

VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE ACEITE DE PALMA EN COLOMBIA

QUALITATIVE ASSESSMENT TO ENVIRONMENTAL IMPACT OF A PALM OIL
PRODUCING COMPANY IN COLOMBIA

Juan Sebastián Amazo Salazar*
Angélica María Alzate Ibáñez**

Recibido: 16 de agosto de 2018

Aceptado: 22 de noviembre de 2018

Resumen

En este trabajo se presenta la valoración del impacto ambiental en una planta colombiana productora de aceite crudo de palma que está ubicada en el municipio de Barranca de Upía (Colombia). El estudio involucra la determinación de los aspectos y la valoración cualitativa de los impactos significativos asociados a las actividades y productos de la fase agrícola del proceso de producción mediante la metodología propuesta por Conesa. Los resultados muestran que el agotamiento del recurso hídrico, la contaminación del suelo y el aprovechamiento de recursos naturales son los impactos con mayor importancia a considerar en los planes y programas de gestión ambiental. A partir de estos resultados obtenidos, la empresa deberá asumir la gestión responsable de los aspectos ambientales identificados como parte integral de su estrategia de negocio, con el fin de contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente.

Palabras claves: gestión ambiental, aceite de palma, aspectos ambientales, impactos ambientales.

Abstract

In this work, an environmental impact assessment of a crude palm oil company located in Barranca de Upía (Colombia) was carried out. The research involves the evaluation to the environmental aspects and impacts associated with all activities and products of the production process using the methodology proposed by Conesa. Based on the results obtained, the company will be assume the environmental management plan as an integral part of its business strategy in order to contribute to the environmental sustainability.

Keywords: environmental management, palm oil, environmental aspect, environmental impact.

* Ingeniero químico, especialista en Gerencia de la Calidad. Facultad de Educación Permanente y Avanzada, Fundación Universidad de América, Bogotá D. C., Colombia. juan.amazo@estudiantes.uamerica.edu.co

** Ingeniera química, doctora en Ingeniería. Facultad de Educación Permanente y Avanzada, Fundación Universidad de América, Bogotá D. C., Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1854-2671>. angelica.alzate@investigadores.uamerica.edu.co

INTRODUCCIÓN

La palma africana de aceite es una planta de origen tropical, una oleaginosa que se posiciona como la más productiva del mundo, en términos de rendimiento de aceite por área cultivada. Las principales especies de la palma de aceite son *Elaeis guineensis* y *Elaeis melanococca*. *Elaeis guineensis* Jacq. es la variedad de palma más común cultivada, con una vida promedio genérica de 150 años y un contenido de 45-55 % de aceite por racimo de fruto en condiciones óptimas de sembrado (Lee y Ofori-Boateng, 2013).

Colombia ocupa el cuarto puesto en la producción de palma de aceite a nivel mundial y es el primer productor en América (Fedepalma, 2016). Desde la década de los cincuenta, la producción de palma de aceite se ha constituido en una de las principales formas de desarrollo agroindustrial en Colombia (Fedepalma, 2002). En los últimos años, el cultivo de palma de aceite se posicionó como una de las cinco actividades con mayor proyección en el país; en el 2016 se reportaron más de 5000 productores a nivel nacional, con 483 733 hectáreas sembradas en 122 municipios de 19 departamentos y alrededor de 140 000 empleos directos e indirectos (Fedepalma, 2016).

A pesar de las grandes contribuciones de la producción de aceite de palma al desarrollo económico del país, las prácticas inadecuadas de producción y el mal manejo de los residuos han generado un impacto medioambiental negativo. Según Lee y Ofori-Boateng (2013), de la industria del aceite de palma en el mundo se derivan más de 190 millones de toneladas de desechos en forma de residuos sólidos y líquidos, los cuales deben ser correctamente gestionados a fin de minimizar los impactos ambientales que generan.

Ante este escenario y debido a la preocupación por la sostenibilidad ambiental, los productores de aceite de palma se han visto enfrentados a fuertes presiones de las partes interesadas, especialmente normativas y reglamentarias, lo cual ha conllevado la necesidad de adoptar prácticas de gestión ambiental que permitan mejorar el sistema de producción, así como prevenir, minimizar y evitar los impactos ambientales que se derivan de los procesos y productos de esta actividad.

En respuesta a la necesidad de protección y conservación del medioambiente, han surgido diferentes modelos de gestión, como el estándar internacional ISO 14001, cuyo propósito es generar valor a la organización y a las partes interesadas pertinentes (Alzate, Ramírez y Alzate, 2018). En la actualidad, la ISO 14001 se ha posicionado como un marco imperativo para la gestión ambiental en las organizaciones a nivel mundial y como un elemento estratégico clave que favorece el desarrollo de las cadenas de suministro (Heras-Saizarbitoria y Boiral, 2013).

Este estudio tiene como objetivo evaluar los impactos ambientales generados en una planta de producción de aceite de palma, ubicada en el municipio de Barranca de Upía (Colombia). Se realiza la identificación y valoración de los aspectos e impactos ambientales significativos de la fase agrícola mediante la matriz de impacto de Conesa. La evaluación se realiza en concordancia con las disposiciones del Ministerio de Medioambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia para la sustentabilidad ambiental de las compañías. Los resultados de este estudio pueden ser considerados como información de entrada para la planificación de un sistema de gestión ambiental bajo los requisitos de la NTC-ISO 14001:2015.

MATERIALES Y MÉTODOS

La empresa caso de estudio se dedica a la producción de palma de aceite y al beneficio del fruto de palma. La planta se encuentra localizada en el municipio de Barranca de Upía (Colombia). Inicialmente se realizó una visita a la planta a fin de recolectar la información necesaria para describir mediante diagramas de flujo el proceso de cada una de las etapas que constituyen la fase agrícola de la cadena productiva de la palma de aceite. Posteriormente, se determinaron e identificaron los

aspectos e impactos ambientales del proceso de producción de aceite de palma. Se evaluaron los elementos de entrada y de salida, así como los factores imprevistos que se puedan presentar en el desarrollo de sus actividades y el producto, y que tienen interacción con el medio ambiente, tal como lo define la ISO 14001:2015.

Finalmente, se valoran los impactos ambientales por medio de la matriz Conesa simplificada. Los impactos ambientales son cambios negativos o positivos generados por los procesos o actividades de la organización sobre el medio ambiente. Se clasifican en cuatro categorías: a) directos, indirectos o acumulativos; b) de corto, mediano o largo plazo; c) reversibles o irreversibles, y d) locales, regionales, nacionales o globales (Fedepalma y Minambiente, 2011).

Metodología de valoración cualitativa

La manifestación del efecto de las actividades humanas sobre el ambiente se caracteriza a través de la importancia del impacto (Conesa Fernández, 2010), que es una forma de interpretar las interacción entre las actividades económicas y el medio ambiente en un tiempo y espacio determinado (Toro, 2009). Los impactos se identifican a partir de las acciones sobre los factores ambientales, mediante un análisis entre las diferentes interacciones del medio y las acciones.

El método para valorar los impactos ambientales involucra diez criterios: intensidad (IN), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PR) y recuperabilidad (MC). Además, se evalúa la naturaleza de cada impacto (NDI) con un signo que puede ser positivo (+), si el impacto sobre el factor afectado es beneficioso, o negativo (-), si el impacto sobre el factor afectado es perjudicial. En la tabla 1 se detallan los criterios de valoración mencionados anteriormente. Cada uno de estos criterios están expresados en unidades de importancia (UIA), valores que se asignan a cada uno de los atributos.

Tabla 1. Matriz simplificada de Conesa para la valoración de la importancia de impactos ambientales

Criterio	Significado	Calificación	Escala
Intensidad (IN)	Grado de destrucción del recurso o área afectada.	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX)	Área de influencia del impacto con relación al entorno de la actividad (cobertura geográfica).	Puntual	1
		Local	2
		Extensa	4
		Total	8
Momento (MO)	Condiciones en la cual se mide el tiempo entre cuando se empezó a generar los efectos hasta que se dio la primera consecuencia (efecto de la contaminación).	Largo plazo MO > cinco años	1
		Mediano plazo MO > un año	2
		Corto plazo MO < un año	4
		Inmediato	8
		Crítico	+4
Persistencia (PE)	Tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición.	Fugaz PE < un año	1
		Temporal PE > un año	2
		Permanente PE > diez años	4

criterio	Significado	Calificación	Escala
Reversibilidad (RV)	Tiempo en que el recurso tendrá la posibilidad de retornar por medios naturales a las condiciones iniciales previas a la acción.	Corto plazo RV < un año	1
		Mediano plazo RV > un año	2
		Irreversible	4
Sinergia (SI)	La suma de dos o más efectos simples (negativos) genera un efecto mayor.	Sin sinergismo	1
		Sinérgico	2
		Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que la genera.	Simple	1
		Acumulativo	4
Efecto (EF)	Relación causa-efecto, es decir, la forma de manifestación del efecto sobre un factor (también puede entenderse como la relación entre el aspecto ambiental y el impacto ambiental).	Indirecto	1
		Directo	4
Periodicidad (PR)	Se refiere a la frecuencia o regularidad con la que se manifiesta un efecto.	Irregular	1
		Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (RC)	Tiempo en que el recurso tendrá la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana.	Recuperabilidad inmediata	1
		Recuperabilidad a mediano plazo	2
		Mitigable	4
		Irrecuperable	8

Fuente: Adaptado de Conesa (2010, pp. 235-260).

Una vez se han calificado los diez criterios para cada uno de los impactos identificados, se procede a calcular la importancia del impacto ambiental (I) mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + RC + SI + AC + EF + PR)$$

El método permite la valoración cualitativa al nivel requerido por un estudio simplificado del impacto ambiental, es decir, se evalúa solamente la importancia del impacto o efecto (Conesa, 2010). Una vez se han determinado los valores de importancia, se establece la clase de efecto que genera cada uno de los impactos, basándose en los rangos por clases de efecto que se muestran en la tabla 2.

Los factores ambientales exhiben diferentes niveles de importancia dependiendo de su contribución (positiva o negativa) sobre la situación ambiental. Cada uno de estos factores representa un impacto ambiental que de acuerdo a su relevancia deberán ser considerados en el momento de establecer los planes y programas de manejo ambiental, a fin de tomar medidas correctivas, preventivas y/o mitigables para cada uno de ellos.

Tabla 2. Efectos de la importancia del impacto ambiental

Clase de efecto (CDE)	Rango de importancia (i)	Color	Nivel de impacto
Compatible	$0 \leq 25$	Verde	Impacto de baja intensidad, que puede ser reversible en el corto plazo.
Moderado	$26 \leq 50$	Amarillo	Impacto de intensidad media o alta, que puede ser reversible en el mediano plazo y recuperable en el mismo plazo o periodo.
Severo	$51 \leq 75$	Naranja	Impacto es de intensidad alta o muy alta, que puede ser reversible en el mediano plazo y persistente.
Crítico	$76 \leq 100$	Rojo	Impacto generalmente de intensidad muy alta o total, con extensión local e irreversible (más de diez años).

Fuente: Adaptado de Conesa (2010, pp. 253-254)

RESULTADOS

Descripción del proceso productivo

En la etapa agrícola se desarrollan diferentes actividades, desde la adecuación de tierras para el cultivo hasta la renovación. Estas actividades se describen a continuación.

- *Adecuación de tierras.* Se realiza la adecuación de las condiciones físicas y químicas del suelo. Esta actividad depende de la zona donde se lleva a cabo el cultivo, debido a que la siembra se ve afectada por diferentes factores críticos, como las condiciones climatológicas, agroecológicas y topográficas. En esta fase se hace uso de abono orgánico, cal y equipos para la nivelación del terreno.
- *Precultivo.* Se realiza la siembra de las semillas germinadas y se adaptan a las condiciones del área de cultivo, de forma tal que se faciliten las actividades de riego, drenaje, fertilización, control de plagas y enfermedades. Posteriormente se inicia el proceso de siembra, trasplantando las plántulas a los lotes definitivos.
- *Cultivo.* En esta actividad se realizan prácticas de plateo, riego, drenaje, fertilización y control de plagas y enfermedades. El plateo se lleva a cabo durante todo el tiempo de cultivo (desde el momento de la siembra). El control de plagas y enfermedades se realiza por medio de herbicidas cada tres meses durante los primeros tres años de cultivo; sin embargo, la aplicación de químicos depende del estado del cultivo. Las plantas se fertilizan con potasio, fósforo, nitrógeno, boro, azufre y calcio, preferiblemente de origen orgánico (tusa y hojas podadas). Esa actividad es fundamental en el proceso de producción, ya que se relaciona directamente con el crecimiento, desarrollo y fructificación de la palma de aceite. En este proceso se hace uso de pesticidas, insecticidas y fertilizantes.
- *Cosecha y corte.* Los periodos de cosecha se dan durante todo el tiempo de vida productiva de la palma de aceite hasta que el fruto alcanza la madurez y cumple con los estándares de calidad establecidos. Una vez los racimos se encuentran listos para ser cortados, se recolectan y conducen de inmediato a la planta de beneficio para evitar que el aceite pierda su calidad. Esta actividad se realiza por consideración del cultivador o por caída de fruto. El traslado del racimo

se realiza hasta los puntos de acopio, donde se efectúa el control de calidad de los lotes y de la logística de producción.

- *Renovación de cultivos.* Entre los 23 y 25 años el tallo de la palma de aceite alcanza alturas que dificultan el trabajo de recolección de cosecha, por lo que se hace necesario eliminar las palmas viejas. Las estacas, también llamadas estípites, se agrupan y se utilizan como barreras para que sean aprovechadas como material orgánico e incluso como insumo para otros procesos industriales.

En la figura 1 se esquematiza mediante un diagrama de flujo los procesos y actividades que se desarrollan en cada una de las etapas de la fase agrícola de la producción de palma de aceite. En este diagrama, el número 1 representa un reciclaje de residuo vegetal proveniente del proceso de renovación de cultivos (este material orgánico sirve como abono para la tierra de cultivo).

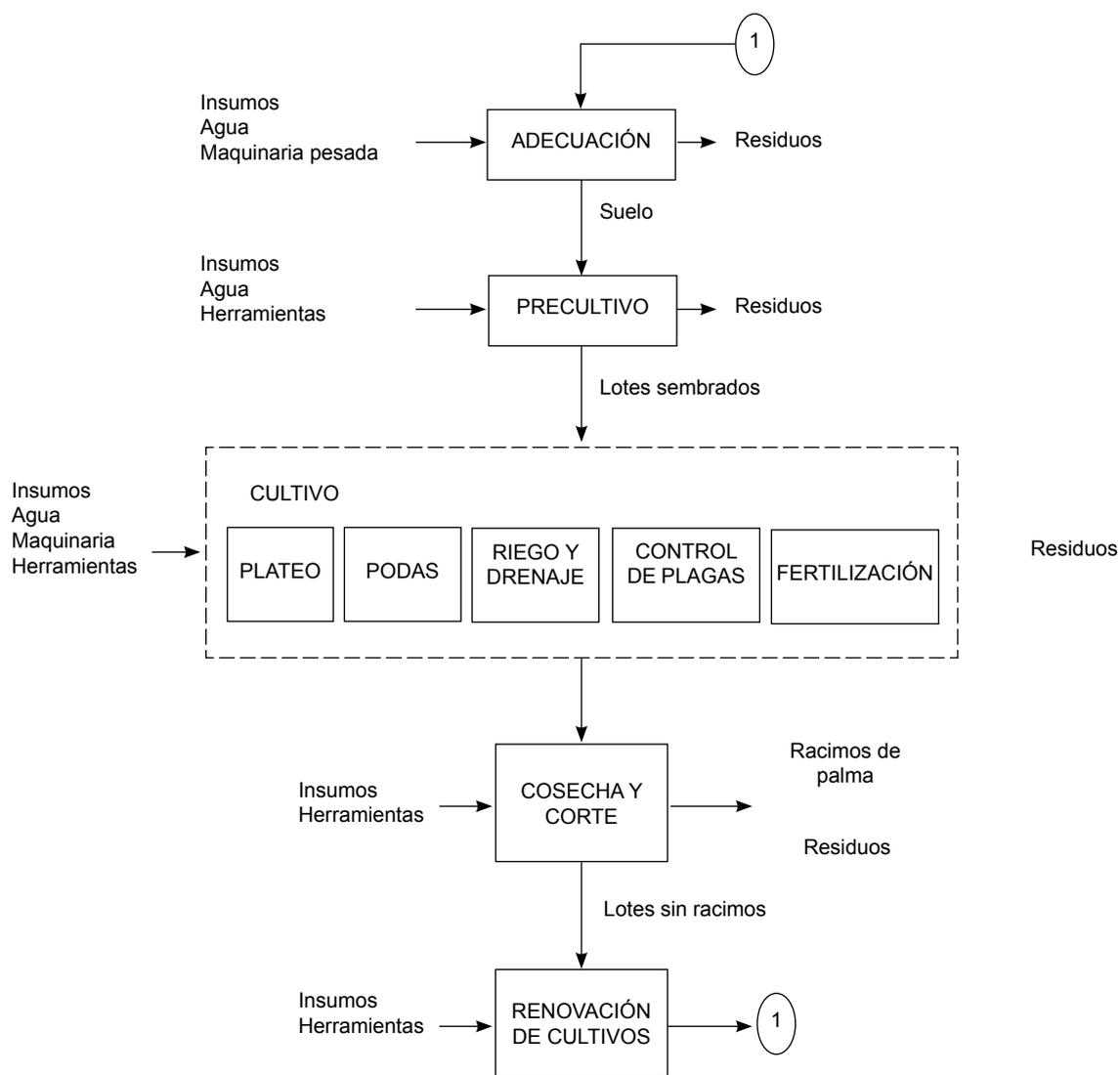


Figura 1. Diagrama de flujo de procesos en la fase cultivo.

Durante la etapa de beneficio se desarrollan actividades orientadas a la obtención del aceite de palma, desde la recepción del fruto hasta la separación del aceite crudo, como se detalla en los siguientes apartados:

- *Recepción del fruto.* Los racimos que provienen de la etapa de cultivo se evalúan para determinar si cumplen con los estándares de calidad. Una vez verificado el cumplimiento de los requisitos, se transportan a la zona de esterilización.
- *Esterilización.* Los racimos se someten a un proceso de limpieza de impurezas e ingresan a un equipo llamado autoclave. El proceso se realiza con vapor de agua a altas temperaturas.
- *Desfrutado.* Se separa el fruto del racimo empleando un tambor rotatorio; el fruto se envía a los digestores y el racimo se reutiliza en la etapa de cultivo como abono orgánico.
- *Digestión.* Mediante un digestor mecánico se obtiene el aceite de los frutos de palma; la pulpa se desprende de las nueces y se rompe el tejido del fruto donde se encuentra contenido el aceite. Este proceso se realiza a altas temperaturas por inyección de vapor de agua.
- *Prensado.* Se realiza el lavado de las fibras del fruto para lograr una extracción más eficiente del aceite, en concordancia con los estándares de calidad establecidos por la organización. En este proceso se obtienen dos productos intermedios, la torta (nueces, almendras, cáscaras del fruto y fibras de palma) y el licor (aceite, agua, lodos pesados y lodos livianos).
- *Separador I.* Se hace recepción del material sólido obtenido en el proceso de prensado; por medio de una columna de aire se separan las fibras, las cuales posteriormente son trasladadas a la caldera. La semilla o nuez se envía a otro proceso de separación para aprovechar su contenido, ya sea como material de combustión en la caldera, o como abono orgánico en los cultivos. Por su parte, la almendra se prensa para la extracción del aceite, la harina y la humedad.
- *Clarificación.* Primero se obtiene una dilución del licor con agua y se aprovechan las características de inmiscibilidad entre el aceite y el agua para obtener un licor con un porcentaje aproximado de 90 % de aceite, mediante el proceso de clarificación estática.
- *Separador II.* Empleando un separador tipo centrifuga se recupera el aceite remanente. Se separa el agua, las impurezas, los lodos ligeros y pesados, que son efluentes de la planta de beneficio que se utilizan para otros fines, como la generación de biogás.
- *Purificador.* El aceite proveniente del clarificador y el separador II pasa al purificador para retirar humedad e impurezas. Posteriormente, se dispone el material en un tanque de almacenamiento, en donde se toman muestras para evaluar la calidad del producto mediante la medición de las propiedades fisicoquímicas del aceite (cantidad de ácidos grasos libres, humedad e impurezas).
- *Caldera.* Mediante una banda transportadora llegan desde el separador I las fibras y la cáscara del fruto, las cuales se utilizan en este proceso como combustible para el funcionamiento de la caldera (el vapor de agua generado se emplea en el proceso de esterilización).

En la figura 2 se esquematiza el diagrama de flujo de los procesos y las actividades que se llevan a cabo en la fase planta de beneficio de la producción de aceite de palma.

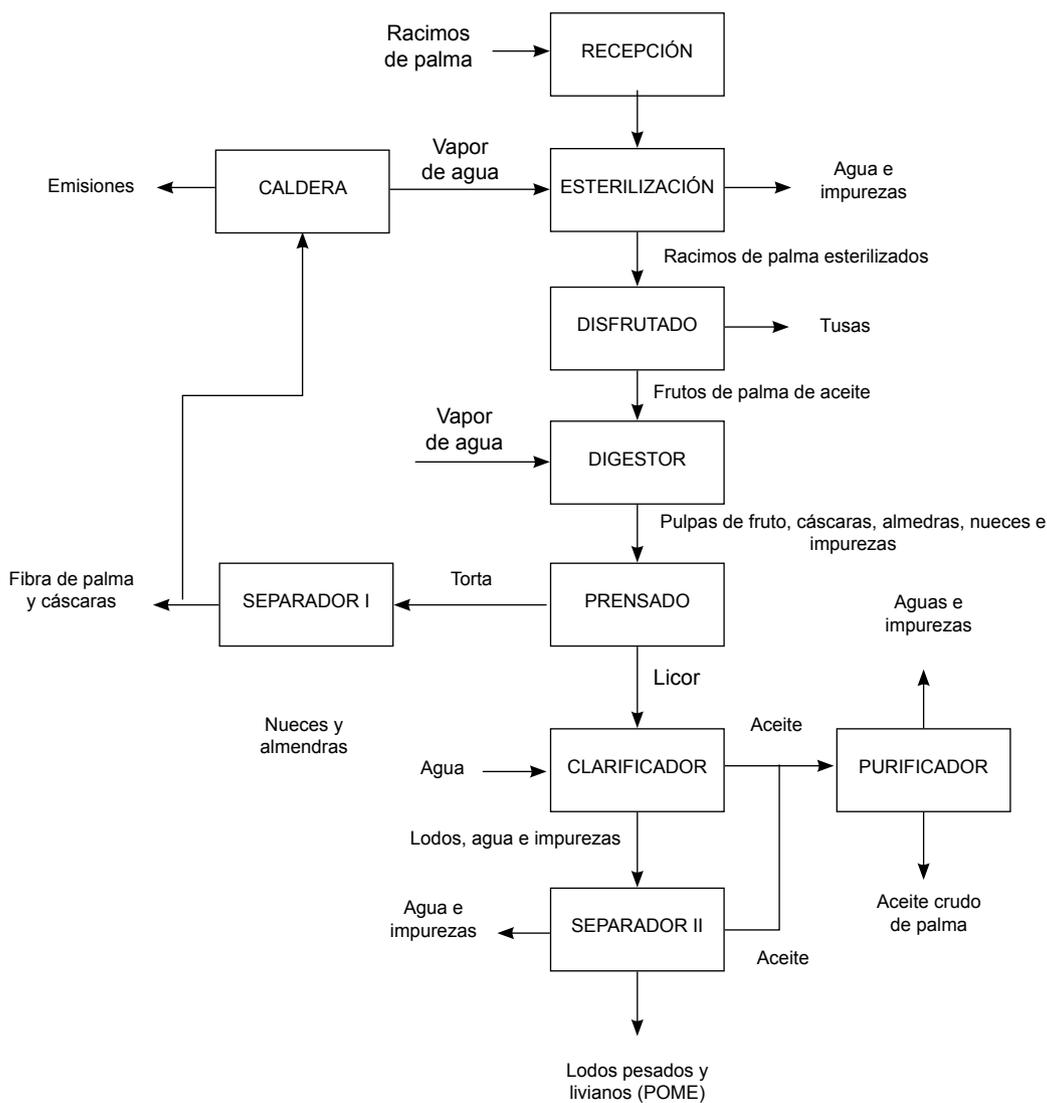


Figura 2. Diagrama de flujo de procesos en la fase planta de beneficio.

Determinación de los aspectos e impactos ambientales

A partir de los diagramas de flujo definidos por cada fase del proceso de producción se determinan los aspectos e impactos ambientales. El ruido no se contempló como un aspecto e impacto ambiental significativo debido a que la ubicación de la empresa donde se lleva a cabo la producción de palma de aceite es apartada de la zona urbana. De acuerdo con Ayala (2015), los ruidos generados por maquinaria pesada, generadores de energía y equipos empleados en procesos como clarificación, esterilización y prensado son de niveles moderados; estos afectarían al personal a cargo, aspecto que debe ser abordado por el área de salud y seguridad de la empresa. En la tabla 3 y 4 se exhiben los aspectos e impactos ambientales determinados en cada proceso de la fase agrícola y la fase de beneficio, respectivamente. Como se observa en las tablas, el impacto ambiental generado se presenta en las matrices aire, agua y suelo.

Tabla 3. Aspectos e impactos ambientales de cada proceso en la fase agrícola

Fase agrícola		
Proceso	Aspecto ambiental	Impacto ambiental
Adecuación del terreno	Emisiones de carbono	Contaminación del aire
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales
	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
	Vertimientos	Contaminación de fuentes hídricas
Precultivo	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
	Vertimientos	Contaminación de fuentes hídricas
	Generación de residuos sólidos no reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales
Plateo	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales
	Presencia de compuestos químicos tóxicos (herbicidas)	Contaminación del agua
		Contaminación del suelo
		Contaminación del aire
Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	
Podas	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales
Riego y drenaje	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
	Vertimientos	Contaminación de fuentes hídricas
Fertilización	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
	Presencia de compuestos químicos tóxicos	Contaminación del agua
		Contaminación del suelo
		Contaminación del aire
	Cambio climático	Baja disponibilidad de los recursos naturales
	Utilización de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales
	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
Emisiones de carbono	Contaminación del aire	
Control de plagas y enfermedades	Aparición de organismos fitopatógenos	Contaminación del agua
		Contaminación del suelo
	Tratamientos biológicos sobre plagas y enfermedades	Disminución en la contaminación de recursos naturales
	Presencia de compuestos químicos tóxicos	Contaminación del agua
		Contaminación del suelo
		Contaminación del aire
Cosecha y corte	Generación de residuos sólidos no aprovechables	Contaminación de recursos naturales
	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales
	Emisiones de carbono	Contaminación del aire
	Generación de residuos sólidos reciclables	Contaminación del agua
		Contaminación del suelo
Renovación de cultivos	Presencia de compuestos químicos tóxicos	Contaminación del suelo
		Contaminación del aire
		Aprovechamiento de recursos naturales
	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales
	Generación de residuos sólidos no aprovechables	Contaminación de recursos naturales
Quema de material vegetal del suelo	Erosión del suelo	

Tabla 4. Aspectos e impactos ambientales de cada proceso en la fase planta de beneficio

Fase planta de beneficio		
Proceso	Aspecto ambiental	Impacto ambiental
Recepción del fruto	Emisiones de carbono	
	Generación de material sólido (arena, piedras, entre otros)	Contaminación del aire
	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
Esterilizador	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
	Generación de vapores con impurezas	Contaminación del aire
	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
Desfrutado	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
	Emisiones de carbono	Contaminación del aire
	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales
Digestor	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
Prensado	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
Clarificador	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
Separador II	Vertimientos	Contaminación de fuentes hídricas
	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales
Purificador	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
	Generación de vapores con impurezas	Contaminación del aire
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
	Aplicación de compuestos químicos tóxicos (productos de limpieza)	Contaminación del agua Contaminación del aire
	Emisiones de carbono	Contaminación del aire
Separador I	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
	Generación de vapores con impurezas	Contaminación del aire
	Generación de residuos sólidos reciclables	Contaminación de recursos naturales
Caldera	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico
	Emisiones de carbono	Contaminación del aire

Valoración de los aspectos e impactos ambientales

Los aspectos e impactos ambientales identificados se valoran empleando los criterios del método Conesa. La matriz simplificada se evaluó para la fase agrícola y la fase planta de beneficio de la empresa. La naturaleza de los impactos ambientales (NDI) se valoraron como negativos (-) o positivos (+) de acuerdo a su afectación o beneficio; igualmente, se realizó el cálculo del impacto ambiental (I). Las tablas 5 y 6 presentan los resultados obtenidos al aplicar los criterios de valoración en cada una de las fases mencionadas del proceso de producción.

Tabla 5. Resultado matriz de impacto simplificada: fase agrícola

Proceso	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	NDI	I
Adecuación del terreno	Emisiones de carbono	Contaminación del aire	-	38
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-	54
	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	-	25
	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales	+	32
Precultivo	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-	42
	Vertimientos	Contaminación de fuentes hídricas	-	32
	Generación de residuos sólidos no reciclables	Contaminación de recursos naturales	-	33
Plateo	Presencia de compuestos químicos tóxicos (herbicidas)	Contaminación del agua	-	34
		Contaminación del suelo	-	41
		Contaminación del aire	-	25
	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales	+	36
Podas	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales	+	52
Riego y drenaje	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-	56
	Vertimientos	Contaminación de fuentes hídricas	-	38
Fertilización	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-	40
		Contaminación del agua	-	29
		Contaminación del suelo	-	40
	Presencia de compuestos químicos tóxicos	Contaminación del aire	-	21
		Cambio climático	Baja disponibilidad de los recursos naturales	-
	Utilización de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales	+	56
Control de plagas y enfermedades	Aparición de organismos fitopatógenos	Contaminación del agua	-	36
		Contaminación del suelo	-	54
	Tratamientos biológicos sobre plagas y enfermedades	Disminución en la contaminación de recursos naturales	+	54
	Presencia de compuestos químicos tóxicos	Contaminación del agua	-	18
		Contaminación del suelo	-	18
		Contaminación del aire	-	18
	Generación de residuos sólidos no aprovechables	Contaminación de recursos naturales	-	28
	Cosecha y corte	Emisiones de carbono	Contaminación del aire	-
Generación de residuos sólidos reciclables		Aprovechamiento de recursos naturales	+	36

Proceso	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	NDI	I
Renovación de cultivos	Presencia de compuestos químicos tóxicos	Contaminación del agua	-	30
		Contaminación del suelo	-	52
		Contaminación del aire	-	21
	Generación de residuos sólidos no aprovechables	Contaminación de recursos naturales	-	28
	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales	+	56

NDI: naturaleza de los impactos ambientales
I: importancia del impacto ambiental

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos de la valoración de los impactos ambientales significativos de la fase agrícola: ocho impactos son clasificados como severos, es decir, afectan de forma directa y agresiva el desempeño ambiental de la organización; en este sentido, deberán ser considerados dentro de los planes de contingencia que se lleven a cabo por la empresa. A su vez, de acuerdo a la importancia del impacto ambiental, siete impactos son clasificados como compatibles y diecinueve como moderados; este resultado indica que estos impactos, a pesar de que no generan mayor riesgo o amenaza para el desempeño ambiental de la organización, se deben mantener bajo control.

En esta fase agrícola del proceso de producción se identificó que los impactos ambientales que obtuvieron una calificación severa pueden ser de naturaleza negativa o positiva. Los de NDI negativo están relacionados con los procesos que más afectan los recursos naturales (adecuación de tierras, riego y drenaje, control de plagas y enfermedades y erradicación y renovación de plantaciones), específicamente, el agua y el suelo en términos de uso y nivel de contaminación; esto evidencia que se debe revisar a detalle cada uno de los procesos anteriormente mencionados y generar cambios que mitiguen el grado de afectación del mismo.

Los NDI categorizados como positivos están relacionados con los procesos que generan y utilizan residuos sólidos reciclables, con lo que se optimiza el uso de los mismos y mitiga el daño de los recursos naturales. Por otra parte, las organizaciones están implementando tratamientos biológicos como una forma efectiva y menos agresiva con el medio ambiente para combatir las plagas y enfermedades que aparecen en los cultivos de palma de aceite; en términos de costos, es mucho más rentable para las empresas usar estos tratamiento que los compuestos químicos con alto nivel de toxicidad.

A partir de los resultados que se presentan en la tabla 6 es posible concluir que, de acuerdo a la importancia del impacto ambiental, siete impactos ambientales son clasificados como compatibles y catorce como moderados; esto indica que estos impactos no generan mayor riesgo o amenaza para el desempeño ambiental de la organización, no obstante, se deben mantener bajo control. Por otra parte, siete aspectos se clasificaron como severos, los cuales afectan de forma directa el desempeño ambiental de la empresa.

En la fase planta de beneficio se identificó que los aspectos e impactos ambientales que obtuvieron una calificación severa son de naturaleza negativa y positiva. Los de NDI negativos están relacionados con los procesos de esterilización, prensado y clarificación, los cuales afectan los recursos naturales (agua y energía) en términos de uso y nivel de contaminación; esto evidencia que se debe revisar en detalle cada uno de los procesos anteriormente mencionados y generar cambios que mitiguen el grado de afectación del mismo. Los NDI positivos están relacionados con los procesos de desfrutado y palmistería, los cuales generan residuos sólidos reciclables (residuos orgánicos) que por sus usos proporcionan un valor agregado a la empresa.

Tabla 6. Resultado matriz de impacto simplificada: fase planta de beneficio

Proceso	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	NDI	I
Recepción del fruto	Emisiones de carbono		-	38
	Generación de material sólido (arena, entre otros)	Contaminación del aire	-	20
	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	-	31
Esterilizador	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-	54
	Generación de vapores con impurezas	Contaminación del aire	-	36
	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	-	34
Desfrutado	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	-	44
	Emisiones de carbono	Contaminación del aire	-	38
	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales	+	52
Digestor	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	-	25
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-	28
Prensado	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	-	40
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-	52
Clarificador	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	-	52
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-	56
Separador II	Vertimientos	Contaminación de fuentes hídricas	-	23
	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales	+	54
Purificador	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	-	21
	Generación de vapores con impurezas	Contaminación del aire	-	16
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-	30
	Aplicación de compuestos químicos tóxicos (productos de limpieza)	Contaminación del agua	-	34
		Contaminación del aire	-	21
Separador I	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	-	31
	Generación de vapores con impurezas	Contaminación del aire	-	16
	Generación de residuos sólidos reciclables	Aprovechamiento de recursos naturales	+	52
Caldera	Consumo de energía	Agotamiento de recursos naturales	-	36
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-	42
	Emisiones de carbono	Contaminación del aire	-	44

NDI: naturaleza de los impactos ambientales

I: importancia del impacto ambiental

DISCUSIÓN

A partir de la valoración de los impactos ambientales significativos asociados a las actividades de la empresa, se determinaron aquellos que tienen mayor importancia y requieren ser abordados en el plan de manejo ambiental. Los resultados obtenidos refieren que el 24 % de los impactos evaluados corresponden a impactos severos, categorizados como negativos y positivos, que requieren de un plan en el que se prioricen las acciones preventivas o correctivas ante los efectos causados por los impactos negativos, para de esta forma evitar desastres ambientales irreversibles y se potencien los beneficios de los impactos positivos. A continuación se detallan los principales impactos ambientales identificados y posibles acciones que la empresa caso de estudio debe emprender.

Los efluentes generados por la planta de producción de aceite de palma contienen una alta concentración de compuestos fenólicos y una alta demanda química de oxígeno (DQO), los cuales causan el agotamiento del recurso hídrico. Ante este escenario y a fin de intervenir el impacto ambiental se han propuesto diferentes alternativas, como la biorremediación (Islam et ál., 2018) y el uso de sistemas de lagunas (Althausen, 2017; Peñafiel, Moreno y Ochoa-Herrera, 2016). Según Andarani, Dwi, Sawitri y Budiawan (2018), si las aguas residuales y los desechos sólidos generados a partir de la producción de aceite de palma no se gestionan adecuadamente, se generan impactos ambientales irreversibles, es por esto que se recomienda tener un sistema de tratamiento de las aguas residuales antes del vertimiento a la cuenca hidrológica.

Por otra parte, los desechos agroindustriales generados por la empresa durante la producción de aceite de palma tienen una utilidad económica alternativa si son reciclados o utilizados para bioproductos de valor agregado (Alí, Mohd y Salleh, 2017; Lee y Ofori-Boateng, 2013). La biomasa generada en el proceso, por ejemplo, la tusa, la fibra y el cuesco, pueden ser reutilizadas como abono orgánico para los cultivos (Rodríguez, Ramírez y García, 2015), material combustible en la caldera (García y Yañez, 2010), o comercializarse para la producción de biocombustibles (González, Jiménez, Rodríguez, Restrepo y Gómez, 2008). Los residuos de poda y cosecha pueden ser reciclados para la fertilización del suelo (Lee y Ofori-Boateng, 2013).

Otros residuos sólidos, como los empaques y plásticos, derivados de insumos como el abono, los fertilizantes y los plaguicidas, se deben gestionar de acuerdo a la normatividad y reglamentación establecida para el manejo, uso y disposición final de los residuos sólidos en la industria palmera (Decreto 2104 de 1983, Decreto 605 de 1996, Decreto 1713 de 2002 y Decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia) y de esta manera tener en cuenta el ciclo de vida del producto para una minimización del impacto.

En relación a la contaminación del suelo, Lee y Ofori-Boateng (2013) sugieren hacer uso de fertilizantes orgánicos (el estiércol animal, por ejemplo) en lugar de químicos, para complementar la nutrición del suelo y disminuir la cantidad de desechos. Además, sugieren adoptar prácticas agrícolas ambientalmente seguras (por ejemplo, evitar la quema de arbustos), así como disminuir la distancia entre el cultivo y la planta de beneficio, a fin de optimizar el tiempo y el uso de los recursos de transporte entre la zona de recolección y la de esterilización y garantizar de esta manera la calidad del aceite. Otra alternativa es reducir el uso de combustibles fósiles en tractores y otros equipos en la etapa de cultivo, mediante: el uso de máquinas y equipos impulsados por energía solar o mecanizados; el reemplazo de la maquinaria de alto consumo de energía por una más eficiente, y la realización de evaluaciones energéticas periódicas para así mitigar impactos significativos en la planta de producción (Lee y Ofori-Boateng, 2013).

Por su parte, Alí et ál. (2017) resaltan la importancia de realizar estudios a la zona utilizada para el cultivo de palma de aceite, con el objeto de crear programas de mejoramiento ambiental en un corto y mediano plazo, involucrando prácticas amigables no solo con el medio ambiente, sino

que sean de conformidad con la población que se encuentra en el entorno, así como evaluar el ciclo de vida de los productos utilizados para la producción final.

CONCLUSIONES

Las prácticas ambientales inapropiadas en la industria de aceite de palma generan: a) daños en las propiedades fisicoquímicas del suelo, b) pérdida del ecosistema en los sectores de cultivo y sus alrededores, c) contaminación de las fuentes hídricas (o baja disposición de la misma) y c) afectación directa a la fauna y flora de la región, debido a la utilización de químicos como fertilizantes y plaguicidas con alto contenido tóxico.

En este estudio se realizó la valoración cualitativa del impacto ambiental en una empresa productora de aceite de palma mediante la metodología simplificada de Conesa. La valoración se efectuó a partir de evaluación de la matriz de impacto como un instrumento preventivo para la gestión ambiental. La magnitud del impacto se estimó mediante la evaluación de la naturaleza del mismo (NDI o naturaleza del impacto ambiental). Los resultados evidencian la importancia de establecer programas de gestión ambiental que propicien la adopción de nuevas y mejores técnicas ambientales en la planta de producción de la palma de aceite, con el propósito de contribuir a la sostenibilidad de la ruta de producción de aceite de palma crudo y generar un aporte al desarrollo sostenible.

La identificación y valoración de los impactos ambientales significativos de los procesos, productos y servicios de la organización es parte integral de la estrategia de negocio. Dentro de este proceso de implementación de nuevas prácticas ambientales se deben crear canales de comunicación eficaces que garanticen el conocimiento y el compromiso de las personas sobre las estrategias y actividades en torno a la protección del medio ambiente.

Como estrategia de desarrollo sostenible, la organización deberá hacer un análisis detallado del ciclo de vida de cada uno de los productos y servicios, ya que esto facilita el control sobre la disposición final de los mismos y disminuye los impactos al medio ambiente; de igual forma, se sugiere complementar el método utilizado para valorar el impacto mediante el cálculo del índice de calidad ambiental (ICA) y su función de transformación.

REFERENCIAS

- Acevedo, P., Martínez, D., Jaimes, W., y Kafarov, V. (2009). Evaluación de los impactos ambientales en la producción de biodiesel de palma africana mediante análisis de ciclo de vida “de la cuna a la cuna”. En Universidad de Quindío, *IV Simposio de Química Aplicada-SIQUILA 2009*. Ponencia presentada en Armenia, Colombia.
- Alí, A., Mohd, N., y Salleh, M. (2017). Recent trend in residual pal oil recovery in a solid state fermentation. *Jurnal Teknologi*, 80(3), 9-21.
- Althausen, M. (2017). Tratamiento de efluentes de la planta de beneficio-convertir un residuo en un recurso. *Revista Palmas*, 37(especial, t. II), 31-37.
- Alzate-Ibañez, A., Ramírez, J., y Alzate-Ibañez, S. (2018). El modelo de gestión ambiental ISO 14001: evolución y aporte a la sostenibilidad. *Revista Chilena de Economía y Sociedad*, 12(1), 74-85.
- Andarani, P., Dwi, W., Sawitri, D., y Budiawan, W. (2018). Life-cycle assessment of crude palm oil produced at mill J, PT XYZ, Sumatera Island using eco-indicator 99. Recuperado de

- https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/18/mateconf_ijcaet-isampe2018_01028.pdf
- Ayala, A. (2015). *Propuesta para el mejoramiento del sistema de gestión ambiental para el sector de palma de aceite en la empresa Guaicaramo S. A.* (trabajo de grado). Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Facultad de Ingeniería, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4ª ed.). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Fedepalma. (2002). La palma de aceite: un producto con historia. Recuperado de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/download/7275/7266>
- Fedepalma y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). *Guía ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia*. Recuperado de <http://cultivopalma.tripod.com/guiambiental.pdf>
- Fedepalma. (2016). *La palma de aceite en Colombia*. Recuperado de <http://www.palmadeaceite.org/palma-deaceite-en-colombia>
- García, J., y Yañez, E. (2010). Generación y uso de biomasa en plantas de beneficio de palma de aceite en Colombia. *Revista Palmas*, 31(2), 41-48.
- González, A., Jiménez, I., Rodríguez, M., Restrepo, S., y Gómez, J. (2008). Biocombustibles de segunda generación y biodiesel: una mirada a la contribución de la Universidad de los Andes. *Revista de Ingeniería*, 28, 70-82.
- Heras-Saizarbitoria, I., y Boiral, O. (2013). ISO 9001 and ISO 14001: towards a research agenda on management system standards. *International Journal of Management System Standards*, 15(1), 47-65.
- Islam, M., Yousuf, A., Karim, A., Pirozzi, D., Khan, M., y Wahid, Z. (2018). Bioremediation of palm oil mill effluent and lipid production by *Lipomyces starkeyi*: a combined approach. *Journal of Cleaner Production*, 172, 1779-1787.
- Lee, K., y Ofori-Boateng, C. (2013). Oil Palm Biomass as Feedstock for Biofuel Production. En *Sustainability of Biofuel Production from Oil Palm Biomass* (pp. 77-106). Singapore: Springer.
- Peñafiel, R., Moreno, C., y Ochoa-Herrera, V. (2016). Eliminación de nitrógeno y contaminación orgánica de agua residual industrial pretratada en lagunas anaeróbicas mediante un biofiltro de arena. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 8(4), 86-97.
- Rodríguez, D., Ramírez, N., y García, C. (2015). Evaluación de la incidencia de la producción de compost, usando biomasa de la planta de beneficio, en la huella de carbono del aceite de palma. *Revista Palmas*, 36(1), 27-39.
- Toro, J. (2009). *Análisis constructivo del proceso de evaluación de impacto ambiental en Colombia. Propuestas de mejora* (tesis doctoral). Área de Tecnologías del Medio Ambiente, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada, Granada, España.