036	75	25
Centrífuga 20 ml – 10 min	0,018	0,078	23	77
Centrífuga 20 ml – 15 min	0,025	0,058	44	56

Fuente: Evaluación técnica y económica de tecnologías para reuso de aguas de proceso.

La técnica a seleccionar será la que presente menores contenidos de humedad en las grasas extraídas.

- **Beneficios de la Implementación.**

- ✓ Las grasas recuperadas pueden devolverse al proceso o pueden ser vendidas a otras empresas para la producción de jabones, por ejemplo, siempre y cuando, cumplan con las condiciones físicas para su procesamiento.
- ✓ Disminución de la carga contaminante en el efluente.

- ✓ Facilita el cumplimiento de los parámetros de vertimiento de ARI establecidos por la normatividad.

- **Cálculo Estimado de Ahorros o Ganancias por Beneficios Ambientales.**

Para conocer los beneficios económicos implementar estas técnicas, se recomienda realizar un análisis costo beneficio con datos reales y actualizados que permita conocer el periodo de retorno de la inversión.

- **Ficha Resumen de la Alternativa.**

**Alternativa # 3****Nombre:** Recuperación de grasas y aceites**Descripción General:**

Aplicación de técnicas físico-químicas para el tratamiento de vertimientos, que permiten eliminar la fracción gruesa de las aguas residuales industriales (ARI). Estas grasas y aceites se pueden eliminar mediante el uso de técnicas como Flotación, Flotación por Aire Disuelto y Centrifugación.

Una vez se somete el ARI a estos tratamientos físico-químicos se puede recircular materia prima en el proceso además de preparar el agua residual para el siguiente tratamiento, que en muchos casos será el biológico, y de esta forma garantizar un efluente con menor carga contaminante.

La variable que se debe conocer para determinar la viabilidad técnica de los procesos de separación de grasas propuestos, es la fracción de grasas total no soluble presente en las ARI. Para conocer esta variable se requiere realizar pruebas piloto para determinar el valor real de grasas susceptible de ser separada.

**Beneficios Ambientales y Sociales:**

- ✓ Las grasas recuperadas pueden devolverse al proceso o pueden ser vendidas a otras empresas para la producción de jabones, por ejemplo, siempre y cuando, cumplan con las condiciones físicas para su procesamiento.
- ✓ Disminución de la carga contaminante en el efluente.
- ✓ Facilita el cumplimiento de los parámetros de vertimiento de ARI establecidos por la ley.

**Beneficios Económicos:**

Para conocer los beneficios económicos implementar estas técnicas, se recomienda realizar un análisis costo beneficio con datos reales y actualizados que permita conocer el periodo de retorno de la inversión.

### 13.3 TABLA RESUMEN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS.

A continuación se presenta un resumen de las alternativas propuestas. Es importante aclarar que las que aquí se presentan no son las únicas alternativas posibles a implementar, se hace referencia a estas ya que de acuerdo con los aspectos ambientales más significativos y con la problemática ambiental del sector, la cual se logró identificar con la investigación, se consideran como las de mayor aporte para el control y/o la mitigación de los impactos generados por la actividad productiva.

**Tabla 13.** Resumen de las alternativas propuestas.

No.	Nombre Alternativa	Principales Beneficios Económicos	Principales Beneficios Ambientales
1	Balance de agua	Para conocer los beneficios económicos de establecer estas medidas se recomienda realizar un análisis costo beneficio con datos reales y actualizados que permita conocer, entre otros, el periodo de retorno de la inversión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificación de buenas prácticas a implementar en todos los procesos para evitar y disminuir impactos negativos al recurso hídrico.</li> <li>✓ Promover en todo momento el uso eficiente del agua</li> <li>✓ Desarrollar evaluaciones periódicas sobre el balance de agua y sus impactos para diseñar estrategias que contribuyan con su reducción, mitigación y/o control.</li> </ul>
2	Medición de la huella hídrica	El análisis de la huella hídrica permite conocer el consumo de agua para riego y/o para dilución de contaminantes. En éste caso, el plan de acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conocer los requerimientos de agua para diferentes etapas del ciclo de vida del aceite de palma y de esta forma identificar en cuáles de ellos se hace prioritario dirigir los esfuerzos de</li> </ul>

		<p>que la empresa implemente para optimizar el riego y para disminuir la carga contaminante de sus efluentes, puede traducirse en ahorros económicos y en retornos rápidos de la inversión necesaria, los cuales serán calculados por la empresa con datos reales.</p>	<p>gestión.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mejorar la toma de datos y por consiguiente obtener resultados más precisos.</li> <li>✓ La huella hídrica es una herramienta, que en conjunto con otros instrumentos, puede ser de gran utilidad para adelantarse a posibles políticas nacionales orientadas, por ejemplo, a limitar la producción de cultivos que tienen altas demandas de agua en zonas de escasez hídrica.</li> </ul> <p>✓</p>
<b>3</b>	Recuperación de grasas y aceites	<p>Para conocer los beneficios económicos implementar estas técnicas, se recomienda realizar un análisis costo beneficio con datos reales y actualizados que permita conocer el periodo de retorno de la inversión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Las grasas recuperadas pueden devolverse al proceso o pueden ser vendidas a otras empresas.</li> <li>✓ Disminución de la carga contaminante en el efluente.</li> <li>✓ Facilita el cumplimiento de los parámetros de vertimiento de ARI establecidos por la ley.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## **14 ALTERNATIVAS DE PML PARA EL MANEJO SEGURO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS**

### **14.1 CONTEXTO**

Para el sector Palma, Aceites, Grasas y Biocombustibles, se han identificado los siguientes aspectos ambientales asociados al uso de sustancias químicas en la etapa de producción: consumo de materias primas tóxicas e inflamables como metanol y soda cáustica, consumo de pinturas, solventes y aceites lubricantes. Estos aspectos generan importantes impactos ambientales que deben ser gestionados como lo son: el agotamiento de recursos naturales, la emisión de compuestos orgánicos volátiles y la contaminación del suelo, aire y agua.

Para gestionar estos aspectos se plantean como opciones de mejoramiento: (i) Chemical Leasing, (ii) Coprocesamiento de sustancias de interés comercial y (iii) Programa para el Manejo Seguro de Sustancias Químicas.

A continuación se presenta una breve descripción de cada alternativa.

### **14.2 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS**

#### **14.2.1 Chemical Leasing.**

- **Contexto de la Alternativa.**

El manejo adecuado y eficiente de las sustancias químicas, es uno de los puntos clave para propiciar impactos positivos tanto ambientales como económicos para la empresa. En la medida en que la empresa realice un uso eficientemente de todos los productos químicos asociados al proceso productivo, se reducirán costos y se disminuirá la cantidad de residuos peligrosos a gestionar.



Una de las opciones disponible actualmente para el manejo eficiente de las sustancias químicas es el modelo Chemical Leasing (ChL). El cual consiste en un modelo de negocio en el que la empresa no compra el producto sino el servicio, de esta forma evita comprar cantidades del producto superiores a las que efectivamente utilizará, como consecuencia evita el almacenamiento de grandes cantidades de productos químicos, generación de riesgos asociados al almacenamiento, usos ineficientes, generación y gestión de residuos peligrosos, entre otros. El modelo ChL busca la eficiencia en el suministro y el uso sostenible de las sustancias químicas, cambiando la negociación tradicional de productos, por el valor agregado de la prestación de los servicios que los productos puedan impartir a un proceso determinado, es decir reducción del consumo de químicos y optimización de procesos.

- **Descripción de la Alternativa.**

A continuación se presenta una serie de recomendaciones generales para la implementación del modelo ChL.

**Tabla 14.** Recomendaciones para la implementación del modelo Chemical Leasing.

RECOMENDACIÓN	ACTIVIDADES A REALIZAR
Selección del modelo Chemical Leasing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difusión del modelo Chemical leasing, y firma de carta de intención para hacer parte del equipo de trabajo del ChL.</li> <li>• Identificación de los químicos, procesos y partners apropiados para la implementación del modelo ChL.</li> <li>• Definir una nueva unidad de negocio, basada en la funcionalidad de los insumos químicos.</li> <li>• Identificar los criterios de sostenibilidad del proyecto.</li> </ul>

Elaboración de línea base	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de: 1. consumo de químicos, agua y energía, generación de contaminantes (vertimientos, residuos sólidos, gases efecto invernadero); 2. ahorros estimados e indicadores de medición; 3. beneficios económicos y sociales estimados asociados al proyecto para todas las partes.</li> <li>• Implementación del modelo ChL.</li> </ul>
Seguimiento y monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de resultados de la implementación y cuantificación de beneficios obtenidos.</li> </ul>
Divulgación de resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de casos de estudio</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

- **Beneficios de la Implementación.**

- ✓ Optimización en el consumo de productos químicos.
- ✓ Reducción en la generación de RESPEL.
- ✓ Reducción de los costos de disposición de residuos y cumplimiento de la normatividad ambiental.
- ✓ Optimización de los procesos productivos.
- ✓ Reconocimiento internacional y aumento del mercado.

- **Cálculo Estimado de Ahorros o Ganancias por Beneficios Ambientales:**

- ✓ Ganancias económicas superiores tanto para el proveedor, como para el usuario del insumo.

- **Ficha Resumen de la Alternativa.**

**Alternativa # 1****Nombre:** Chemical Leasing**Descripción General:**

Una de las opciones disponible actualmente para el manejo eficiente de las sustancias químicas es el modelo Chemical Leasing (ChL). El cual consiste en un modelo de negocio en el que la empresa no compra el producto sino el servicio, de esta forma evita comprar cantidades del producto superiores a las que efectivamente utilizará, como consecuencia evita el almacenamiento de grandes cantidades de productos químicos, generación de riesgos asociados al almacenamiento, usos ineficientes, generación y gestión de residuos peligrosos, entre otros.

RECOMENDACIÓN	ACTIVIDADES A REALIZAR
Selección del modelo Chemical Leasing	<ul style="list-style-type: none"><li>• Difusión del modelo Chemical leasing, y firma de carta de intención para hacer parte del equipo de trabajo del ChL.</li><li>• Identificación de los químicos, procesos y partners apropiados para la implementación del modelo ChL.</li><li>• Definir una nueva unidad de negocio, basada en la funcionalidad de los insumos químicos.</li><li>• Identificar los criterios de sostenibilidad del proyecto.</li></ul>
Elaboración de línea base	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinación de: 1. consumo de químicos, agua y energía, generación de contaminantes (vertimientos, residuos sólidos, GEI); 2. ahorros estimados e indicadores de medición; 3. beneficios económicos y sociales estimados asociados al proyecto para todas las partes.</li><li>• Implementación del modelo ChL.</li></ul>
Seguimiento y monitoreo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verificación de resultados de la implementación y cuantificación de beneficios obtenidos.</li></ul>
Divulgación de resultados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaboración de casos de estudio</li></ul>

**Beneficios Ambientales y Sociales:**

- ✓ Optimización en el consumo de productos químicos y en el proceso.
- ✓ Reducción en la generación de RESPEL.
- ✓ Reducción de los costos de disposición de residuos y cumplimiento de la normatividad ambiental.
- ✓ Imagen pública positiva e innovadora

**Beneficios Económicos:**

- ✓ Ganancias económicas superiores tanto para el proveedor, como para el usuario del insumo.

## 14.2.2 Coprocesamiento de Sustancias de Interés Comercial.

- **Contexto de la Alternativa.**

La producción de biocombustibles genera diferentes tipos de subproductos que bien pueden ser coprocesados para la obtención de un producto final de mejor calidad o para ser comercializados para su posterior uso en otros sectores económicos.

En el sector Palma, Aceites, Grasas y Biocombustibles se identifican algunas opciones para el coprocesamiento de sustancias químicas, como alternativa para la minimización de impactos ambientales, el aseguramiento de la sostenibilidad y la competitividad del sector.

- **Descripción de la Alternativa**

A continuación se presenta una serie de recomendaciones generales para el coprocesamiento de sustancias.

**Tabla 15.** Recomendaciones para el coprocesamiento de sustancias de interés comercial.

<b>RECOMENDACIÓN</b>	<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>
Biorefinación: Coprocesamiento de aceites vegetales o grasas y diésel de petróleo en unidades de hidrot ratamiento.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar las etapas del proceso en las cuales se generan los sobrantes de aceites y grasas resultantes en las unidades de hidrot ratamiento.</li><li>• Hacer el aprovechamiento y comercialización del aceite obtenido a partir de la Biorefinación.</li></ul>
Mercado de Glicerina, para refinación y uso en productos especializados.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar la recuperación de glicerina generada a partir del proceso de transesterificación.</li><li>• Identificar opciones de comercialización nacional o extranjera.</li><li>• Someter la glicerina a un proceso de</li></ul>

RECOMENDACIÓN	ACTIVIDADES A REALIZAR
	refinación, para que sea de buena calidad tanto para uso industrial, como en farmacopea.
Aprovechamiento del palmiste.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer la extracción del aceite de palmiste, mediante un proceso de presión mecánica por separado, que permita la obtención de aceite y harina proteínica</li> <li>• Realizar procesos de blanqueo, desodorización y refinación del aceite crudo de palmiste.</li> <li>• Aprovechar el aceite obtenido en la producción de jabones, cosméticos, productos de limpieza, cosméticos, glicerinas, margarinas, confitería, helados, cremas, o como sustituto del aceite de coco y manteca de cacao. También se puede suministrar a la industria oleoquímica en general.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

- **Beneficios de la Implementación.**

- ✓ Reducción de desperdicios químicos, en diferentes etapas del proceso productivo.
- ✓ Obtención de ingresos económicos, producto de la comercialización subproductos coprocesados.
- ✓ Aprovechamiento de subproductos y reducción en costos de disposición final.
- ✓ Minimización de riesgos a la salud y al ambiente.

- **Cálculo Estimado de Ahorros o Ganancias por Beneficios Ambientales.**

Para conocer los beneficios económicos de implementar esta alternativa, se recomienda realizar un análisis costo - beneficio con datos reales y actualizados que permita conocer el periodo de retorno de la inversión.

- **Ficha Resumen de la Alternativa.**

**Alternativa # 2****Nombre:** Coprocesamiento de subproductos**Descripción General:**

La producción de biocombustibles genera diferentes tipos de subproductos que bien pueden ser coprocesados para la obtención de un producto final de mejor calidad o para ser comercializados para su posterior uso en otros sectores económicos.

En el sector Palma, Aceites, Grasas y Biocombustibles se identifican algunas opciones para el coprocesamiento de sustancias químicas, como alternativa para la minimización de impactos ambientales, el aseguramiento de la sostenibilidad y la competitividad del sector.

Se recomienda considerar las siguientes opciones para el coprocesamiento:

- Biorefinación: Coprocesamiento de aceites vegetales o grasas y diésel de petróleo en unidades de hidrotreatmento
- Mercado de Glicerina, para refinación y uso en productos especializados.
- Aprovechamiento del palmiste.

**Beneficios Ambientales y Sociales:**

- ✓ Reducción de desperdicios químicos, en diferentes etapas del proceso productivo.
- ✓ Aprovechamiento de subproductos y reducción en costos de disposición final.
- ✓ Minimización de riesgos a la salud y al ambiente.
- ✓ Responsabilidad social y empresarial

**Beneficios Económicos:**

Para conocer los beneficios económicos de implementar esta alternativa, se recomienda realizar un análisis costo - beneficio con datos reales y actualizados que permita conocer el periodo de retorno de la inversión.

### **14.2.3 Programa para el Manejo Seguro de Sustancias Químicas.**

- **Contexto de la Alternativa.**

El manejo seguro de sustancias químicas es una necesidad de las empresas en todos los sectores productivos. Implementar dicho programa permite contar con estrategias para la prevención de los riesgos asociados y la protección de la salud humana y del medio ambiente. Los responsables de su implementación son todas las personas que están en contacto con el proceso productivo en todas sus fases, con el apoyo y compromiso de los niveles gerenciales y directivos.

- **Descripción de la Alternativa.**

El objetivo de implementar el programa es establecer normas generales para la compra, transporte, recepción, almacenamiento y manipulación de sustancias químicas en todas las instalaciones de la empresa, en cumplimiento de la normatividad vigente y bajo el compromiso con la seguridad, la salud de los trabajadores y la protección del medio ambiente.

A continuación se presentan las pautas a tener en cuenta para el establecimiento del programa de manejo seguro de sustancias químicas:

- ✓ Disponer de las hojas de seguridad en español de todas las sustancias químicas usadas.
- ✓ Se deben revisar y usar los elementos de protección personal, equipos y herramientas que se requieran de acuerdo con los riesgos del producto que se está manipulando, con la labor que se va a realizar y con los estándares establecidos. Consultar la hoja de seguridad del producto antes de realizar toda operación.

- ✓ El personal que manipule, almacene o transporte productos químicos debe conocer las hojas de seguridad de sus productos para asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad definidas en ellas.
- ✓ Mantener disponibles las hojas de seguridad de los productos químicos que se manejan en el área (las hojas de seguridad deben tener la información mínima definida en la legislación vigente y en los estándares de la NTC 4435).
- ✓ El personal involucrado en la manipulación, transporte o almacenamiento de productos químicos debe conocer los riesgos específicos del producto, la forma de manejo y los controles necesarios para prevenir una posible situación de emergencia.
- ✓ Todo el personal que maneje, almacene, transporte o recepciones productos químicos, debe estar capacitado en las Normas de Seguridad de Productos Químicos.
- ✓ Todo recipiente que contenga productos químicos debe estar identificado y rotulado, en cumplimiento de la legislación vigente.
- ✓ En los sitios de manejo y almacenamiento de químicos, se debe garantizar el control de la emergencia en caso de vertido accidental, para lo cual es necesario contar con elementos de control de derrames o kit ambiental.
- ✓ Mantener actualizado el Inventario de los productos químicos que se manejen en el área operativa, donde se especifique el nombre del producto, las cantidades de los consumos, el para qué se utiliza, la frecuencia del uso, y el tipo de presentación.
- ✓ Las sustancias químicas se deben almacenar según la compatibilidad con los demás productos que se encuentren en el área, para evitar contactos accidentales y prevenir incidentes ocupacionales y ambientales. El personal encargado de realizar el almacenamiento de sustancias químicas en bodegas, laboratorios y plantas, debe seguir las instrucciones para transporte y almacenamiento establecidas previamente por la empresa. Es



muy recomendable que dichas instrucciones estén disponibles en los sitios de almacenamiento de sustancias químicas.

- ✓ Se debe adecuar y/o construir un sistema de contención para las sustancias químicas que se almacenen, el cual debe obedecer al riesgo de contaminación y manipulación de los químicos.
- ✓ Demarcar las áreas de almacenamiento de químicos.
- ✓ No deben permanecer productos en desuso por tiempos prolongados en los lugares de almacenamiento; en estos casos se debe operar prontamente para darle disposición final adecuada en cumplimiento a lo descrito en la legislación vigente.
- ✓ Antes de cualquier operación se deben verificar los equipos y herramientas a utilizar en la manipulación de la sustancia química. En caso de cualquier condición insegura que se detecte en la manipulación de sustancias químicas se debe reportar.
- ✓ Verificar el estado de los envases, etiquetas y productos antes de usarlos. No se deben usar productos sin identificar. Evitar los trasvases de sustancias químicas y sólo en casos estrictamente necesarios, éstos deben realizarse de forma segura y se deben utilizar recipientes adecuados (los cuales deben cumplir con las normas de identificación y rotulación).
- ✓ Mantener instalados y en buen estado, los elementos de emergencia, como duchas de emergencia y lavaojos, para atender posibles incidentes relacionados con el contacto del químico.
- ✓ No ingerir alimentos ni tomar agua dentro de los lugares en donde se manipulan sustancias químicas.
- ✓ No generar puntos de ignición mientras se manipulen sustancias químicas (fumar, uso de equipos electrónicos, entre otros).
- ✓ En caso de tener contacto con productos se debe proceder con la inmediata descontaminación (lavado con suficiente agua, cambio de ropa, etc.). Referirse de inmediato a las instrucciones dadas en la hoja de seguridad del producto.

- **Beneficios de la Implementación.**

- ✓ Fortalecimiento y garantía de la seguridad y el bienestar de los trabajadores.
- ✓ Mantenimiento y mejora en forma continua el manejo eficiente y adecuado de las sustancias químicas en todo su ciclo de vida.
- ✓ Prevención de accidentes e incidentes químicos asociados al manejo inadecuado de sustancias químicas.
- ✓ Disminución de la contaminación ambiental generada por el uso irresponsable de sustancias químicas.

- **Cálculo Estimado de Ahorros o Ganancias por Beneficios Ambientales.**

Los principales beneficios económicos que se pueden estimar, están relacionados con:

- ✓ Ahorro de costos gracias al uso eficiente de insumos y materias primas.
- ✓ Incremento en el margen de rentabilidad, ya que se evita incurrir en gastos para atender accidentes e incidentes.
- ✓ Posicionamiento de una imagen pública positiva e innovadora.
- ✓ Ahorro por optimización de materias primas e insumos.
- ✓ Incremento de productividad.
- ✓ Disminución de costos por manejo y disposición de residuos.

- **Ficha Resumen de la Alternativa.**

**Alternativa # 3**  
Químicas

**Nombre:** Programa para el Manejo Seguro de Sustancias

**Descripción General:**

El manejo seguro de sustancias químicas es una necesidad de las empresas en todos los sectores productivos. Implementar dicho programa permite contar con estrategias para la prevención de los riesgos asociados y la protección de la salud humana y del medio ambiente. Los responsables de su implementación son todas las personas que están en contacto con el proceso productivo en todas sus fases, con el apoyo y compromiso de los niveles gerenciales y directivos.

El objetivo de implementar el programa es establecer normas generales para la compra, transporte, recepción, almacenamiento y manipulación de sustancias químicas en todas las instalaciones de la empresa, en cumplimiento de la normatividad vigente y bajo el compromiso con la seguridad, la salud de los trabajadores y la protección del medio ambiente.

**Beneficios Ambientales y Sociales:**

- ✓ Fortalecimiento y garantía de la seguridad y el bienestar de los trabajadores.
- ✓ Mantenimiento y mejora en forma continua el manejo eficiente y adecuado de las sustancias químicas en todo su ciclo de vida.
- ✓ Prevención de accidentes e incidentes químicos asociados al manejo inadecuado de sustancias químicas.
- ✓ Disminución de la contaminación ambiental generada por el uso irresponsable de sustancias químicas.

**Beneficios Económicos:**

Los principales beneficios económicos que se pueden estimar, están relacionados con:

- ✓ Ahorro de costos gracias al uso eficiente de insumos y materias primas.
- ✓ Incremento en el margen de rentabilidad, ya que se evita incurrir en gastos para atender accidentes e incidentes.
- ✓ Posicionamiento de una imagen pública positiva e innovadora.
- ✓ Ahorro por optimización de materias primas e insumos.
- ✓ Incremento de productividad.
- ✓ Disminución de costos por manejo y disposición de residuos.

### 14.3 TABLA RESUMEN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS.

A continuación se presenta un resumen de las alternativas propuestas. Es importante aclarar que las que aquí se presentan no son las únicas alternativas posibles a implementar, se hace referencia a estas ya que de acuerdo con los aspectos ambientales más significativos y con la problemática ambiental del sector, la cual se logró identificar con la investigación, se consideran como las de mayor aporte para el control y/o la mitigación de los impactos generados por la actividad productiva.

**Tabla 16.** Resumen de las alternativas propuestas.

<b>No.</b>	<b>Nombre Alternativa</b>	<b>Principales Beneficios Económicos</b>	<b>Principales Beneficios Ambientales</b>
1	Chemical Leasing	✓ Ganancias económicas superiores tanto para el proveedor, como para el usuario del insumo.	✓ Optimización en el consumo de productos químicos y en el proceso. ✓ Reducción en la generación de RESPEL. ✓ Reducción de los costos de disposición de residuos y cumplimiento de la normatividad ambiental. ✓ Imagen pública positiva e innovadora
2	Coprocesamiento de Sustancias Interés comercial		✓ Reducción de desperdicios químicos, en diferentes etapas del proceso productivo. ✓ Aprovechamiento de subproductos y reducción en costos de disposición final. ✓ Minimización de riesgos a la salud y al ambiente.

			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Responsabilidad social y empresarial</li> </ul>
3	Programa para el Manejo Seguro de Sustancias Químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ahorro de costos gracias al uso eficiente de insumos y materias primas.</li> <li>✓ Incremento en el margen de rentabilidad, ya que se evita incurrir en gastos para atender accidentes e incidentes.</li> <li>✓ Posicionamiento de una imagen pública positiva e innovadora.</li> <li>✓ Ahorro por optimización de materias primas e insumos.</li> <li>✓ Incremento de productividad.</li> <li>✓ Disminución de costos por manejo y disposición de residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fortalecimiento de la seguridad y el bienestar de los trabajadores.</li> <li>✓ Mantenimiento y mejora en forma continua el manejo eficiente y adecuado de las sustancias químicas en todo su ciclo de vida.</li> <li>✓ Prevención de accidentes e incidentes químicos asociados al manejo inadecuado de sustancias químicas.</li> <li>✓ Disminución de la contaminación ambiental generada por el uso irresponsable de sustancias químicas.</li> </ul>

## **15 ALTERNATIVAS DE PML EN RESIDUOS**

### **15.1 CONTEXTO**

El sector palma, aceites, grasas y biocombustibles se compone de una variedad de eslabones en su cadena de negocio, iniciando desde la siembra o establecimiento de los cultivos de palma, para la posterior obtención de productos con aplicaciones en los sectores alimentos, e hidrocarburos. El mapa completo de la cadena productiva del sector es una importante secuencia de procesos que puede generar más de 125 tipos de productos y subproductos derivados de la palma de aceite, a través de procesos tanto físicos como químicos.

Lo anterior nos abre el panorama de los residuos manejados en este sector. La problemática ambiental generada por el incremento de los residuos sólidos se debe, en parte, a la falta de educación y responsabilidad ambiental para separarlos en la fuente y poder aprovecharlos nuevamente como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El Manejo Integral de los Residuos Sólidos (MIRS) contribuye al ahorro sostenible de los recursos naturales.

A continuación se presenta una breve descripción de las alternativas planteadas para el manejo de los mismos:

### **15.2 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS**

#### **15.2.1 Reducción en el origen**

- **Contexto de la Alternativa.**

La reducción en el origen permite eliminar o disminuir la generación de residuos, y por lo tanto la necesidad de su tratamiento y/o disposición. Es además una

importante alternativa para la implementación de prácticas de Producción Más Limpia ya que tiene en cuenta el uso racional de los recursos, materias primas, insumos y energía, y el uso de materiales menos nocivos para el ambiente. La reducción en el origen es una de las alternativas más atractivas para la solución de problemas ambientales y, en muchos casos, genera rentabilidades atractivas y bajos niveles de inversión. Esta alternativa, por incluir el mejoramiento de los procedimientos de operación y las denominadas buenas prácticas productivas, genera productos de mejor calidad y con menos impactos ambientales negativos. En la siguiente tabla se presentan algunas alternativas para la reducción de residuos en el origen, aplicables al sector Palma, Aceites, Grasas y Biocombustibles:

- **Descripción de la alternativa.**

**Tabla 17.** Recomendaciones para implementar la alternativa.

<b>RECOMENDACIÓN</b>	<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>
Sustituir o reducir el uso de materiales e insumos contaminantes y peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los materiales que poseen sustancias peligrosas dentro de sus ingredientes.</li> <li>• Clasificar los materiales identificados por nivel de contenido de sustancia peligrosa y nivel de peligrosidad.</li> <li>• Identificar el insumo que genera mayor cantidad de residuos.</li> <li>• Investigar, identificar y realizar ensayos de posibles sustituciones de los materiales que generan más residuos.</li> <li>• Comparar rendimientos de los nuevos materiales con respecto al anteriormente utilizado y analizar las mejoras que se logran.</li> <li>• En caso de obtener resultados positivos, se recomienda implementar la sustitución. En caso de que los rendimientos no sean satisfactorios, se recomienda continuar con</li> </ul>

RECOMENDACIÓN	ACTIVIDADES A REALIZAR
<p>Aplicar directamente al cultivo la tusa, fibra u hollín. La aplicación de subproductos permite el uso sostenible del suelo en aspectos físicos, químicos y biológicos.</p>	<p>el proceso de investigación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación de la tusa, fibra u hollín al suelo aporta nutrientes y contribuye a aumentar el contenido de materia orgánica del suelo y con esto a mejorar sus propiedades físicas, incrementar su actividad biológica y la disponibilidad de nutrientes, se garantiza mejor aprovechamiento de la lluvia caída y retención de la humedad en el suelo, menos fluctuaciones de temperatura en el suelo y mejora la microfauna.</li> </ul>
<p>Implementar buenas prácticas para el uso eficiente del metanol, soda cáustica y ácido sulfúrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la mezcla de metanol y aceite antes de que se introduzcan al reactor a fin de alargar la vida útil del catalizador (soda cáustica).</li> <li>• Instalación de un sistema de control de flujo en la línea de conducción del metanol para utilizar las cantidades apropiadas de éste material.</li> <li>• Monitoreo constante del flujo que circula en la tubería de conducción del Metanol</li> <li>• En el caso de uso de ácidos y alcalinizantes, adicionar siempre el ácido o la soda al agua; nunca hacerse de manera contraria ya que el líquido vertido en el ácido o la soda provoca una reacción exotérmica similar a una explosión que produce también pérdidas en exceso.</li> <li>• Es recomendable una relación de 10 a 1 entre aceite y metanol para producir biodiésel, esta proporción asegura la conversión adecuada y garantiza el uso adecuado del metanol.</li> </ul>

• **Beneficios de la Implementación:**

- ✓ Reducción de los costos de tratamiento y remediación efecto de la contaminación al suelo y agua por la disposición de residuos.



- ✓ Eliminar la generación de llantas usadas, filtros de aceite, derrames de aceite y emisiones atmosféricas.
- ✓ Reducción del consumo de materias primas e insumos peligrosos debido al uso eficiente de estos materiales.
- ✓ Reducción del volumen de residuos peligrosos generados.

- **Ficha Resumen de la Alternativa.**

<b>Alternativa # 1</b>	<b>Nombre:</b> Reducción en el origen
<p><b>Descripción General:</b> La reducción en el origen permite eliminar o disminuir la generación de residuos, y por lo tanto la necesidad de su tratamiento y/o disposición. Es además una importante alternativa para la implementación de prácticas de Producción Más Limpia ya que tiene en cuenta el uso racional de los recursos, materias primas, insumos y energía, y el uso de materiales menos nocivos para el ambiente.</p>	
<p><b>Beneficios de la Implementación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción de los costos de tratamiento y remediación efecto de la contaminación al suelo y agua por la disposición de residuos.</li> <li>✓ Eliminar la generación de llantas usadas, filtros de aceite, derrames de aceite y emisiones atmosféricas.</li> <li>✓ Reducción del consumo de materias primas e insumos peligrosos debido al uso eficiente de estos materiales.</li> <li>✓ Reducción del volumen de residuos peligrosos generados.</li> </ul>	

### 15.2.2 Reciclaje Interno.

- **Contexto de la Alternativa.**

Una de las medidas importantes para la reducción de materias primas e insumos durante el proceso de producción es la reutilización y reciclaje. En la siguiente tabla se presentan algunas recomendaciones específicas para el proceso productivo.

- **Descripción de la Alternativa.**

**Tabla 18.** Recomendaciones específicas para la reutilización y reciclaje de residuos en el proceso.

<b>RECOMENDACIÓN</b>	<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>
Implementar un sistema de reutilización del metanol residual en el proceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar un plan de monitoreo que permita calcular la cantidad de metanol que se puede reutilizar.</li> <li>• Diseñar el sistema de reutilización (revisar diagrama de flujo, elaborar planos, etc.).</li> <li>• Separar a través de tuberías el metanol a reutilizar.</li> <li>• Llevar hasta un tanque de almacenamiento el metanol para su purificación y posterior reutilización.</li> </ul>
Implementar buenas prácticas en el manejo de los residuos de envases no peligrosos generados en el proceso productivo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar las alternativas de recuperación y manejo de los residuos de envases generados en el proceso de producción.</li> <li>• Establecer un plan de gestión de los residuos de recipientes de envase manejados en la planta, que por lo menos asegure:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Listar los recipientes y envases generados por el uso de insumos en los procesos.</li> <li>✓ Verificar sus características y requerimientos para la reutilización interna y/o venta a terceros.</li> <li>✓ Elaborar controles de almacenamiento y</li> </ul> </li> </ul>

RECOMENDACIÓN	ACTIVIDADES A REALIZAR
	venta o reutilización de los mismos.

- **Beneficios de la Implementación:**

- ✓ Reducción de costos de compra y consumo de metanol por la reutilización de los excedentes.
- ✓ Beneficios económicos por la recuperación, reutilización y reciclaje de residuos de envases.

- **Ficha Resumen de la Alternativa:**

<b>Alternativa # 2</b>	<b>Nombre:</b> Reciclaje interno
<b>Descripción General:</b>	
Una de las medidas importantes para la reducción de materias primas e insumos durante el proceso de producción es la reutilización y reciclaje.	
<b>Beneficios de la implementación:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción de costos de compra y consumo de metanol por la reutilización de los excedentes.</li> <li>✓ Beneficios económicos por la recuperación, reutilización y reciclaje de residuos de envases.</li> </ul>	

### 15.2.3 Biomasa para Calderas

- Esta alternativa se describe en el capítulo de alternativas de PML en energía.

#### **15.2.4 Compostaje de los Desechos del Proceso de Extracción de Aceite de Palma Africana**

- **Contexto de la Alternativa.**

El proceso de extracción de aceite rojo de la palma africana se ha concentrado principalmente en sus dos productos básicos: el aceite rojo de palma y el aceite de palmiste o nuez. El tratamiento de los productos de desecho (también llamados subproductos) ha sido tradicionalmente relegado, lo que ha provocado impactos en el medio ambiente cuando no son manejados de manera adecuada.

Entre los subproductos que no son utilizados se hallan los raquis, la fibra y el efluente, que podrían tener utilidad porque se podrían utilizar principalmente en la preparación de compostaje para los campos agrícolas. Esto por supuesto tiene implicaciones importantes dentro del contexto del desarrollo y el manejo ambientalmente responsable.

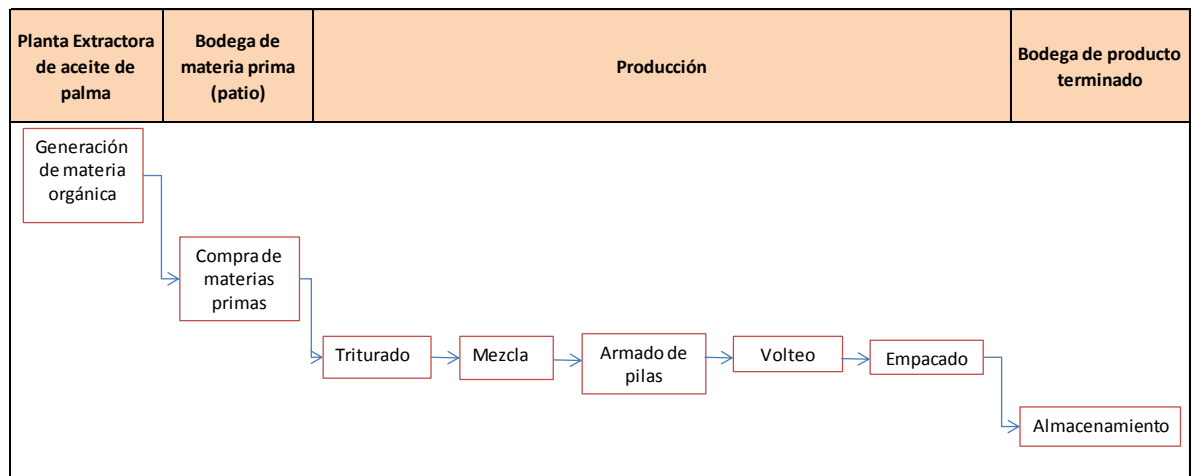
- **Descripción de la Alternativa.**

Consiste en la instalación de una planta industrial de compostaje que elabore un fertilizante orgánico y que utilice como materia prima los desechos orgánicos (subproductos) que se originan en el proceso industrial de extracción de aceite de palma africana. Estos subproductos son: raquis, fibra, lodos, efluentes.

La planta de compostaje se puede ubicar junto a la planta de extracción de aceite de palma, de manera que los subproductos o desechos que se originen en este último proceso industrial sean transportados directamente a las instalaciones de la planta de compostaje.

En la gráfica se observa el proceso de elaboración de abono orgánico utilizando subproductos de la palma africana.

**Figura 5.** Proceso de elaboración de abono orgánico utilizando subproductos de la palma africana.



Fuente: CALA GAITAN, Germán, Procesos modernos de extracción de aceite de palma, primera edición, Bogotá – Colombia, Fedepalma, 2008.

- **Beneficios de la Implementación.**

- ✓ Contribuye al desarrollo sostenible de la actividad agrícola de la palma africana en los siguientes aspectos: agricultura sostenible y agricultura de conservación.
- ✓ Apoya al cambio de mentalidad de los agricultores dedicados al cultivo de palma africana sobre los criterios del suelo.
- ✓ Mayor productividad en el proceso industrial de extracción de aceite.
- ✓ Recuperación y reciclaje de recursos naturales.
- ✓ El compost fruto de este proceso favorece la productividad de la tierra sin contaminarla con químicos dañinos para los ecosistemas que acaban incorporándose a nuestra cadena alimentaria. Se trata de un fertilizante

natural, corrector de la estructura del suelo, protector contra la erosión y sustrato de cultivo.

- **Cálculo Estimado de Ahorros o Ganancias por Beneficios Ambientales.**

- ✓ Disminuyen los costos de disposición final de estos residuos.
- ✓ Reducción de costos de abonos para jardinería, si se utilizan.

- **Ficha Resumen de la Alternativa:**

**Alternativa # 4**

**Nombre:** Compostaje de los Desechos del Proceso de Extracción de Aceite de Palma Africana

**Descripción General**

Consiste en la instalación de una planta industrial de compostaje que elabore un fertilizante orgánico y que utilice como materia prima los desechos orgánicos (subproductos) que se originan en el proceso industrial de extracción de aceite de palma africana.

Estos subproductos son: raquis, fibra, lodos, efluentes.

**Beneficios de la implementación**

- Contribuye al desarrollo sostenible de la actividad agrícola de la palma africana en los siguientes aspectos: agricultura sostenible y agricultura de conservación.
- Apoya al cambio de mentalidad de los agricultores dedicados al cultivo de palma africana sobre los criterios del suelo.
- Mayor productividad en el proceso industrial de extracción de aceite.
- Recuperación y reciclaje de recursos naturales.
- El compost fruto de este proceso favorece la productividad de la tierra sin contaminarla con químicos dañinos para los ecosistemas que acaban incorporándose a nuestra cadena alimentaria. Se trata de un fertilizante natural, corrector de la estructura del suelo, protector contra la erosión y sustrato de cultivo.

### 15.3 TABLA RESUMEN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS.

A continuación se presenta un resumen de las alternativas propuestas. Es importante aclarar que las que aquí se presentan no son las únicas alternativas posibles a implementar, se hace referencia a estas ya que de acuerdo con los aspectos ambientales más significativos y con la problemática ambiental del sector, la cual se logró identificar con la investigación, se consideran como las de mayor aporte para el control y/o la mitigación de los impactos generados por la actividad productiva.

No.	Nombre Alternativa	Principales Beneficios Económicos	Principales Beneficios Ambientales
1	Reducción en el origen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar la generación de llantas usadas, filtros de aceite, derrames de aceite y emisiones atmosféricas.</li> <li>• Reducción del volumen de residuos peligrosos generados.</li> <li>• Reducción del consumo de materias primas e insumos peligrosos debido al uso eficiente de estos materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los costos de tratamiento y remediación efecto de la contaminación al suelo y agua por la disposición de residuos.</li> <li>• Reducción de los costos en la compra de materias primas.</li> </ul>
2	Reciclaje interno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de costos de compra y consumo de metanol por la reutilización de los excedentes.</li> <li>• Beneficios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor impacto ambiental, debido a la reducción de los residuos producidos por el consumo</li> <li>• Optimización de los recursos naturales.</li> </ul>

		<p>económicos por la recuperación, reutilización y reciclaje de residuos de envases.</p>	
3	Biomasa para calderas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro de 60% en la factura petrolera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El tiempo de trabajo es mucho más efectivo que otro tipo de calderas.</li> <li>• Es una oportunidad de usar los excedentes, por lo tanto se disminuyen los residuos a disponer.</li> <li>• Disminuye la dependencia externa para el abastecimiento de combustible en países que no producen petróleo.</li> <li>• Es un combustible mucho más barato que los combustibles fósiles.</li> <li>• Menor extracción de los recursos naturales.</li> <li>• Generación de energía a partir del metano.</li> <li>• Reducción de gases efecto invernadero.</li> <li>• Disminución del aporte al cambio climático.</li> </ul>
4	Compostaje de los Desechos del Proceso de Extracción de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuyen los costos de disposición final de estos residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuye al desarrollo sostenible de la actividad agrícola.</li> <li>• Apoya al cambio de</li> </ul>



	Aceite de Palma Africana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de costos de abonos para jardinería, si se utilizan.</li> <li>• Ingresos económicos por la venta de la madera.</li> <li>•</li> </ul>	<p>mentalidad de los agricultores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor productividad en el proceso industrial de extracción de aceite.</li> <li>• Recuperación y reciclaje de recursos naturales.</li> <li>• El compost fruto de este proceso favorece la productividad de la tierra sin contaminarla</li> </ul>
--	--------------------------	---	---

## **16 INDICADORES AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES**

### **16.1 CONTEXTO**

Los indicadores permiten simplificar y cuantificar una actividad, facilitando de este modo la comprensión de diversos escenarios y condiciones que podrían verse como intangibles y mostrando al mismo tiempo los cambios que sufre un sistema. Es así como los indicadores cuantifican y añaden datos que pueden ser medidos y seguidos para determinar si los procesos están teniendo lugar a variaciones, ya sean positivas o negativas. De esta forma los indicadores facilitan la toma de decisiones, puesto que permiten entender por qué está ocurriendo una alteración y ayudan a la comprensión global de un determinado proceso de cambio.

En la actualidad existe la discusión acerca de la sostenibilidad de los biocombustibles y la responsabilidad social y ambiental de su cadena de producción y consumo. Una de las formas para llegar a conclusiones suficientemente justificadas frente a dicho debate es la implementación de indicadores cuyo objeto es proveer un marco analítico que contribuya a informar acerca de los impactos de la producción y uso de los biocombustibles y monitorear

su evolución a lo largo del tiempo. De esta manera, los indicadores proveen un marco para analizar la relación entre la producción y uso de biocombustibles y el desarrollo sostenible, buscando medir diferentes efectos relacionados con las tres dimensiones de la producción más limpia: la ambiental, la social y la económica.

Para ello, se define un listado de 32 indicadores basados en los resultados del proyecto y en guías propuestas por fuentes bibliográficas relacionadas con el sector y de los sistemas de medición, como lo son:

- Global Bioenergy Partnership (GBEP)
- Guía Indicadores CEPAL
- Informe Final Indicadores de Sostenibilidad Programa de Transformación Productiva
- Guía de Buenas Prácticas Ambientales para Elaboración de Biodiesel a partir de Palma Africana, Honduras
- Protocolos de los Indicadores G3.1: Responsabilidad sobre productos

A partir de éste listado, el cual se entrega como anexo del presente capítulo, se genera la siguiente tabla resumen con los principales indicadores recomendados para implementar en cada una de las tres dimensiones mencionadas, relacionados con las alternativas de producción más limpia propuestas en cada uno de los capítulos del trabajo.

**Tabla 19.** Resumen de los principales indicadores recomendados para el sector, de acuerdo con las alternativas de PML propuestas.

TEMA	SUBTEMA	No	ETAPA DEL CV	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN	MEDIO DE COMUNICACIÓN	ASPECTO / IMPACTO RELACIONADO	META O SISTEMA DE ANÁLISIS
AMBIENTALES	Agua	1	Extracción de Materias Primas / Producción	Consumo de agua, desglosada por fuentes	m3 agua consumida total y por tipo de fuente: pozo, río, quebrada, acueducto, etc. m3 de agua por cada fuente/ m3 totales	Mensual	Facturas del proveedor del servicio, medidores de agua, área de producción y/o mantenimiento	Carteleras de gestión ambiental, reuniones de revisión gerencial	Consumo de agua	Reducciones periódicas en el consumo hasta lograr su optimización
		2	Producción	Concentración de carga contaminante en los efluentes	Kg DQO, DBO, SST, grasas y aceites en los vertimientos	Anual o dependiendo de la frecuencia de la caracterización de aguas residuales	Informe de caracterización de aguas residuales. NOTA: debe hacerse con laboratorio acreditado por el IDEAM	Reuniones de revisión gerencial	Generación de vertimientos y lodos con alto contenido de grasas y aceites	Cumplimiento de los parámetros establecidos por la legislación vigente
	Biodiversidad	3	Extracción de Materias Primas	Estrategias y acciones implantadas y planificadas para la	Número de estrategia y/o acciones ejecutadas / No. de estrategias y/o acciones	Semestral	Área de gestión ambiental, CAR	Carteleras de gestión ambiental, reuniones de revisión gerencial	Modificación del Paisaje Uso de tierras boscosas	Compensación y/o mitigación de los impactos causados sobre la

TEMA	SUBTEMA	No	ETAPA DEL CV	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN	MEDIO DE COMUNICACIÓN	ASPECTO / IMPACTO RELACIONADO	META O SISTEMA DE ANÁLISIS
				gestión de impactos sobre la biodiversidad	planificadas					biodiversidad
	Emisiones	4	Extracción de materias primas / Producción / Distribución / Disposición Final	Emisiones Directas e Indirectas de GEI (en peso)	Ton CO2e en cada alcance (Directas, Indirectas, Otras Indirectas)	Anual	Medición de huella de carbono corporativa	Carteleras de gestión ambiental, reuniones de revisión gerencial	Generación de Gases de efecto invernadero.	Disminución anual de la huella de carbono de la empresa
		5	Producción	Emisiones de contaminantes del aire diferentes a GEI	Kg o ppm de emisiones (de acuerdo con lo reportado por el muestreo isocinético)	Anual	Informe de muestreo isocinético	Reuniones de revisión gerencial	Generación de emisiones atmosféricas (NOX, gases, material particulado)	Disminución anual de las concentraciones de emisiones atmosféricas
	Energía	6	Producción / Distribución	Consumo de energía	KWh/mes, Gal combustible/mes, m3 GN/mes, Ton carbón/mes, Kg	Mensual	Balance energético	Carteleras de gestión ambiental, reuniones de	Consumo de energía: eléctrica y combustibles	Reducciones periódicas en el consumo hasta lograr

TEMA	SUBTEMA	No	ETAPA DEL CV	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN	MEDIO DE COMUNICACIÓN	ASPECTO / IMPACTO RELACIONADO	META O SISTEMA DE ANÁLISIS
					biomasa/mes			revisión gerencial	fósiles.	su optimización
		7	Producción / Distribución	Ahorro de Energía debido a la conservación y a mejoras en la eficiencia	% reducido por tipo de fuente energética (eléctrica, térmica, fósil, biomasa)	Trimestral	Balance energético	Cartelera de gestión ambiental, reuniones de revisión gerencial	Consumo de energía: eléctrica y combustibles fósiles.	Reducciones periódicas en el consumo hasta lograr su optimización
	Gestión Ambiental	8	Extracción de Materias Primas/ Producción / Distribución/ Disposición Final	Iniciativas para mejorar el desempeño ambiental (agua, energía, residuos, etc.)	Número de propuestas de mejoras implementadas/Número total de propuestas	Bimensual	Grupo de Gestión Ambiental	Informes, reportes y resultados de auditorías	Consumos de agua, energía y generación de residuos	Implementación del 100% de las mejoras planificadas
	Legal	9	Disposición Final	Cumplimiento de requisitos legales	Número de permisos obtenidos/Número de permisos requeridos (en	Bimensual	Grupo de Gestión Ambiental	Informes de seguimiento y verificación de cumplimientos de la	Todos los aspectos identificados	Cumplimiento del 100% de los requisitos legales

TEMA	SUBTEMA	No	ETAPA DEL CV	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN	MEDIO DE COMUNICACIÓN	ASPECTO / IMPACTO RELACIONADO	META O SISTEMA DE ANÁLISIS
					términos de legislación vigente)			normatividad aplicable, para el sector		aplicables
	Residuos	10	Extracción de Materias Primas/ Producción/ Distribución/ Disposición Final	Generación total de Residuos	Residuos generados por tipo/Total de residuos generados	Mensual	Área Ambiental de la empresa	Boletín interno/Cartera ambiental/Informes de actividades	Generación de residuos: orgánicos, reciclables, ordinarios y peligrosos	% de reducción de residuos generados
		11	Extracción de Materias Primas	Superficie Reforestada	Área reforestada/Área total del cultivo	Anual	Trabajadores/Área Ambiental de la empresa	Boletín interno/Cartera ambiental/Informes de actividades	Consumo de materias primas de origen vegetal	100% de área intervenida reforestada

TEMA	SUBTEMA	No	ETAPA DEL CV	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN	MEDIO DE COMUNICACIÓN	ASPECTO / IMPACTO RELACIONADO	META O SISTEMA DE ANÁLISIS
	Sustancias Químicas	12	Producción/ Distribución/ Disposición Final	Número de sustancias químicas con ficha de seguridad	Numero de sustancias con fichas de seguridad/ Número total de sustancias químicas	Mensual	Trabajadores/Área Ambiental de la empresa	Boletín interno/Cartera ambiental/Informes de actividades	Uso de materias primas tóxicas e inflamables, como metanol y soda cáustica/Consumo de sustancias químicas: pinturas, solventes, aceites	100% de sustancias químicas con ficha de seguridad
	Transporte	13	Distribución	Número de impactos ambientales generados por el transporte (productos, insumos, materiales y personal)	No. impactos asociados al transporte / No. impactos generados por la empresa	Mensual	Matriz de aspectos e impactos ambientales	Boletín interno/Cartera ambiental/Informes de actividades	Consumo de energía: combustibles fósiles.	0 impactos adversos generados por el transporte asociado a la operación

TEMA	SUBTEMA	No	ETAPA DEL CV	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN	MEDIO DE COMUNICACIÓN	ASPECTO / IMPACTO RELACIONADO	META O SISTEMA DE ANÁLISIS
ECONÓMICOS	Ahorros	1	Producción	Ahorros logrados por la gestión ambiental	Ahorros obtenidas (\$)/inversión ambiental total	Semestral	Áreas Ambiental y Financiera	Informes gerenciales de inversión y ejecución de presupuestos	-	1% Ahorro anuales
	Gestión Económico Ambiental	2	Extracción de Materias Primas / Producción	% Recursos destinados a la protección y mejora del ambiente	Inversiones ambientales para mejoramiento/Inversión Total	Trimestral	Áreas Ambiental y Financiera	Informes gerenciales de inversión y ejecución de presupuestos	Todos los aspectos identificados	5% Inversión en protección y mejora ambiental
SOCIALES	Empleo	3	Extracción de Materias Primas / Producción	Generación de Empleo, % de hombres y mujeres contratado	% hombres / total de empleados % mujeres / total de empleados	Semestral	Gestión Humana	Cartelera de gestión humana, reuniones de revisión gerencial	-	Igualdad laboral
	Formación y Educación	4	Extracción de Materias Primas / Producción	Promedio de horas de formación en gestión ambiental al año por empleado	No. Horas de capacitación en gestión ambiental / No horas laborales	Semestral	Gestión Humana	Cartelera de gestión humana, reuniones de revisión gerencial	-	5% del horario laboral semestral invertido en capacitación



TEMA	SUBTEMA	No	ETAPA DEL CV	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN	MEDIO DE COMUNICACIÓN	ASPECTO / IMPACTO RELACIONADO	META O SISTEMA DE ANÁLISIS
	Salud y Seguridad	5	Producción	Número de enfermedades y fatalidades en la producción de biocombustibles	No. enfermedades presentadas / total de empleados No. fatalidades presentadas / total de empleados	Mensual	Gestión Humana y SISO	Cartelera de gestión humana, reuniones de revisión gerencial	-	0 enfermedades y fatalidades
	Responsabilidad Social	6	Extracción de Materias Primas / Producción / Distribución	Quejas Ambientales de la Comunidad	No. quejas ambientales / total quejas de la comunidad	Mensual	Área Ambiental y Gestión Humana	Reuniones de revisión gerencial	Todos los aspectos identificados	0 quejas ambientales presentadas por comunidades cercanas

**Tabla 20.** Convención de colores para las fuentes bibliográficas consultadas

	Indicadores GBEP
	Guía Indicadores CEPAL
	Elaboración propia
	Informe Final Indicadores de Sostenibilidad PTP
	Guía de Buenas Prácticas Ambientales para Elaboración de Biodiesel a partir de Palma Africana, Honduras
	Protocolos de los Indicadores G3.1: Responsabilidad sobre productos

En el Anexo 3 se puede consultar la tabla con los Indicadores generales recomendados para el sector. En esta, se puede encontrar un listado de indicadores más amplio para cada uno de los componentes ambientales, económicos y sociales, los cuales servirán de herramienta para evaluar las estrategias implementadas.

## 17 CONCLUSIONES

- La realización del Perfil Técnico Ambiental del Sector Palma, Aceites, Grasas y Biocombustibles, permitió, a través de la priorización de los aspectos e impactos ambientales, establecer opciones encaminadas a la implementación de alternativas de Producción Más Limpia. Así mismo, se ha identificado la importancia para el sector de establecer políticas ambientales con metas ambiciosas, orientadas a cambios en la relación producción – consumo, buscando la sostenibilidad ambiental basada en criterios de eficiencia como herramienta relevante para alcanzar el buen desempeño ambiental del sector.
- Las principales medidas de producción más limpia para el sector palma, aceites, grasas y biocombustibles relacionadas con la gestión de residuos, agua, energía, sustancias químicas, establecimiento de indicadores y aplicación de tecnologías limpias; fueron identificadas por medio de una extensa revisión bibliográfica apoyada en consultas con expertos del sector y en la aplicación de los módulos vistos en la especialización en producción más limpia.
- Se estableció la importancia para el sector palma, aceites, grasas y biocombustibles de establecer la línea base de desempeño ambiental como punto de partida para la implementación de las alternativas de producción y consumo sostenible, que permitan mejorar su productividad y competitividad.
- El estudio permitió identificar las fuentes de emisión que se deben gestionar para lograr reducciones en las emisiones de gases efecto invernadero, lo que año tras año se verá reflejado en disminución de costos, como menor

consumo de combustibles y disminución en el consumo de energía eléctrica, entre otros.

- El proceso de beneficio del fruto de palma de aceite en Colombia, se presenta como uno de los más importantes generadores de biomasa por hectárea cultivada en comparación con otros cultivos oleaginosos y bioenergéticos, lo que constituye una importante alternativa en la utilización de biomasa residual para la generación de energía a partir de una fuente renovable y al mismo tiempo disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- La utilización del gas natural como combustible alternativo, permite obtener un mayor rendimiento en cuanto al suministro de energía, permitiendo obtener ahorro de costos y disminución de gases efecto invernadero.
- En el aceite residual contenido en las aguas residuales del sector se pueden llegar a recuperar 0,35 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>, gas que puede ser usado en sistemas de combustión. Esta alternativa posibilita el acceso al mercado de bonos de carbono aplicando los principios del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y se crea la oportunidad de vender el metano generado o aprovecharlo al interior de la empresa, suponiendo que se venda el metano recuperado a un precio de \$500/m<sup>3</sup> se pueden generar ingresos del orden de \$336.000/h
- En la gestión del recurso hídrico, se han logrado identificar importantes oportunidades para el sector como realizar el balance de agua y recuperar grasas y aceites por medios físico - químicos. Para conocer los beneficios económicos de establecer estas medidas se recomienda realizar un análisis costo beneficio con datos reales y actualizados que permita conocer, entre otros, el periodo de retorno de la inversión.

- El análisis de la huella hídrica permite a las empresas conocer el consumo de agua para riego y/o para dilución de contaminantes. En éste caso, el plan de acción a implementar con el objetivo de optimizar el riego y disminuir la carga contaminante de sus efluentes, puede traducirse en ahorros económicos y en retornos rápidos de inversión, los cuales serán calculados por la empresa con datos reales.
- Gestionar adecuadamente el manejo seguro de sustancias químicas y optimizar su consumo se puede lograr mediante la implementación de alternativas como el programa para el manejo seguro de sustancias químicas, chemical leasing y coprocesamiento de sustancias de interés comercial. Medidas que permiten obtener beneficios como: reducción en la generación de residuos peligrosos, cumplimiento de la normatividad ambiental, aprovechamiento de subproductos y reducción en costos de disposición final, manejo eficiente y adecuado de las sustancias químicas en todo su ciclo de vida, prevención de accidentes e incidentes químicos, disminución de la contaminación, incremento en el margen de rentabilidad, ahorros por optimización de materias primas e insumos e incremento de la productividad.
- La problemática ambiental generada por el incremento de los residuos sólidos en el sector se debe, en parte, a la falta de educación y responsabilidad ambiental para separarlos en la fuente y poder aprovecharlos como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El Manejo Integral de los Residuos Sólidos (MIRS) contribuye al cumplimiento de la normatividad ambiental nacional, organización de procesos dentro de las empresas y ahorro de los recursos naturales.
- En la actualidad existe la discusión acerca de la sostenibilidad de los biocombustibles y la responsabilidad social y ambiental de su cadena de

producción y consumo. Una de las formas para llegar a conclusiones suficientemente justificadas frente a dicho debate es la implementación de indicadores cuyo objeto es proveer información que contribuya a realizar un análisis de los impactos de la producción y uso de los biocombustibles y monitorear así su evolución a lo largo del tiempo.

- Finalmente, se considera que con la aplicación de las alternativas descritas en el presente estudio, se hace un aporte a la planeación estratégica de las empresas del sector, como una oportunidad de acceso a nuevos mercados, donde se estimule el crecimiento económico con responsabilidad social e incorporación de la variable ambiental, como eje principal para la conservación y uso eficiente de los recursos naturales, con sus bienes y servicios conexos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Reporte gremial de sostenibilidad. ACUANAL. 2012

Caracterización temática de gestión ambiental. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE. 2011

Guía ambiental para el sector camaronicultor. Ministerio del Medio Ambiente. 2006

Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia. Ministerio de Agricultura - FAO – INCODER. 2011

Manual de Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón OIRSA-OSPESCA – PANAMA. 2010

Departamento Administrativo de Medio Ambiente – DAMA. 2004

Informe de Desempeño del Sector Textil 2008 – 2012. Superintendencia de Sociedades. 2013

Plan de negocios del Sector de Cuero, Calzado y Marroquinería. Programa de Transformación Productiva. 2013

Informe de Sostenibilidad Sector Moda. Asociación de Empresarios de Colombia – ANDI. 2012

Programa de Transformación Productiva. Banco de Desarrollo Empresarial y Comercio Exterior – Bancoldex. 2011 – 2012

Perfil Técnico Ambiental de Lubricantes – PTA. Ministerio de Ambiente, y Desarrollo Territorial – CNPL. 2013

Manual de Producción Más Limpia. ONUDI. 1999

Guía de Ahorro y Uso Eficiente del Agua. Ministerio del Medio Ambiente. 2002

Evaluación del Ciclo de Vida de la Cadena de Producción de Biocombustibles en Colombia. Consorcio CUE. Medellín. 2012

Guía Técnica de Cultivo de la Palma Africana. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Nicaragua. 2006

Manual de Biocombustibles. Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en América Latina y el Caribe – ARPEL. Octubre - 2009

Estudios de Mercado, Estudio sobre el Sector Cacaotero, Súper Intendencia de Industria y Comercio, octubre del 2012.

Inversión en Cacao, chocolatería y confitería. PROEXPORT

Reporte anual y de Sostenibilidad Grupo Nutresa 2011.

Diagnostico Sectorial Palma Aceitera. Cultivo y proceso de extracción de aceite Corpocesar – Centro Nacional de Producción Más Limpia. 2013



Evaluación técnica y económica de tecnologías para reuso de aguas de proceso en industrias de los sectores alimentos, textil, curtiembres y galvanoplastia. AMVA - GIA. 2005

Guía Ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial – Fedepalma. Bogotá D.C. 2011

WWF. Reporte 2012- Una Mirada a la Agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica. Disponible en <http://www.huellahidrica.org/Reports/Arevalo-2012-HuellaHidricaColombia.pdf>. Consultado el 8 de octubre de 2014.

[www.chemicalleasing.org](http://www.chemicalleasing.org)

file:///C:/Users/42827567/Downloads/PlanSectorialTurismo2011%20(1).pdf

<http://www.andi.com.co/pages/comun/infogeneral.aspx?Id=19&Tipo=2>

<http://propais.org.co/biblioteca/inteligencia/sector-cosmeticos-en-colombia.pdf>

<http://www.slideshare.net/inviertaencolombia/perfil-cosmticos-y-articulos-de-aseo-octubre-2011>

[http://www.culturaemedellin.gov.co/sites/CulturaE/MiEmpresa/Noticias/Paginas/cosmeticos\\_091016.aspx](http://www.culturaemedellin.gov.co/sites/CulturaE/MiEmpresa/Noticias/Paginas/cosmeticos_091016.aspx)

[http://intexzona.com/es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=63:cosmeticos-y-articulos-de-aseo&catid=36:nacionales&Itemid=60](http://intexzona.com/es/index.php?option=com_content&view=article&id=63:cosmeticos-y-articulos-de-aseo&catid=36:nacionales&Itemid=60)

<http://metono032009.wikispaces.com/file/view/cosmeticos.pdf>

<http://www.revistapym.com.co/destacados/industria-gr-fica-c-mo-va-colombia>

<http://www.portafolio.co/negocios/industria-grafica-un-sector-transformacion>

[http://www.ptp.com.co/editorial\\_industria\\_comunicacionGrafica/Editorial\\_e\\_Industria.aspx](http://www.ptp.com.co/editorial_industria_comunicacionGrafica/Editorial_e_Industria.aspx)

<http://www.ptp.com.co/documentos/Plan%20de%20Negocios%20Industria%20Comunicacion%20Grafica.pdf>

<http://metono032009.wikispaces.com/file/view/papel.pdf>

[http://www.ptp.com.co/documentos/PTP\\_informe\\_sector\\_Editorial%20y%20de%20la%20Comunicaci%C3%B3n%20Gr%C3%A1fica%20%20FINAL.pdf](http://www.ptp.com.co/documentos/PTP_informe_sector_Editorial%20y%20de%20la%20Comunicaci%C3%B3n%20Gr%C3%A1fica%20%20FINAL.pdf)

<http://www.colombia.travel/es/turista-internacional/actividad/atracciones-turisticas-recomendadas-informes-especiales/turismo-de-salud>

<http://www.elespectador.com/noticias/economia/bellas-cifras-del-turismo-de-salud-articulo-444038>

<http://www.colombia.co/turismo/tipos-de-turismo/colombia-destino-perfecto-para-el-turismo-de-salud.html>

[http://www.proexport.com.co/sites/default/files/2.\\_turismo\\_de\\_salud\\_en\\_colombia.pdf](http://www.proexport.com.co/sites/default/files/2._turismo_de_salud_en_colombia.pdf)

<http://www.colombia.travel/es/turista-internacional/destino/2041-turismo-de-salud-y-bienestar-en-paipa>

<http://www.dinero.com/actualidad/nacion/articulo/turismo-salud-crecimiento/184853>

[http://www.andi.com.co/pages/proyectos\\_paginas/proyectos\\_detail.aspx?pro\\_id=186&Id=24&clase=8&Tipo=2](http://www.andi.com.co/pages/proyectos_paginas/proyectos_detail.aspx?pro_id=186&Id=24&clase=8&Tipo=2)

[http://www.ptp.com.co/Chocolateria\\_Confiteria\\_MateriasPrimas/Chocolateria\\_confiteria.aspx](http://www.ptp.com.co/Chocolateria_Confiteria_MateriasPrimas/Chocolateria_confiteria.aspx)

<http://www.lanotadigital.com/vademecum/big/productos-alimenticios/chocolates-y-confiteria>

<https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/DDE/Azucar.pdf>

<http://www.asocana.org/>

<http://www.ptp.com.co/documentos/Plan%20de%20Negocios%20Palma.pdf>

[http://www.siame.gov.co/siame/documentos/documentacion/mdl/HTML/6\\_Descrip\\_Leticia.htm](http://www.siame.gov.co/siame/documentos/documentacion/mdl/HTML/6_Descrip_Leticia.htm) Sustitución del diésel y fueloil por biodiésel en la planta de generación de electricidad de Leticia. Julio 2003.

[http://www.fedebiocombustibles.com/files/Cifras\\_Informativas del Sector Biocombustibles BIODIESEL \(54\).pdf](http://www.fedebiocombustibles.com/files/Cifras_Informativas_del_Sector_Biocombustibles_BIODIESEL_(54).pdf). Enero del 2014.